

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

NOMBRE DEL PROCEDIMIENTO	Gestión de medición en campo y muestreo ambiental

APROBACIÓN		
Nombre y cargo	Órgano o Unidad Orgánica	Firma y sello
Elaborado por: Wilder Manuel Rojas Ortiz Ejecutivo de la Subdirección Técnica Científica de la Dirección de Evaluación Ambiental	Subdirección Técnica Científica de la Dirección de Evaluación Ambiental	 Firmado digitalmente por: ROJAS ORTIZ Wilder Manuel FAU 20521286769 soft Cargo: EJECUTIVO DE LA SUBDIRECCIÓN TÉCNICA CIENTÍFICA Lugar: Sede Central - Jesus Maria - Lima - Lima Motivo: En señal de conformidad Fecha/Hora: 12/06/2025 00:22:12
Elaborado por: Eric Eduardo concepción Gamarra Director de la Dirección de Evaluación Ambiental	Dirección de Evaluación Ambiental	 Firmado digitalmente por: CONCEPCION GAMARRA Eric Eduardo FAU 20521286769 soft Cargo: DIRECTOR DE LA DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN AMBIENTAL Lugar: Sede Central - Jesus Maria - Lima - Lima Motivo: En señal de conformidad Fecha/Hora: 11/06/2025 23:46:15
Revisado por: Raquel Paola Angulo Barrera Jefa de la Oficina de Planeamiento y Presupuesto	Oficina de Planeamiento y Presupuesto	 Firmado digitalmente por: ANGULO BARRERA Raquel Paola FAU 20521286769 soft Cargo: Jefa de la Oficina de Planeamiento y Presupuesto Lugar: Sede Central - Jesus Maria - Lima - Lima Motivo: En señal de conformidad Fecha/Hora: 12/06/2025 16:22:17
Revisado por: Gonzalo Pinto Bazurco Mendoza Jefe de la Oficina de Asesoría Jurídica	Oficina de Asesoría Jurídica	 Firmado digitalmente por: PINTO BAZURCO MENDOZA Gonzalo FAU 20521286769 soft Cargo: Jefe de la Oficina de Asesoría Jurídica Lugar: Sede Central - Jesus Maria - Lima - Lima Motivo: Soy el autor del documento Fecha/Hora: 11/06/2025 22:51:37

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

APROBACIÓN		
Nombre y cargo	Órgano o Unidad Orgánica	Firma y sello
Aprobado por: Miriam Alegría Zevallos Gerenta General	Gerencia General	 Firmado digitalmente por: ALEGRIA ZEVALLOS Miriam FAU 20521286769 soft Cargo: Gerenta General Lugar: Sede Central - Jesus Maria - Lima - Lima Motivo: En señal de conformidad Fecha/Hora: 12/06/2025 00:04:20

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.
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.
03	Alcance, base normativa, consideraciones generales, definiciones, actividades del procedimiento, documentos que se generan y anexos del procedimiento	Precisiones en el alcance, en la base normativa, en las consideraciones generales, en las definiciones, en las actividades se eliminan la separaciones de los ítems Medición en campo dentro del marco de la acreditación, Medición en Campo y Muestreo Ambiental y las actividades 1, 2 relacionadas al PM0309 “Aprovisionamiento y devolución de equipamiento”, se unifican las actividades de los ítems Medición en campo dentro del marco de la acreditación, Medición en Campo y Muestreo Ambiental., en los documentos que se generan, anexos del procedimiento (formatos, instructivos). Se eliminan los formatos: PM0313-F03, PM0313-F09, PM0313-F32, PM0313-F33, PM0313-F35 y PM0313-F37. Los formatos: PM0313-F01, PM0313-F02 y PM0313-F04, mantienen su numeración.

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: 03
		Fecha: 11/06/2025

		Se elimina los instructivos: I-DEAM-PM0313-01, I-DEAM-PM0313-02, I-DEAM-PM0313-03 y I-DEAM-PM0313-24. Los instructivos: I-DEAM-PM0313-23, I-DEAM-PM0313-25, I-DEAM-PM0313-26, I-DEAM-PM0313-27, I-DEAM-PM0313-28, I-DEAM-PM0313-29, I-DEAM-PM0313-30, I-DEAM-PM0313-31, I-DEAM-PM0313-32 y I-DEAM-PM0313-33, mantienen su numeración. Se incluye como nuevo instructivo: I-DEAM-PM0313-39.

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 de la Subdirección Técnica Científica de la Dirección de Evaluación Ambiental (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.
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° 013-2017-MINAM, que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA. - 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° 002-2025-PCM-SGP, que aprueba la Norma Técnica N° 002 -2025-PCM-SGP Norma Técnica para la gestión por procesos en las entidades de la Administración Pública”. - Resolución Directoral N° 005-2015-INACAL-DA, que aprueba la DA-acr-06D Directriz para la acreditación de laboratorios de ensayo y calibración. - Resolución Directoral N° 057-2017-INACAL-DN, se aprueba la Norma Técnica Peruana NTP-ISO/IEC 17025:2017 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración”. - Resolución Ministerial N° 271-2020-PRODUCE, que aprueba el “Protocolo para el Monitoreo de Efluentes de los Establecimientos Industriales Pesqueros de Consumo Humano Directo e Indirecto”. - Resolución Directoral N° 004-94-EM/DGAA, que aprueba la “Guía de Monitoreo Minas, Perú. de Agua y Aire para la Actividad minero-metalúrgica”. - Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, que aprueba el “Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales”. - 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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	- Resolución de Presidencia del Consejo Directivo N° 077-2018-OEFA/PCD que aprueba el Manual de Procedimientos “Innovación y Gestión por Procesos”. - 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. - Las referidas normas incluyen sus modificatorias.
CONSIDERACIONES GENERALES	- Las mediciones en campo de los componentes ambientales en el marco del Sistema de Gestión de Laboratorio de Ensayo del OEFA (en adelante, el SGLE), son realizadas por personal autorizado de acuerdo con el Procedimiento PM0315 “Evaluación de la Competencia Técnica y autorización del Personal del Laboratorio de Ensayo”. - Para las mediciones y toma de muestra de los componentes ambientales se deben considerar los instructivos del SGLE 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 evaluadores, responsables técnicos, gestores de ensayos de calidad de aire, operadores de ensayos de corresponder 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 evaluadores, gestores de ensayos de calidad de aire, operadores de ensayos de corresponder concluidas las acciones técnicas en campo, deben hacer uso del SIGEMA para el registro de envío de las muestras.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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 coadyuve 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 Usuarías: Órgano, unidad orgánica, coordinación o unidad funcional establecida mediante Resolución por la Alta Dirección. Para el presente procedimiento el área usuaria son las Subdirecciones de la Dirección de Evaluación Ambiental, Supervisión Ambiental en Energía y Minas, Supervisión Ambiental en Actividades Productivas, Supervisión Ambiental en Infraestructura y Servicios. - 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: Personal 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 servidor civil de la Entidad, tercero evaluador/ supervisor cuando corresponda es responsable de revisar la validación de los resultados de calidad de aire y aseguramiento de la validez de los resultados generados en la medición en campo. - Gestor QA/QC: Rol en el Sistema de Gestión del Laboratorio de Ensayo que puede recaer en un servidor civil de la Entidad, tercero evaluador/ supervisor cuando corresponda es responsable de revisar y 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, coordinar con los Gestores de Ensayos de calidad de aire en cuanto corresponda, la entrega de los datos validados del monitoreo ambiental en calidad de aire. - Mediciones de campo: Acciones técnicas que incluyen la determinación de parámetros que por sus características se deben medir inmediatamente en campo.

 Organismo de Evaluación y Transparencia Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	- 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: Rol en el Sistema de Gestión del Laboratorio de Ensayo que puede recaer en un servidor civil de la Entidad, tercero evaluador/ supervisor cuando corresponda es 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 o aire, y dar seguimiento y verificar el cumplimiento del requerimiento, realiza los ensayos de calidad de agua en campo y/o la toma de muestra cumpliendo con los métodos de ensayo y los procedimientos establecidos en el SGLE, realiza y registra el aseguramiento de la validez de los resultados en las mediciones en campo. - Responsable Técnico: Rol en el Sistema de Gestión del Laboratorio de Ensayo que puede recaer en un servidor civil de la Entidad, tercero evaluador/ supervisor cuando corresponda para autorizar la emisión de los informes de ensayo de calidad de agua o aire, y las modificaciones en este, desarrolla y actualiza la documentación utilizada para el aseguramiento de la validez de los resultados y el desarrollo de las actividades de monitoreo de calidad en los componentes ambientales. - Operador de Telemetría: Rol en el Sistema de Gestión del Laboratorio de Ensayo que puede recaer en un servidor civil de la Entidad, tercero evaluador/ supervisor cuando corresponda es 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 servidor civil de la Entidad, tercero evaluador/ supervisor cuando corresponda es autorizado para realizar actualizaciones y mantenimiento del Módulo 0, así como los softwares y/o algoritmos. - Zona Mesolitoral o intermareal: <i>Conocida también como zona intermareal, es la franja que queda expuesta al aire durante la bajamar y sumergida durante la pleamar.</i> - Zona Infralitoral o submareal: <i>Esta zona se encuentra siempre sumergida, incluso durante la marea baja, y se extiende desde el límite de la bajamar hasta donde la luz solar permite la fotosíntesis.</i>

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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. - SIIA: Sistema de Información Ambiental - SIGEMA: Sistema de Gestión de Equipamiento y Muestras Ambientales.

REQUISITOS PARA INICIAR EL PROCEDIMIENTO	
Descripción del requisito	Fuente
Solicitud del requerimiento de servicios Elaboración del plan de muestreo	PM0314 "Gestión de atención de los servicios de ensayo"

		ACTIVIDADES		EJECUTOR	
N°	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	REGISTROS	RESPONSABLE	UNIDAD DE ORGANIZACIÓN
1	Realizar la verificación y/o ajuste de los equipos	Realiza las verificaciones y/o ajustes de los equipos según los instructivos: En calidad de agua: I-DEAM-PM0313-23 "Instructivo de verificación de los equipos de medición en campo en calidad de agua" I-DEAM-PM0309-05 "Uso y verificación del equipo colorímetro" I-DEAM-PM0309-03 "Uso y verificación del equipo correntómetro" En calidad de aire: I-DEAM-PM0313-26 "Instructivo del analizador automático de gases de Monóxido de Carbono (CO) modelo 48i" o I-DEAM-PM0313-29 "Instructivo del analizador automático de gases de Monóxido de Carbono (CO) modelo 48iQ" I-DEAM-PM0313-27 "Instructivo del Sistema Automático de medida para PM2,5 y PM10 modelo EDM 180 - GRIMM" o I-DEAM-PM0313-28 "Instructivo del Sistema Automático de Medida para PM2,5 y PM10 modelo FIDAS SMART 100E - PALAS" I-DEAM-PM0313-30 "Instructivo del analizador automático de gases de Dióxido de azufre (SO2) modelo 43i" o I-DEAM-	PM0313-F01 "Verificación operacional de equipos de medición de campo" PM0309-F07 "Verificación de analizadores automáticos de gases" PM0309-F10 "Verificación de equipos - componente aire (Grimm)" PM0309-F11 "Verificación de equipos - componente aire (Palas)"	Operador de ensayo de calidad de agua/ Equipo evaluador Operador de ensayo de calidad de aire/ Equipo evaluador	UF-OTEC STEC SSIM

 Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO		Código: PM0313
			Versión: 03
			Fecha: 11/06/2025

		ACTIVIDADES		EJECUTOR	
N°	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	REGISTROS	RESPONSABLE	UNIDAD DE ORGANIZACIÓN
		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” o I-DEAM-PM0313-33 “Instructivo del analizador automático de gases de Dióxido de Nitrógeno (NO2) modelo 42iQ” I-DEAM-PM0309-08 “Uso y verificación de muestreador de material particulado de alto volumen”. I-DEAM-PM0309-09 “Uso y verificación de muestreador de material particulado de bajo volumen”. En ruido ambiental: I-DEAM-PM0309-07 “Uso y verificación de sonómetro” Registra las referidas acciones en los Formatos de verificación y ajuste según corresponda.	PM0313-F07 “Verificación de flujo de muestreador de alto volumen” PM0313-F08 “Verificación de flujo de muestreador de bajo volumen” PM0313-F14 “Verificación operacional del sonómetro”		
2	Realizar el muestreo ambiental de los componentes	Realiza los muestreos ambientales según los instructivos: En el componente agua: I-DEAM-PM0313-39 “Instructivo de Toma de muestras en calidad de agua” I-DEAM-PM0313-04 “Medición de caudal” En el componente aire: I-DEAM-PM0313-25 “Instrucciones de Ensayos de campo en calidad de aire” En el componente suelo: I-DEAM-PM0313-06 “Instructivo de muestreo de suelo” I-DEAM-PM0313-05 “Instructivo de muestreo de sedimento” En ruido ambiental: I-DEAM-PM0313-07 “Instructivo de medición de ruido ambiental”	PM0313-F04 “Cadena de custodia - Agua, Sedimento y Suelo” PM0313-F02 “Datos de campo de agua” PM0313-F12 “Cadena de custodia de aire” PM0313-F38 “Reporte de Calidad ambiental de Aire” PM0313-F10 “Datos de campo de aire” PM0313-F11 “Cartilla de flujo de aire”	Operador de ensayo de calidad de agua/ Equipo evaluador Operador de ensayo de calidad de aire/ Equipo evaluador	UF-OTEC STEC SSIM

 Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO		Código: PM0313
			Versión: 03
			Fecha: 11/06/2025

		ACTIVIDADES		EJECUTOR	
N°	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	REGISTROS	RESPONSABLE	UNIDAD DE ORGANIZACIÓN
		En biota acuática: 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” En biota terrestre: 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” Registra las referidas acciones en los formatos por componente ambiental establecidos en el presente procedimiento, según corresponda. Nota 1:	PM0313-F06 “Ficha de campo de suelo” PM0313-F05 “Datos de campo de sedimento” PM0313-F13 “Datos de medición de ruido ambiental” 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-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”		

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

		ACTIVIDADES		EJECUTOR	
N°	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	REGISTROS	RESPONSABLE	UNIDAD DE ORGANIZACIÓN
		El formato de cadena de custodia debe ser entregado por el proveedor de servicio o en su defecto proporcionado por UF-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-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"		
3	Realizar las mediciones en campo y el aseguramiento de la validez de los resultados y/o procesar datos	Realiza las mediciones en campo, aplicando, Protocolos y Guías de Monitoreo Ambiental sectoriales o transversales o los instructivos establecidos en los instructivos: En calidad de agua: I-DEAM-PM0313-39 "Instructivo de toma de muestras en calidad de agua" I-DEAM-PM0313-04 "Medición de caudal" En calidad de aire: I-DEAM-PM0313-25 "Instrucciones de Ensayos de campo en calidad de aire" En ruido ambiental: I-DEAM-PM0313-07 "Medición de ruido ambiental" Para el aseguramiento de validez de los resultados en el instructivo I-DEAM-PM0314-23 "Instructivo de aseguramiento de validez de los resultados" Registra las referidas acciones en los formatos por componente ambiental establecidos en el presente procedimiento, cuando corresponda al componente agua en el formato PM0313-F02	PM0313-F02 "Datos de campo de agua" PM0313-F39 "Módulo 0" PM0313-F13 "Datos de medición de ruido ambiental"	Operador de ensayo de calidad de agua/ Equipo evaluador Operador de ensayo de calidad de aire/ Equipo evaluador	UF-OTEC STEC SSIM

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO		Código: PM0313
			Versión: 03
			Fecha: 11/06/2025

		ACTIVIDADES		EJECUTOR	
N°	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	REGISTROS	RESPONSABLE	UNIDAD DE ORGANIZACIÓN
		<i>“Datos de campo de agua” y cuando corresponda al componente aire en PM0313-F39 “Módulo 0”</i>			
4	Transmitir la información de manera remota (en caso aplique)	Sólo para ensayos de calidad de aire: 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-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 softwares y/o algoritmos.	PM0313-F39 “Módulo 0”	Operador de Telemetría Operador Estadístico	UF-OTEC
5	Procesar y validar datos	Sólo para ensayos de calidad de aire: 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”	Gestor de ensayos de calidad de aire	UF-OTEC
6	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 en los formatos PM0313-F02 “Datos de campo de agua”, PM0313-F38 “Reporte de Calidad ambiental de Aire”, PM0313-F10 “Datos de campo de aire”, PM0313-F11 “Cartilla de flujo de aire”, PM0313-F13 “Datos de medición de ruido ambiental”	PM0313-F02 “Datos de campo de agua” PM0313-F38 “Reporte de Calidad ambiental de Aire” PM0313-F10 “Datos de campo de aire”	Gestor QA/QC de calidad de agua Gestor QA/QC de calidad de aire Responsable Técnico de	UF-OTEC STEC SSIM

 Organismo de Evaluación y Transparencia Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO		Código: PM0313
			Versión: 03
			Fecha: 11/06/2025

		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.	PM0313-F11 "Cartilla de flujo de aire" PM0313-F13 "Datos de medición de ruido ambiental"	<i>calidad de agua</i> Responsable Técnico de calidad de aire Equipo evaluador	
7	Registrar la información de 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", en cuanto corresponda. ¿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
8	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" - "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"

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- "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"
- **"Ficha de identificación para emisiones de gases, partículas, olores y ruidos en áreas de disposición final de residuos sólidos"**
- **"Datos de campo de identificación de fuentes de emisión"**
- **"Verificación de analizadores automáticos de gases"**
- **"Verificación de equipos - componente aire (GRIMM)"**
- **"Verificación de equipos - componente aire (PALAS)"**
- "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-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-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"
- 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"

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

ANEXOS DEL PROCEDIMIENTO:

- 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"
- PM0313-F34 "Bitácora de calidad Ambiental 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"
- PM0313-F39 "Módulo 0"

Instructivos:

- 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 **verificación de los equipos de medición en campo en calidad de agua**"
- 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 - **GRIMM**"
- I-DEAM-PM0313-28 "Instructivo del Sistema Automático de Medida para PM_{2,5} y PM₁₀ modelo FIDAS SMART 100E - **PALAS**"
- 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"
- **I-DEAM-PM0313-39 "Instructivo de toma de muestras en calidad de agua"**

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

ANEXOS DEL PROCEDIMIENTO:
Diagrama de flujo
PROCESO RELACIONADO
PM03 - Evaluación Ambiental



VERIFICACIÓN OPERACIONAL DE EQUIPOS DE MEDICIÓN DE CAMPO

1. DATOS

Administrado/Procedencia:
Unidad Fiscalizable:
Ubicación:
Referencia:

Código de acción:
Expediente:
Código de plan de muestreo:
Fecha:

2. MULTIPARÁMETRO			
Marca	Modelo		Número de serie / Código Patrimonial
2.1.1 SENSOR DE TEMPERATURA ELECTRODO pH			
Marca	Modelo		Número de serie - sensor
N.º de Certificado de calibración	Fecha calibración		Fecha de vencimiento calibración
2.1.2 SENSOR DE TEMPERATURA ELECTRODO DE CONDUCTIVIDAD			
Marca	Modelo		Número de serie - sensor
N.º de Certificado de calibración	Fecha calibración		Fecha de vencimiento calibración

Método: SM 2550 B / NTP 214.050:2013 (revisada el 2018)

Verificación Temperatura			
Lectura de temperatura del electrodo de pH (°C)	Lectura de temperatura del electrodo de Conductividad Eléctrica (°C)	Diferencia	Criterio de Aceptación: ± 0.50 °C (C/NC)

2.2 VERIFICACIÓN - AJUSTE DEL ELÉCTRODO DE pH

Marca	Modelo		Número de serie - electrodo
N.º de Certificado de calibración	Fecha calibración		Fecha de vencimiento calibración

Método: SM 4500 H+ B / NTP 214.029:2023

Pendiente óptima (slope): -59 mV/pH

Verificación					Ajuste		
Marca/Lote	Fecha de vencimiento	Valor Nominal (Unid. pH)	Valor de Lectura pH	Diferencia	Criterio de aceptación : ± 0.10 Unid. pH (C/NC)	Marca/Lote	Fecha de vencimiento
		4.01					
		7.00					
		10.01					
		4.01					
		7.00					
		10.01					
						Valor Nominal (Unid. pH)	Pendiente (slope) (mV/pH)
						4.01	
						7.00	
						10.01	
						Criterio de aceptación: - 53,1 mV/pH a - 64,9 mV/pH (C/NC)	

2.3. VERIFICACIÓN - AJUSTE DEL CONDUCTÍMETRO

Marca

N.º de Certificado de calibración

Modelo

Fecha calibración

Número de serie - sensor

Fecha de vencimiento calibración

Método: SM 2510 - B

Constante **de celda** : 0.40 cm-1 +/- 10 %

Verificación					Ajuste		
Marca/Lote	Fecha de vencimiento	Valor Nominal (µS/cm)	Valor Nominal (mS/cm)	Lectura	% R	Criterio de aceptación: 98% a 102% (C/NC)	
				Conductividad			
				µS/cm	mS/cm		

Marca/Lote	Fecha de vencimiento	Valor Nominal (µS/cm)	Constante de celda (cm ⁻¹)	Criterio de aceptación: 0.36 cm-1 a 0.44 cm-1 (C/NC)

2.4. VERIFICACIÓN - AJUSTE DEL OXÍMETRO

Marca

N.º de Certificado de calibración

Modelo

Fecha calibración

Número de serie - electrodo

Fecha de vencimiento calibración

Método: NTP 2014.046:2013 (revisada el 2018)

VERIFICACIÓN - AJUSTE

Verificación			Ajuste	
En % de aire saturado de agua			En % de aire saturado de agua	
Valor Nominal (%)	Valor Lectura (%)	Criterio de aceptación: 93 % a 104 % (C/NC)	Valor Lectura (%)	Criterio de aceptación: 93 % a 104 % (C/NC)
100				
100			100	

2.5. MEDIDOR POTENCIAL REDOX				
Marca		Modelo		Número de serie - electrodo
N.º de Certificado de calibración		Fecha calibración		Fecha de vencimiento calibración

VERIFICACIÓN - AJUSTE						
Verificación				Ajuste		
Marca/Lote	Fecha de vencimiento	Valor Nominal (mV)	Valor Lectura (mV)	Valor Nominal (mV)	Valor Lectura (mV)	Diferencia
						Criterio de aceptación: ± 0.10 mV (C/NC)
		220		220		
		220				

3. TURBIDIMETRO				
Marca		Modelo		Número de serie / Código Patrimonial
N.º de Certificado de calibración		Fecha calibración		Fecha de vencimiento calibración

Método: SM 2130 B

VERIFICACIÓN - AJUSTE						
Verificación				Ajuste		
Marca/Lote	Fecha de vencimiento	Valor Nominal (NTU)	Valor Lectura (NTU)	Diferencia	Valor Nominal (NTU)	Valor Lectura (NTU)
						Criterio de aceptación c/NC
		10			20	± 1
					100	± 5
		10			800	± 40

Realizado :

Revisado :

Firma :

Firma :

Nombres y Apellidos:

Nombres y Apellidos:

Rol :

Rol :

Operador de ensayos de calidad de agua

Gestor QA/QC o Responsable Técnico de Calidad de Agua

C/NC: Conforme / No Conforme

SM : Standard Methods for the Examination of Water and Waster -APHA-AWWA-WEF, 24 Edition. 2023

NTP 214.046. 2013 (actualizado 2018): Calidad de agua. Determinación de oxígeno disuelto en agua. Método de sonda instrumental. Sensor basado en luminiscencia.

DATOS DE CAMPO DE AGUA

EXPEDIENTE: _____
LOCALIDAD: _____

CÓDIGO: _____

PUNTO DE MUESTREO:		FECHA:				HORA:				
COORDENADAS UTM WGS 84	QA/QC	pH (unid. de pH)	CE (µS/cm)	OD (mg/L)	T (°C)	Turbidez (NTU)	*Turbidez (NTU) A reportar	Prof. (m)	Caudal (m3/s)	ORP (mV)
Zona:	MD									
Este (m):										
Norte (m):										
Altitud (m s. n. m.):										
Precisión (± m):										
$\%RPD = \frac{ M1 - M2 }{(M1 + M2)/2} \times 100\%$ Donde: ✓ %RPD: Diferencia Porcentual Relativa. ✓ M1: Concentración determinada para la muestra. ✓ M2: Concentración determinada para el duplicado.	CA	± 0,1 und de pH	≤ 2 % RPD	≤ 4 % RPD	≤ 0.5°C (valor absoluto de la diferencia de lecturas)		≤10% RPD	≤10% RPD	≤10% RPD	≤5% RPD
	C/NC									
	Matriz de agua ⁽¹⁾		Estado del tiempo		Datos para determinar caudal					
		Nublado		Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)	
		Soleado								
		Lluvia								
		Nieve								
		Otros								
AGUA SUBTERRÁNEA										
Tipo (Piezómetro, pozo o manantial)					Nivel de agua (m)					
Profundidad del piezómetro (m)					Nivel piezométrico (m)					
Diámetro (pulg)					Stick up (m)					
Otros										

Matriz de agua ⁽¹⁾

Agua Natural: AS: Agua Superficial, ASUB: Agua Subterránea

Agua Residual: ARI: A. Residual Industrial, ARD: A. Residual Doméstica

*Turbidez (NTU) a reportar según el ítem 5 de SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part 2130 B, 24th Edition MD: Muestra duplicada CA: Criterio de Aceptación

PUNTO DE MUESTREO:		FECHA:				HORA:				
COORDENADAS UTM WGS 84	QA/QC	pH (unid. de pH)	CE (µS/cm)	OD (mg/L)	T (°C)	Turbidez (NTU)	*Turbidez (NTU) A reportar	Prof. (m)	Caudal (m3/s)	ORP (mV)
Zona:	MD									
Este (m):										
Norte (m):										
Altitud (m s. n. m.):										
Precisión (± m):										
$\%RPD = \frac{ M1 - M2 }{(M1 + M2)/2} \times 100\%$ Donde: ✓ %RPD: Diferencia Porcentual Relativa. ✓ M1: Concentración determinada para la muestra. ✓ M2: Concentración determinada para el duplicado.	CA	± 0,1 und de pH	≤ 2 % RPD	≤ 4 % RPD	≤ 0.5°C (valor absoluto de la diferencia de lecturas)		≤10% RPD	≤10% RPD	≤10% RPD	≤5% RPD
	C/NC									
	Matriz de agua ⁽¹⁾		Estado del tiempo		Datos para determinar caudal					
		Nublado		Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)	
		Soleado								
		Lluvia								
		Nieve								
		Otros								
AGUA SUBTERRÁNEA										
Tipo (Piezómetro, pozo o manantial)					Nivel de agua (m)					
Profundidad del piezómetro (m)					Nivel piezométrico (m)					
Diámetro (pulg)					Stick up (m)					
Otros										

Realizado :

Firma:

Nombres y Apellidos:

Rol :

Operador de Ensayos de Calidad de Agua

Revisado :

Firma:

Nombres y Apellidos:

Rol :

Gestor QA/QC o Responsable Técnico de Calidad de Agua

EXPEDIENTE: _____		CÓDIGO DE ACCIÓN: _____																								
LOCALIDAD: _____																										
PUNTO DE MUESTREO: _____		FECHA: _____		HORA: _____																						
UBICACIÓN: _____																										
COORDENADAS UTM WGS 84	pH (unid. de pH)	CE (µS/cm)	OD (mg/L)	T (°C)	Turbidez (NTU)	*Turbidez (NTU) A reportar	Prof. (m)	Caudal (m3/s)	ORP (mV)																	
Zona:																										
Este (m):																										
Norte (m):																										
Altitud (m.s.n.m.):	Matriz de agua ⁽¹⁾		Estado del tiempo		Datos para determinar caudal																					
Precisión (± m):					Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)																	
OBSERVACIONES	5. Interpretation of Results Report turbidity readings as follows: <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Turbidity Range NTU</th> <th>Report to the nearest NTU</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0-1.0</td><td>0.05</td></tr> <tr><td>1-10</td><td>0.1</td></tr> <tr><td>10-40</td><td>1</td></tr> <tr><td>40-100</td><td>5</td></tr> <tr><td>100-400</td><td>10</td></tr> <tr><td>400-1000</td><td>50</td></tr> <tr><td>>1000</td><td>100</td></tr> </tbody> </table>		Turbidity Range NTU	Report to the nearest NTU	0-1.0	0.05	1-10	0.1	10-40	1	40-100	5	100-400	10	400-1000	50	>1000	100	Nublado Soleado Lluvia Nieve Otros							
			Turbidity Range NTU	Report to the nearest NTU																						
			0-1.0	0.05																						
			1-10	0.1																						
			10-40	1																						
			40-100	5																						
			100-400	10																						
			400-1000	50																						
			>1000	100																						
AGUA SUBTERRÁNEA																										
Tipo (Piezómetro, pozo o manantial)					Nivel de agua (m)																					
Profundidad del piezómetro (m)					Nivel piezométrico (m)																					
Diámetro (pulg)					Stick up (m)																					
Otros																										

Matriz de agua ⁽¹⁾
 Agua Natural: AS: Agua Superficial, ASUB: Agua Subterránea Agua Salina: AMAR: Agua de Mar, ASAL: Agua Salobre, AREI: Agua de Reinyección, SAL: Salmuera.
 Agua Residual: ARI: A. Residual Industrial, ARD: A. Residual Doméstica Agua de Proceso: AP: Agua Purificado, ACE: Agua de circulación o enfriamiento.
 *Turbidez (NTU) a reportar según ítem 5 del SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part 2130 B, 24th

PUNTO DE MUESTREO: _____		FECHA: _____		HORA: _____																						
UBICACIÓN: _____																										
COORDENADAS UTM WGS 84	pH (unid. de pH)	CE (µS/cm)	OD (mg/L)	T (°C)	Turbidez (NTU)	*Turbidez (NTU) A reportar	Prof. (m)	Caudal (m3/s)	ORP (mV)																	
Zona:																										
Este (m):																										
Norte (m):																										
Altitud (m.s.n.m.):	Matriz de agua		Estado del tiempo		Datos para determinar caudal																					
Precisión (± m):					Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)																	
OBSERVACIONES	5. Interpretation of Results Report turbidity readings as follows: <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Turbidity Range NTU</th> <th>Report to the nearest NTU</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0-1.0</td><td>0.05</td></tr> <tr><td>1-10</td><td>0.1</td></tr> <tr><td>10-40</td><td>1</td></tr> <tr><td>40-100</td><td>5</td></tr> <tr><td>100-400</td><td>10</td></tr> <tr><td>400-1000</td><td>50</td></tr> <tr><td>>1000</td><td>100</td></tr> </tbody> </table>		Turbidity Range NTU	Report to the nearest NTU	0-1.0	0.05	1-10	0.1	10-40	1	40-100	5	100-400	10	400-1000	50	>1000	100	Nublado Soleado Lluvia Nieve Otros							
			Turbidity Range NTU	Report to the nearest NTU																						
			0-1.0	0.05																						
			1-10	0.1																						
			10-40	1																						
			40-100	5																						
			100-400	10																						
			400-1000	50																						
			>1000	100																						
AGUA SUBTERRÁNEA																										
Tipo (Piezómetro, pozo o manantial)					Nivel de agua (m)																					
Profundidad del piezómetro (m)					Nivel piezométrico (m)																					
Diámetro (pulg)					Stick up (m)																					
Otros																										

Realizado : Firma: _____ Nombres y Apellidos: _____ Rol : Operador de Ensayos de Calidad de Agua	Revisado : Firma: _____ Nombres y Apellidos: _____ Rol : Gestor QA/QC o Responsable Técnico de Calidad de Agua

Formato PM0313-F04

(*) TIPO DE MATRIZ - OTROS		
Matriz	Sustancia	Parámetros recomendados
-	AD	PCBs (Arocloros), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales
AGUA	AD-AGUA**	PCBs (Arocloros y/o Indicadores), TPH, Metales Totales
SUELO	AD-SU	PCBs (Arocloros e Indicadores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales, Aceites y Grasas
-	SQD	BTEX, PHAs, VOC's, Metales Totales, Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), TPH
AGUA	SQD-AGUA**	BTEX, VOC's, Metales Totales, Cromo Hexavalente, VOC's, Cianuro Libre, TPH
SUELO	SQD-SU	BTEX, VOC's, Metales Totales, PHAs, Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3)
-	LIX	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales
AGUA	LIX-AGUA**	DQO, N-Orgánico, Aceites y Grasas, Metales Totales
SUELO	LIX-SU	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales
BIOTA	ORGANISMOS ENTEROS	Determinación Taxonomía de Organismos
-	TEJIDO ANIMAL O VEGETAL-FLUIDOS BIOLÓGICOS	Concentración de Metales, Hidrocarburos u Otros en tejidos animales o vegetales

**AGUA (Ref - NTP 214 042)
AD: Aceites Dieléctricos
SQD: Sustancias Químicas Desconocidas
LIX: Lixiviados

EXPEDIENTE: _____		CÓDIGO DE ACCIÓN: _____	
PUNTO DE MUESTREO:		FECHA:	HORA:
UBICACIÓN: _____			

COORDENADAS (UTM WGS 84)	MÉTODO DE MUESTREO	CALIDAD	TIPO DE AMBIENTE ACUÁTICO			
ZONA _____	Simple	Duplicado	rio / quebrada / mar / laguna / embalse			
	Compuesto	Profundidad (m)	Pendiente	Color	Textura sedimento	Materia orgánica
	Número de submuestras:		moderado/ ligera / plana	Según Munsell	Anotar textura predominante: arena / limo/ arcilla	Si /no
ESTE (m) _____	OBSERVACIONES					
NORTE (m) _____	Se puede colocar: la distancia desplazada desde el punto de origen / porcentaje de llenura de draga / olor					
ALTITUD (m s.n.m.) _____						
PRECISIÓN (± m) _____						

PUNTO DE MUESTREO:		FECHA:	HORA:
UBICACIÓN: _____			

COORDENADAS (UTM WGS 84)	MÉTODO DE MUESTREO	CALIDAD	TIPO DE AMBIENTE ACUÁTICO			
ZONA _____	Simple	Duplicado	rio / quebrada / mar / laguna / embalse			
	Compuesto	Profundidad (m)	Pendiente	Color	Textura sedimento	Materia orgánica
	Número de submuestras:		moderado/ ligera / plana	Según Munsell	Anotar textura predominante: arena / limo/ arcilla	Si /no
ESTE (m) _____	OBSERVACIONES					
NORTE (m) _____	Se puede colocar: la distancia desplazada desde el punto de origen / porcentaje de llenura de draga / olor					
ALTITUD (m s.n.m.) _____						
PRECISIÓN (± m) _____						

PUNTO DE MUESTREO:		FECHA:	HORA:
UBICACIÓN: _____			

COORDENADAS (UTM WGS 84)	MÉTODO DE MUESTREO	CALIDAD	TIPO DE AMBIENTE ACUÁTICO			
ZONA _____	Simple	Duplicado	rio / quebrada / mar / laguna / embalse			
	Compuesto	Profundidad (m)	Pendiente	Color	Textura sedimento	Materia orgánica
	Número de submuestras:		moderado/ ligera / plana	Según Munsell	Anotar textura predominante: arena / limo/ arcilla	Si /no
ESTE (m) _____	OBSERVACIONES					
NORTE (m) _____	Se puede colocar: la distancia desplazada desde el punto de origen / porcentaje de llenura de draga / olor					
ALTITUD (m s.n.m.) _____						
PRECISIÓN (± m) _____						

PUNTO DE MUESTREO:		FECHA:	HORA:
UBICACIÓN: _____			

COORDENADAS (UTM WGS 84)	MÉTODO DE MUESTREO	CALIDAD	TIPO DE AMBIENTE ACUÁTICO			
ZONA _____	Simple	Duplicado	rio / quebrada / mar / laguna / embalse			
	Compuesto	Profundidad (m)	Pendiente	Color	Textura sedimento	Materia orgánica
	Número de submuestras:		moderado/ ligera / plana	Según Munsell	Anotar textura predominante: arena / limo/ arcilla	Si /no
ESTE (m) _____	OBSERVACIONES					
NORTE (m) _____	Se puede colocar: la distancia desplazada desde el punto de origen / porcentaje de llenura de draga / olor					
ALTITUD (m s.n.m.) _____						
PRECISIÓN (± m) _____						

Lider del Equipo: _____		_____
Responsable de toma de muestra: _____		_____
_____		_____

	FICHA DE CAMPO-SUELO

EXPEDIENTE:						CÓDIGO DE ACCIÓN:	
Área de nivel de fondo (ANF)		Identificación del sitio / Área de potencial interés (API)				Fecha	
Ubicación						Departamento	
						Provincia	
						Distrito	
						Cuenca	
Uso actual	Paisaje		Pendiente (%)		Microrrelieve		Vegetación
Litología		Material parental		Pedregosidad superficial (%)		Afloramientos rocosos (%)	
Erosión		Profundidad efectiva		Drenaje		Napa freática	
Instrumentos/equipos usados		Tipo de muestreo/tipo de muestra		Patrón de muestreo		Área evaluada (m²)	
Número de submuestras por parcela		Número de muestras por API		Fuente potencial		Número de muestras en la fuente potencial	
Código	Hora	Coordenadas UTM - WGS 84 Zona:		Altitud (m s.n.m.)	Profundidad (m) desde-hasta	Lectura de PID	Textura, estructura, consistencia, color, humedad, olor, fragmentos gruesos, reacción al CaCO ₃ , materia orgánica, rasgos biológicos, raíces, límite.
		Este (m)	Norte (m)				
Observaciones:							
Líder de Equipo:						Firma:	
Responsable de toma de muestra:						Firma:	

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>

Croquis/foto panorámica:

Detalle de la Verificación						
Área :		Código de acción:			Expediente:	
Nombre del proyecto :						
Fecha :		Hora :		Responsable :		
Lugar :						
Características del Equipo Verificador			Características del KIT de Calibración de Resistencias Variables			
Código de Equipo Hi-Vol	:		Modelo	:		
Serie	:		Serie	:		
Marca	:		Marca	:		
S/N Manometro 1	:		Pendiente	:		
S/N Manometro 2	:		Intercepto	:		
Condiciones Ambientales						
Temperatura Ambiental promedio - Ta (°C)	:		Presión Barométrica - Pa ("Hg)	:		
Temperatura Ambiental promedio - Ta (K)	:		Presión Barométrica - Pa (mmHg)	:	0	
Datos de la Verificación						
Test N°	Caida de Presión para el Orificio	Flujo real para el Orificio	Caida de Presión para Muestreador	Caida de Presión para Muestreador	Razón de Presión	Flujo de Tabla / Ta y P / Pa
	"H2O	m³/min	"H2O	mm Hg	Po/Pa	m³/min
1						
2						
3						
4						
5						

Expresión de Cálculos

Caudal Real del Calibrador (Qa)

$$Qa = \frac{\left[\left(\Delta H * \frac{Ta}{Pa} \right)^{1/2} - b \right]}{m}$$

Donde :

Qa = Caudal actual o real (m³/min)**ΔH** = Caída de Presión para el orificio Calibrador (" H2O)**Ta** = Temperatura ambiente (K)**Pa** = Presión atmosférica (mmHg)**b,m** = Constantes de la curva del calibrador (Intercepto y pendiente respectivamente)Razón de Presión (Po/Pa)

$$\frac{Po}{Pa} = 1 - \frac{Pf}{Pa}$$

Donde :

Pf = Caída de Presión del Muestreador Hi-Vol (mmHg)**Pa** = Presión atmosférica (mmHg)% de Diferencia (%dif)

$$\%dif = \frac{Qt - Qa}{Qa} * 100$$

Donde :

Qa = Caudal actual o real del calibrador (m³/min)**Qt** = Caudal actual o real del muestreador Hi-Vol (m³/min)

Detalle de la Verificación						
Área :		Código de acción:		Expediente:		
Nombre del proyecto :						
Fecha :		Hora :		Responsable :		
Lugar :						
Características del Equipo Verificador				Características del KIT de Calibración		
Código de Equipo Low-Vol		:		Modelo		:
Serie		:		Serie		:
Marca		:		Marca		:
Código de Estación Meteorológica		:				
Serie		:				
Datos de la Verificación de Temperatura						
Lectura del instrumento (°C)		Lectura del estándar (°C)		Error (± 2°C)	Error (± 2°C)	Estado Final
Ambiente	Filtro	Ambiente	Filtro	T ambiente	T filtro	Cumple/No cumple
Datos de la Verificación de Presión						
Lectura del instrumento (mmHg)		Lectura del estándar (mmHg)		Error (± 10 mmHg)		Estado Final
Datos de la Verificación de Flujo						
Lectura del instrumento (L/min)		Lectura del estándar (l/min)		Error (± 4%)		Estado Final

EXPEDIENTE:		CÓDIGO DE ACCIÓN:	
PUNTO DE MUESTREO:		FECHA DE INICIO:	__/__/__ HORA DE INICIO: __:__:__ Hrs.
DESCRIPCIÓN:			
COORDENADAS UTM WGS 84	ZONA: _____ ESTE: _____ NORTE: _____		ALTITUD (m s.n.m.): _____ PRECISIÓN: _____

ALTO VOLUMEN : MATERIAL PARTICULADO ☐ PM _{2.5} ☐ PM ₁₀								
N.º de medición	Período de medición inicial		Período de medición final		Flujo (L/min)		Presión (in H ₂ O)	
	Fecha (dd/mm/aa)	Hora (hh:mm)	Fecha (dd/mm/aa)	Hora (hh:mm)	Inicial	Final	Inicial	Final
1								
2								
3								
4								
5								
6								

BAJO VOLUMEN: MATERIAL PARTICULADO ☐ PM _{2.5} ☐ PM ₁₀							
N.º de medición	Período de medición inicial		Período de medición final		Volumen	Presión	Temperatura
	Fecha (dd/mm/aa)	Hora (hh:mm)	Fecha (dd/mm/aa)	Hora (hh:mm)			
1							
2							
3							
4							
5							
6							

DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS EMPLEADOS				
N.º	EQUIPOS	MARCA	MODELO	SERIE
1	Muestreador de Material Particulado < 10 micras			
2	Muestreador de Material Particulado < 2.5 micras			
3	Motor Venturi			
4	Manómetro			
5	Estación meteorológica			
6	Otros:			
OBSERVACIONES GENERALES				
I				

Líder de equipo de trabajo		Firma	
Responsable de la toma de muestra		Firma	

Expediente:		Código de acción:	
PUNTO DE MUESTREO:		FECHA DE INICIO:	HORA DE INICIO: Hrs
COORDENADAS UTM WGS 84	ZONA: ESTE (m): NORTE (m):	ALTITUD (m s.n.m.): PRECISIÓN:	
		FECHA DE INICIO: HORA DE INICIO:	

PUNTO DE MUESTREO:		FECHA DE INICIO:	HORA DE INICIO: H
COORDENADAS UTM WGS 84	ZONA: ESTE (m): NORTE (m):	ALTITUD (m s.n.m.): PRECISIÓN:	
		FECHA DE INICIO: HORA DE INICIO:	
Líder de equipo de trabajo: Responsable de toma de muestra:			

DATOS GENERALES						Código de acción: Expediente:	TDR N°:	PÁGINA de		
Nombre o Razón social: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607, 615 - Jesús María - Lima Dirección: Persona de contacto: Teléfono/Anexo: Correo Electrónico: Referencia: 							UBICACIÓN		DATOS DEL ENVÍO	
Enviado por:										
Fecha:										
Hora:										
Medio de Envío:										
Aerolínea ☐ Agencia ☐										
T. Privado ☐										
Otto ☐										
DATOS DEL MUESTREO										
MUESTREO									PARAMÉTRICOS (Marcar con "X")	
CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	INICIO		FINAL		PM ₁₀	PM _{2,5}	OTROS	CODIGO DE FILTRO	
		FECHA (DD/MM/AA)	HORA	FECHA (DD/MM/AA)	HORA					
OBSERVACIONES GENERALES										
PARAMETROS METEOROLOGICOS (Marcar con "X")										
Humedad ☐ Velocidad/Dirección del Viento ☐										
Temperatura ☐ Radiación ☐										
Presión ☐ Precipitación ☐										
PARA SER LLENADO POR EL ÁREA DE RECEPCIÓN DEL LABORATORIO										
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS PARA LAS SOLUCIONES CAPTADORAS				CONFORMIDAD DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS			OBSERVACIONES			
Envases adecuados SI NO ☐ ☐				Fecha de Recepción:						
Con Ice pack ☐ ☐				Hora de Recepción:						
Dentro del tiempo de conservación ☐ ☐				Recibido por:						
FIRMA:				Firma:						
RESPONSABLE 1				FIRMA:						
RESPONSABLE 2				FIRMA:						
SUPERVISOR LIDER / JEFE DE EQUIPO				FIRMA:						

Expediente: _____ Código de acción: _____

Referencia: _____ Procedencia: _____

Punto de medición: _____ Fecha: ____/____/____ Hora: Inicial ____: ____h Final ____: ____h

Descripción: _____

Coordenadas UTM WGS 84	Resultados (dBA)			Ponderación Temporal
	L _{MAX}	L _{MIN}	LAeqT	Fast (F) ☐ Slow (S) ☐ Impulse ☐
Zona: _____				
Este (m): _____	Observaciones (otros datos acústicos y no acústicos)			
Norte (m): _____				
Altitud (m s.n.m.): _____				
Precisión (± m): _____				

Punto de medición: _____ Fecha: ____/____/____ Hora : Inicial ____: ____h Final ____: ____h

Descripción: _____

Coordenadas UTM WGS 84	Resultados (dBA)			Ponderación Temporal
	L _{MAX}	L _{MIN}	LAeqT	Fast (F) ☐ Slow (S) ☐ Impulse ☐
Zona: _____				
Este (m): _____	Observaciones (otros datos acústicos o no acústicos)			
Norte (m): _____				
Altitud (m s.n.m.): _____				
Precisión (± m): _____				

Punto de medición: _____ Fecha: ____/____/____ Hora : Inicial ____: ____h Final ____: ____h

Descripción: _____

Coordenadas UTM WGS 84	Resultados (dBA)			Ponderación Temporal
	L _{MAX}	L _{MIN}	LAeqT	Fast (F) ☐ Slow (S) ☐ Impulse ☐
Zona: _____				
Observaciones (otros datos acústicos o no acústicos)				

Este (m): _____

Norte (m): _____

Altitud (m s.n.m.): _____

Precisión ($\pm$ m): _____

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÓTICOS (CON APLICACIÓN DE CALIDAD HIDROMORFOLÓGICA)

Expediente: Código de acción:			Localidad:		
Código del punto de muestreo:			Fecha:		
Estado del tiempo:			Altitud: (m s. n. m.)		
Coordenada en UTM WGS 84 Zona: E (m): N (m):			Nombre del cuerpo de agua:		
PARAMETROS FÍSICOQUÍMICOS <i>IN SITU</i> Orígeno disuelto (mg/L): Temperatura (°C): Conductividad eléctrica (µS/cm): pH (unidad de pH): Color aparente: Transparencia (m): Observaciones:			DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT Área muestreada (m²): Ancho de cuerpo de agua (m): Longitud de tramo evaluado (m): Profundidad promedio (m): Profundidad máxima muestreada (m): Posibles fuentes contaminantes cercanas:		
CALIDAD HIDROMORFOLÓGICA (sobre 2000 m s. n. m.): (APLICA) (NO APLICA)					
1. Estructura y naturalidad de la vegetación de ribera			5. Naturalidad del canal fluvial		
Excelente (5)	Moderado (3)	Regular (2)	Canal natural (5)		
Malo (1)	Pésima (0)		Canal con estructuras rígidas parciales (1)		
2. Continuidad de vegetación de la ribera			Canal modificado por terrazas sin cemento (3)		
Continua (5)	Manchas aisladas (1)		Canal totalmente modificado por estructuras rígidas (0)		
3. Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos del paisaje adyacentes o próximos			6. Composición del sustrato		
Excelente (5)	Moderada (3)	Mala (2 ó 1)	Arena + arcilla (1)	Grava (1)	Piedras (1)
Nula (0)			Canto rodado (1)	Bloque (boulders) (1)	
4. Presencia de basuras y escombros			7. Regímenes de velocidad y profundidad del río (rápido ≥ 0,3 m/s; profundo ≥ 0,4 m)		
Sin basura ni escombros (5)	Basura y/o escombros escasos (2)		Rápido-somero (1)	Rápido-profundo (1)	Lento-somero (1)
Con basura o escombros abundantes (0)			Lento-profundo (1)	Todos los anteriores (5)	
Especificar fuente (industrial, doméstico, agropecuario u otros):			8. Elementos de heterogeneidad		
			Hojasca (1)	Troncos y ramas (1)	Algas (1)
			Raíces sumergidas (1)	Macrófitas sumergidas (1)	
			Diques naturales (1)	Otras fuentes:	
			Puntaje final de calidad hidromorfológica:		
COMUNIDADES BIOLÓGICAS (muestras)					
PERIFITON (réplicas y sustrato)			MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS (réplicas y sustrato)		
Tipo de sustrato	Réplica/Área (cm²)	Área total	Tipo de sustrato	Réplica/Área (m²)	Mesohábitat
	1"			1"	
	2"			2"	
	3"			3"	
	4"			4"	
	5"			5"	
Observaciones:			Muestreador:		
			Observaciones:		
NECTON (Peces)					
Colecta de especímenes			Método de Pesca (tiempo, voltaje, N.º lances, long. de muestreo, número de redes)		
(SI) (NO)					
Lista preliminar de especies y biometría de peces colectados			Lista preliminar de especies y biometría de peces colectados		
Especie / nombre común	Long. Estándar (cm)	Long. Total (cm)	Peso (g)	Sexo	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
Observaciones:			Colecta de tejido (SI) (NO)		
			Indicar el o los tejidos a analizar:		
			Colecta de estómagos (SI) (NO)		

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.firma Peru.gob.pe/web/validador.xhtml>

IMAGENES DEL ECOSISTEMA EVALUADO		
Foto panorámica del punto de muestreo	1. Estructura y naturalidad de la vegetación de ribera	2. Continuidad de vegetación de la ribera
3. Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos del paisaje	4. Presencia de basuras y escombros	5. Naturalidad del canal fluvial
6. Composición del sustrato	7. Regímenes de velocidad y profundidad del río	8. Elementos de heterogeneidad
Observaciones		
Líder de equipo de grupo:	Responsable del muestreo:	

Formato PM0313-F16
Versión: 03
Fecha de aprobación: 11/06/2025

 DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÓTICOS (CON APLICACIÓN DE EVALUACIÓN VISUAL DE QUEBRADAS)		
IMÁGENES DEL ECOSISTEMA EVALUADO		
Foto panorámica del punto de muestreo	1. Condición del canal	2. Alteración hidrológica
3. Zona ribereña	4. Estabilidad de la orilla	5. Apariencia del agua
6. Enriquecimiento de nutrientes	7. Barreras al movimiento de los peces	8. Cobertura para peces (troncos, ramas, vegetación inclinada sobre la quebrada, piedras, etc.)
9. Pozas	10. Hábitat de macroinvertebrados	11. Cobertura o ensombrecimiento (para peces de aguas cálidas) (si aplica)
12. Presencia de estiércol (de ganado y desechos humanos) (si aplica)	13. Salinidad (si aplica)	14. Rápidos pequeños con sustrato atascado (si aplica)
15. Macroinvertebrados observados (si aplica)	Observaciones	
Observaciones		
Responsable de grupo: _____ Responsable del muestreo: _____		

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>

Otras fotos representativas del punto de muestreo (p. ej. presencia de macrofitas, residuos sólidos o escombros, entre otros)	
Observaciones	
Responsable de grupo:	Responsable del muestreo:

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>

DIAGNÓSTICO DE LA SALUD A NIVEL MACROSCÓPICO Y ORGANOLEPTICO EN PECES, MOLUSCOS Y CRUSTACEOS									
Expediente:		Código de acción:		Fecha:		Arte:			
Ficha:		Código de punto de muestreo:			Encargado:				
Adhesión o impregnación de hidrocarburo en:					Con olor a hidrocarburo en:				
Peces		SI	NO	Peces		Sin olor	Ligero olor	Fuerte olor	
1	Piel (o sobre escamas o placas)			1	Piel				
2	Cavidad oral			2	Cavidad oral				
3	Cavidad opercular / Branquias			3	Cavidad opercular / Branquias				
4	Tubo digestivo*			4	Cavidad visceral**				
5	Línea lateral (escamas)			5	Músculo				
6	Barbillas en Siluriformes			Observaciones:					
7	Zona ventral en peces bentónicos								
Crustáceos y moluscos		SI	NO	Crustáceos y moluscos		Sin olor	Ligero olor	Fuerte olor	
8	Exoesqueleto			6	Exoesqueleto				
9	Antenas y quelas			7	Concha				
10	Concha de moluscos			8	Músculo				
11	Opérculo			Observaciones:					
Aspectos adicionales (adaptado de Sanipes)		SI	NO	Observaciones:					
1	Piel de coloración y aspecto normal (brillo)								
2	Adecuada consistencia del músculo								
3	Opérculos completos y sanos								
4	Ojos presentes y saludables								
5	Branquias completas y de aspecto normal								
6	Hígado de aspecto y consistencia normal								
7	Gónadas de aspecto y consistencia normal								
8	Presencia de parásitos en estómago e intestino								
9	Otros (ver escamas o placas en buen estado, mucosidad)								
* Esófago/Faringe/Estómago/Intestino **Gónadas, hígado y tubo digestivo Especies sugeridas: Peces, moluscos y crustáceos "Fasaco": <i>Hoplias malabaricus</i> / "Bujurqui": <i>Aequidens</i> sp., <i>Cichlasoma</i> sp., <i>Bujurquina</i> sp./ "Carachama": <i>Hypostomus</i> sp., <i>Pterygoplichthys</i> sp., <i>Ancistrus</i> sp. / Otras especies de consumo local.									
Líder de equipo:					Responsable del muestreo:				

		DATOS DE CAMPO DE BIOTA ACUÁTICA - ECOSISTEMA MARINO COSTERO (AMBIENTE INTERMAREAL)			
Expediente: Código de acción:		Estado del tiempo:			
Código del punto de muestreo:		Breve descripción:			
Localidad de muestreo:		Estación climática:			
Profundidad (m):		Coordenada en UTM WGS 84		Zona:	
Fecha muestreo:		Este (m):		Norte (m):	
Hora inicio:		Hora fin:		Referencia de ubicación de la estación de muestreo:	
Parámetros fisicoquímicos medidos <i>in situ</i> de agua marino superficial					
Oxígeno disuelto (mg/L):		Temperatura (°C):			
Conductividad eléctrica (µS/cm):		pH (unidad de pH):			
Color aparente:		Salinidad (UPS)			
Observaciones:					
Tabla de mareas					
Datos del día					
Fecha:		Fuente:			
Hora	Altura (cm)	Velocidad del viento (nudos)			
Descripción del hábitat					
Exposición al oleaje (Playa/Orilla) (x)		Tipo de ambiente :			
Sustrato (%)		Distancia muestreada (m) :			
Descripción y Perfil		Fuentes contaminantes cercanas:			
Exposición al oleaje (Playa/Orilla) (x)		Organismos varados:			
Sustrato (%)		Presencia de algas u otros organismos varados		Cobertura (%)	
Descripción y Perfil				Olor (fuerte, suave, sin olor)	
Comunidades biológicas (muestras)					
Macroinvertebrados bentónicos - Playa Arenosa				Macroinvertebrados bentónicos - Orilla Rocosa	
Equipo de muestreo		Equipo de muestreo			
Área de muestreo		Área de muestreo			
Zonas según McLachlan & Brown	Réplica 1 / Transecto 1	Réplica 2 / Transecto 2	Réplica 3 / Transecto 3	Zonas según Paredes (1974)	Réplica 1 / Transecto 1
Zona Supralitoral (ZS)				Franja Supralitoral (FS)	
Zona Mediolitoral (ZM)				Zona Mediolitoral (ZM)	
Zona Sublitoral (ZI)				Franja Infralitoral (FI)	
Cercanía a una orilla rocosa				Cercanía a una playa arenosa	
Actividades extractivas en la zona				Actividades extractivas en la zona	
OBSERVACIONES:					
Colecta de peces					
SI ()		NO ()			
Método de colecta:					
Colecta de crustáceos/moluscos					
SI ()		NO ()			
Método de colecta:					
Bioacumulación en organismos hidrobiológicos					
Peces: SI ()		NO ()			
Crustáceos: SI ()		NO ()			
Moluscos: SI ()		NO ()			
Indicar el o los tejidos a analizar:					
OBSERVACIONES:					
Líder de equipo:		Responsable del muestreo:			

	DATOS DE CAMPO DE BIOTA ACUÁTICA - REGISTRO DE DATOS DE MUESTREO DE PLANCTON MARINO	
Expediente:		
Código de acción:		
Punto de muestreo:		
Localidad :		
Coordenadas UTM (WGS 84):		N:
Fecha:		
Hora de inicio:		
Hora de fin:		
Estado del mar:		
Ubicación:		
Estado del tiempo:		
Equipo muestreador	Marcar con una x	Observaciones
Botella Niskin		
Red de plancton (10 µm)		
Red de plancton (75 µm)		
Red de zooplancton W-P2 (300 µm)		
Otros		
Datos del flujoómetro	Registro inicial	
Marca:	Registro final	
Lider de equipo:		Responsable del muestreo:

			REGISTRO DE CALA PARA LAS ARTES Y PUNTOS DE MUESTREO		
Expediente:			Código de acción:		
Caracterización de punto de muestreo					
Nota: especificar localidad, bahía, ensenada, islas cercanas, entre otros.					
Punto de muestreo:		Responsable operación a bordo:			
Profundidad:		Fecha:			
Arte de pesca:		Número de piezas o anzuelos (Líneas):			
Largo (brazas, metros):		Altura (brazas, metros):		Tamaño de malla (pulgadas):	
Cala:	Hora	Posición	Registro de fotos:	*Registro de <u>peces</u> capturados:	
Cala punto inicial			Daños por lobos y/o rocas (m ²):		
Cala punto final			Registro de captura incidental de <u>aves</u> ,		
Izada punto inicial			tortugas, malaguas:		
Izada punto final					
*Nombre común asignado por el pescador/tripulante					
Arte de pesca:		Número de piezas o anzuelos:			
Largo (brazas, metros):		Altura (brazas, metros):		Tamaño de malla (pulgadas):	
Cala:	Hora	Posición	Registro de fotos:	*Registro de <u>peces</u> capturados:	
Cala punto inicial			Daños por lobos y/o rocas (m ²):		
Cala punto final			Registro de captura incidental de <u>aves</u> ,		
Izada punto inicial			tortugas, malaguas:		
Izada punto final					
*Nombre común asignado por el pescador/tripulante					
Arte de pesca:		Número de piezas o anzuelos:			
Largo (brazas, metros):		Altura (brazas, metros):		Tamaño de malla (pulgadas):	
Cala:	Hora	Posición	Registro de fotos:	*Registro de <u>peces</u> capturados:	
Cala punto inicial			Daños por lobos y/o rocas (m ²):		
Cala punto final			Registro de captura incidental de <u>aves</u> ,		
Izada punto inicial			tortugas, malaguas:		
Izada punto final					
*Nombre común asignado por el pescador/tripulante					
Arte de pesca:		Número de piezas o anzuelos:			
Largo (brazas, metros):		Altura (brazas, metros):		Tamaño de malla (pulgadas):	
Cala:	Hora	Posición	Registro de fotos:	*Registro de <u>peces</u> capturados:	
Cala punto inicial			Daños por lobos y/o rocas (m ²):		
Cala punto final			Registro de captura incidental de <u>aves</u> ,		
Izada punto inicial			tortugas, malaguas:		
Izada punto final					
*Nombre común asignado por el pescador/tripulante					
Arte de pesca:		Número de piezas o anzuelos:			
Largo (brazas, metros):		Altura (brazas, metros):		Tamaño de malla (pulgadas):	
Cala:	Hora	Posición	Registro de fotos:	*Registro de <u>peces</u> capturados:	
Cala punto inicial			Daños por lobos y/o rocas (m ²):		
Cala punto final			Registro de captura incidental de <u>aves</u> , <u>tortugas</u> , <u>malaguas</u> :		
Izada punto inicial					
Izada punto final					
*Nombre común asignado por el pescador/tripulante					
Responsable de grupo:			Responsable del muestreo:		

MUESTREO BIOLÓGICO DE PECES

				MUESTREO BIOLÓGICO DE PECES															
Expediente:				Código de acción:						Grado de repleción (GR)				Sexo					
Ficha:				Estación:				Fecha:				I = 0-25% II = 26-50%				Hembra: 0			
Encargado:				Arte:				Cala: () 1 o () 2				III = 51-75% IV = 76-100%				Macho: 1			
ID	Especie (nombre científico y nombre común)	Longitud (cm)		Peso(g)	Peso evis. (g)	Sexo	Est. sexual	Gónadas		Peso estg. (g)	GR	Peso hígado (g)	Observaciones (Especificar VT y RF)	Col. de material					
		LT*	LS					Long. (cm)	Peso(g)					ET	Go	OT	Vo	IS	
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																			
32																			

(*) Especificar L.D para los elasmobranchios (p.ej. rayas)
ET: estómago LT: longitud total
Go: gónada LS: longitud estándar
OT: otolito
IS: isótopos

(**) Estadío sexual. Se empleó una escala macroscópica para la identificación de la madurez gonadal
° Escala de madurez gonadal para peces óseos tomado y modificado en INCODER (2010).
° Escala de madurez gonadal para peces cartilaginosos en Mejía (2006).

Responsable de grupo:
Responsable del muestreo:

Formato PM0313-F24
Versión: **03**
Fecha de aprobación: **11/06/2025**

[illegible]

[illegible]

[illegible]

FICHA DE EVALUACIÓN DE FLORA SILVESTRE POR EL MÉTODO DE PARCELAS PERMANENTES DE MUESTREO - PPM															
Expediente								Coordenadas UTM-W84	Este: Norte:			Botánico 1°			
Código de acción									Altura:			Botánico 2°			
Código								Descripción del área							
Fecha															
FECHA	PARCELA	Código de parcela	SUB-PARCELA	N.º PLACA	X	Y	Familia	Género	Especie	DAP (cm)	H (m)	I-LIANA	I-LUZ		
Líder de equipo							Firma								
Responsable de la toma de muestra							Firma								

FICHA DE EVALUACIÓN DE FLORA SILVESTRE POR EL MÉTODO DE TRANSECTO - PUNTOS DE INTERSECCIÓN															
Expediente								Coordenadas UTM-W84	Este:			Botánico 1°			
Código de acción								Norte				Botánico 2°			
Código								Altura:				Colector 1°			
Fecha								Description de la zona							
Fecha:	Zona (EF)	Código de transecto	Transecto	Formación vegetal	Forma de crecimiento	N.*	Familia	Género	Especie	Toques	Total toques	Cobertura (%)	Abundancia relativa (%)		
Lider de equipo								Firma							
Responsable de la toma de muestra								Firma							

EXPEDIENTE NOMBRE DEL COLECTOR _____			CÓDIGO DE ACCIÓN: _____			
N.° DE COLECTA	N.° PARCELA / ÁREA	FECHA: ____/____/____	HORA: ____:____ Hrs.			
INDIVIDUOS	CÓDIGO DE COLECTA	N.° DE DUPLICADOS				
DESCRIPCIÓN: _____						
Coordenadas (Datum WGS 84)		Formación vegetal	Unidad de cobertura vegetal	Altura total (m)	Altura del fuste (m)	DAP* (m)
Zona						
Norte (m)		Cobertura	Diámetro de copa $DC = (d_1 + d_2)/2$	Color de hojas	Color del látex	Presencia de flores
Este (m)						
Altitud (m s.n.m.)				Textura de hojas	Consistencia del látex	Presencia de frutos
Precisión (m)						
CROQUIS						
OBSERVACIONES: _____						

*DAP: Diámetro a la altura del pecho; AC: Área de copa; DC: Diámetro promedio de copa

RESPONSABLE DEL MUESTREO: _____

FIRMAS: _____

1. Pertenece al sector/área/proceso

2. Verificar si la chimenea cuenta o no cuenta con quemador
3. Estado en la que se encuentra el quemador durante la supervisión: Apagado, Encendido
4. Funcionamiento del quemador después del procedimiento de encendido: Prende, No prende
5. Verificar si la chimenea cuenta con quemador y con cilindro metálico en la base, color del rótulo (bolsa de plástico con piedras)
6. Percepción de Olor, en una escala del 1 al 5: 1. Ninguno, 5: Muy alto

Fecha: 11/06/2025

		DATOS DE CAMPO DE IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE EMISIÓN¹ (Fuentes fijas y móviles)					
Nombre de la evaluación							
Expediente de evaluación				Código de acción			
Fecha		Hora inicio		Hora final			
Hora inicio		Tipo de fuente		Código de la fuente			
Componente/ operación							
Nombre de la actividad							
Coordenadas (UTM WGS 84)		Este (m)		Norte (m)			
		Altitud (m.s.n.m.)		Zona		Precisión ($\pm$ m)	
Datos de la fuente fija (Si es de área) ²	Lado mayor (m) de la fuente				Altitud de la fuente (m.s.n.m.)	Periodo de funcionamiento de la fuente en horas durante el día (horas)	
	Lado menor (m) de la fuente						
	Distancia al obstáculo más cercano (m)				Angulo de orientación de la fuente con respecto al norte (°)		
	Área de la fuente (m ²)						
Datos de la fuente fija (Si es de volumen) ³	Lado Mayor (m) de la fuente		Lado Menor (m) de la fuente		Altura o profundidad de la fuente (referencia al suelo) en metros		
	Ángulo de orientación de la fuente con respecto al norte (°)		Distancia al obstáculo más cercano (m)		Periodo de funcionamiento de la fuente en horas durante el día (horas)		
	Volumen de la fuente (m ³)						
Datos de la fuente móvil (Si es lineal) ⁴	Para el punto inicial de la fuente	Este (m)		Para el punto final de la fuente		Este (m)	
		Norte (m)				Norte (m)	
		Altitud (msnm)				Altitud (msnm)	
	Periodo de funcionamiento de la fuente en horas durante el día (horas)						
	Longitud total de la fuente (m)						
Descripción de la fuente							
a)							
b)							
c)							
d)							
e)							
f)							
g)							
h)							
OBSERVACIONES							

¹ Una fuente de emisión es "toda actividad, proceso u operación, realizada por los seres humanos o con su intervención, susceptible de emitir contaminantes al aire. MINAM.

^{2 3} Fuentes que se caracterizan por ser estacionarias. Asimismo, la fuente fija, área y volumen son aquellas actividades que en conjunto afectan la calidad del aire. SEMARNAT, México.

^{3 4} Fuentes móviles en las que, por razón de su uso o propósito, las emisiones se generan durante el desplazamiento de la fuente. IDEAM, Colombia.



Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

PM0313 - F34: Bitácora de calidad del aire

Versión: 03

Fecha: 11/06/2025

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>

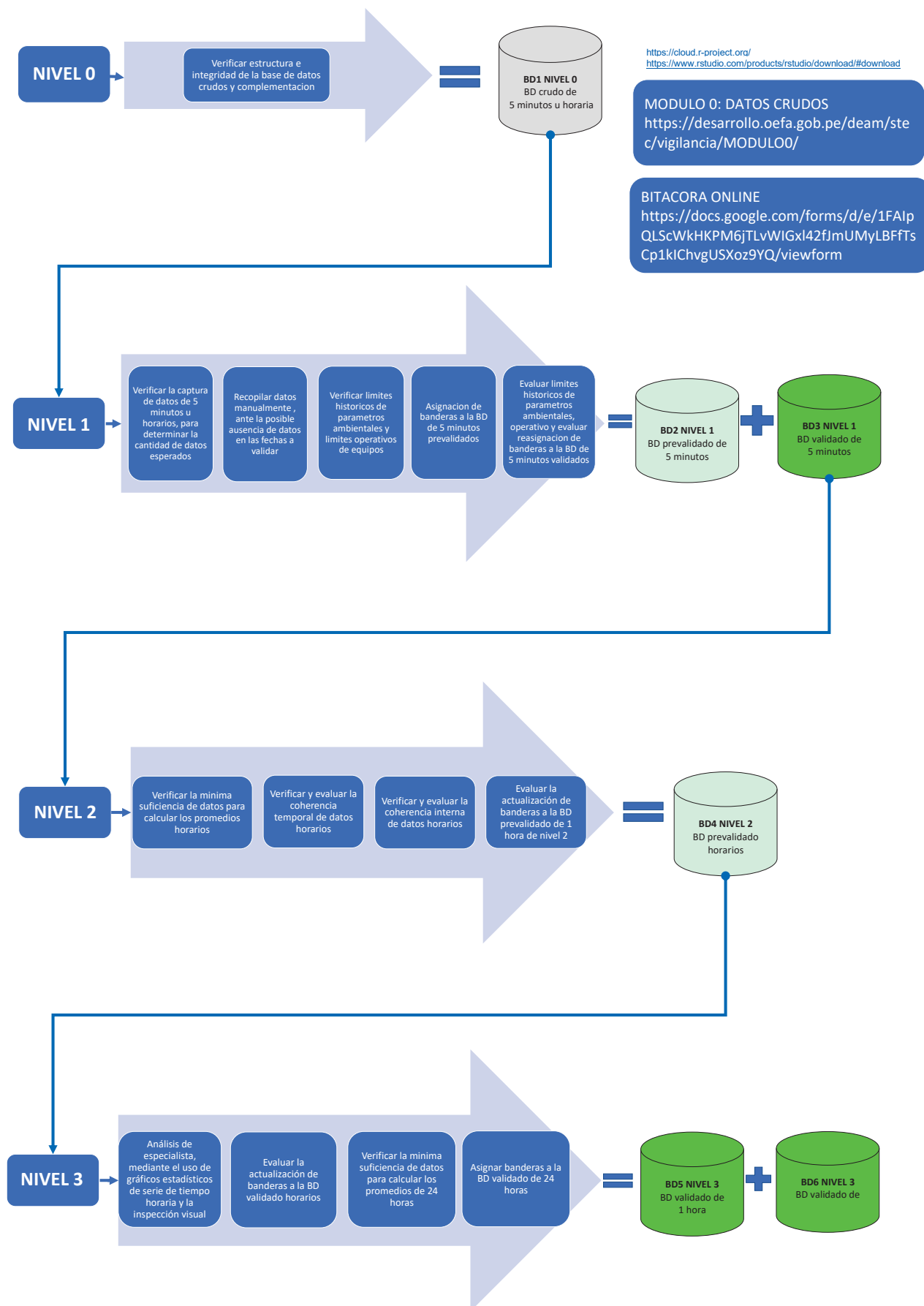
Formato PM0313-F34

Versión: **03**

Fecha de aprobación: **11/06/2025**

PROCESAMIENTO Y VALIDACIÓN DE DATA CRUDA DE EQUIPOS DE CALIDAD AMBIENTAL DEL AIRE

NIVELES DE VALIDACION



BANDERAS DE VALIDACION DE DATOS DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL AIRE

ID	BANDERA Y COLOR	DESCRIPCION
1	PV	<u>DATO PREVALIDO:</u> Dato automatizado por script o macro, que se considera pre correcto o verdadero sin evaluacion de especialista <u>Aplicación:</u> - BD2_N1_5M (datos de 5 minutos)
2	VA	<u>DATO VALIDO:</u> 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 <u>Aplicacion:</u> - 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	<u>DATO POR EVALUAR:</u> 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 <u>Aplicacion:</u> - BD2_N1_5M (datos de 5 minutos) - BD4_N2_1H (datos d 1 hora, movil de 3 y 8 horas)
4	LH	<u>LIMITES HISTORICOS VALIDOS:</u> 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 <u>Aplicacion:</u> - BD2_N1_5M (datos de 5 minutos) - BD4_N2_1H (datos 1 hora)
5	RM	<u>RECOPIACION MANUAL:</u> 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. <u>Aplicacion:</u> - BD2_N1_5M (datos de 5 minutos) - BD4_N2_1H (datos 1 hora)
6	ID	<u>INSUFICIENCIA DE DATOS:</u> 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. <u>Aplicacion:</u> - BD4_N2_1H, BD5_N3_1H (datos 1 hora, móvil de 3 horas, móvil de 8 horas) - BD6_N3_24H (datos 24 horas)
7	LD	<u>MENOR A LIMITE DE DETECCION O RESOLUCION DE EQUIPO:</u> Dato que está por debajo del límite de detección o resolución del equipo. Debe ser evidenciado con un código de bitácora. <u>Aplicacion:</u> - 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)
8	FT	<u>FUNCIONAMIENTO TECNICO DE EQUIPO:</u> Se asigna en base a la existencia de evidencia de alarmas en el equipo de aquellos parámetros operativos críticos 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. <u>Aplicacion:</u> - 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)

9	CT	<u>COHERENCIA TEMPORAL:</u> Dato que no cumple el criterio de valores constantes de concentraciones horarias que no debe ser mayor a 3 horas consecutivas. <u>Aplicacion:</u> - BD5_N3_1H (datos 1 hora, móvil de 3 horas, móvil de 8 horas) - BD6_N3_24H (datos 24 horas)
10	CI	<u>COHERENCIA INTERNA:</u> Dato que no cumpla las relaciones químicas entre contaminantes de PM10 con PM2,5 y oxidos de nitrogeno (NOx) <u>Aplicacion:</u> - BD5_N3_1H (datos 1 hora, móvil de 3 horas, móvil de 8 horas) - BD6_N3_24H (datos 24 horas)
11	EE	<u>EVALUACION DE ESPECIALISTA:</u> 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. <u>Aplicacion:</u> - 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)
12	CA	<u>CALIBRACION DE EQUIPO:</u> 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. <u>Aplicacion:</u> - 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)
13	MA	<u>MANTENIMIENTO PREVENTIVO O CORRECTIVO DE EQUIPO:</u> 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. <u>Aplicacion:</u> - 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)
14	VF	<u>VERIFICACION DE EQUIPO:</u> Dato registrado o no registrado, cuando se realice las actividades de verificación del equipo de medición. Debe ser evidenciado con un código de bitácora. <u>Aplicacion:</u> - 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)
15	IE	<u>INTERRUPCION ELECTRICA:</u> Dato no registrado porque el equipo de medición no cuenta con fluido eléctrico para su operación. Debe ser evidenciado con un código de bitácora. <u>Aplicacion:</u> - 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)
16	AF	<u>ACTUALIZACION DE FIRMWARE DE EQUIPO:</u> Dato no registrado por la actualización de firmware del equipo de medición. Debe ser evidenciado con un código de bitácora. <u>Aplicacion:</u> - 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)

17	AA	<u>ACTUALIZACION DE ALGORITMO DE REGISTRADOR DE DATOS:</u> Dato no registrado por actualización del algoritmo del registrador de datos. Debe ser evidenciado con un código de bitácora. <u>Aplicacion:</u> - 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)
18	EA	<u>EQUIPO APAGADO:</u> 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. <u>Aplicacion:</u> - 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)
19	SE	<u>SIN EQUIPO:</u> 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. <u>Aplicacion:</u> - 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)
20	IM	<u>INSUFICIENCIA DE CAPACIDAD DE MEMORIA DEL REGISTRADOR DE DATOS O EQUIPO:</u> Dato no registrado porque se saturó la memoria interna del registrador de datos o del equipo. Debe ser evidenciado con un código de bitácora. <u>Aplicacion:</u> - 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)
21	ST	<u>SIN TRANSMISION:</u> Dato no transmitido al servidor, pero pendiente de evaluar si almaceno en el registrador de datos o equipo para su recopilacion manual y posterior validacion. Debe ser evidenciado con un código de bitácora. <u>Aplicacion:</u> - 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)
22	ED	<u>EQUIPO DESCONFIGURADO:</u> Dato no registrado cuando el equipo por un detalle tecnico se desconfiguro y no midio. Debe ser evidenciado con un código de bitácora. <u>Aplicacion:</u> - 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)
23	ND	<u>NO DISPONIBLE:</u> 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 <u>Aplicacion:</u> - 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)

PARAMETROS	L1	L2	L3	L4
PBAR	500,0	993,4	1006,7	1050
PP	0,0	0,0	14,4	500
TEMP	-40,0	11,5	34,2	60
HR	0,0	25,5	96,5	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	1009,0	-
PM10_TEMP	-	11,0	36,0	-
PM10_HR	-	25,5	98,5	-
PM25_UGM3	0,0	0,5	3396,0	6000
PM25_FLOW	-	1,14	1,26	-
PM25_PRESION	-	995,90	1017,00	-
PM25_TEMP	-	11,0	36,0	-
PM25_HR	-	25,5	98,5	-
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 (%)
Coeficiente de variacion (CV)	Flujo SO2	#DIV/0!	5,1
Coeficiente de variacion (CV)	Flujo H2S	#DIV/0!	5,1
Coeficiente de variacion (CV)	Flujo CO	#DIV/0!	5,1
Coeficiente de variacion (CV)	Flujo NO2	#DIV/0!	5,1
Coeficiente de variacion (CV)	Flujo PM10	#DIV/0!	5,1
Coeficiente de variacion (CV)	Flujo PM2,5	#DIV/0!	5,1

[illegible]

Formato PM0313-F36

Versión: 03

Fecha de aprobación: 11/06/2025

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificatorias.
Fecha de aprobación: **14/06/2023**
La integridad del documento y la autoría de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml>

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

[illegible]

Formato PM0313-F36

Versión: 03

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificatorias.
Fecha de aprobación: 11/06/2023
 La integridad del documento y la autoría de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml>

[illegible]

Formato PM0313-F36

Versión: 03

Fecha de ap

Documento 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>

Marca temporal	Dirección de correo electrónico	Contraseña	Estación	Fecha de inicio de actividad	Hora de inicio de actividad	Observaciones	Record	CorreoCoor

Tabla 3.8. Concentraciones horarias de CO m8h

TÍTULO DEL ESTUDIO:

ESTACIÓN DE MONITOREO:

FECHA Y HORA DE INICIO:

EQUIPO:

MARCA:

MODELO:

SERIE:

CÓDIGO DE ACCIÓN:

FECHA Y HORA FINAL:

DATOS DEL EQUIPO

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:

Operator de ensayo de calidad de aire

Revisado por:

Gestor de ensayo de calidad de aire

Aprobado por:

Gestor QA/QC - aire

Formato PM0313-F38
Versión: 03
Fecha de aprobación: 11/06/2025

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>

TÍTULO DEL ESTUDIO:

ESTACIÓN DE MONITOREO:

FECHA Y HORA DE INICIO:

FECHA Y HORA FINAL:

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																															
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



Tabla 3.5. Concentraciones horarias de H₂S

TÍTULO DEL ESTUDIO:

CÓDIGO DE ACCIÓN:

ESTACIÓN DE MONITOREO:

FECHA Y HORA DE INICIO:

FECHA Y HORA FINAL:

DATOS DEL EQUIPO

EQUIPO:

MARCA:

MODELO:

SERIE:

Horas	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																															

VF: Verificaciones

MA: Mantenimiento Preventivo

150 µg/m³ en periodo de 24 horas

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:

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:**

[illegible]

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:**

[illegible]



Tabla 3.6. Concentraciones horarias de NO₂

TÍTULO DEL ESTUDIO:

ESTACIÓN DE MONITOREO:

FECHA Y HORA DE INICIO:

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																															
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/m ³ 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

Formato PM0313-F38

Version: 03

Fecha de aprobación: 11/06/2025

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>



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

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:

Horas/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}																															

SE: Sin Equipo

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

Formato PM0313-F38

Versión: 03

Fecha de aprobación: 11/06/2025

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>



Tabla 3.4. Concentraciones horarias de SO₂

TÍTULO DEL ESTUDIO:

ESTACIÓN DE MONITOREO:

FECHA Y HORA DE INICIO:

DATOS DEL EQUIPO

EQUIPO:

MARCA:

CÓDIGO DE ACCIÓN:

FECHA Y HORA FINAL:

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/m ³ 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



Tabla 3.3. Concentraciones horarias de SO₂

TÍTULO DEL ESTUDIO:

ESTACIÓN DE MONITOREO:

FECHA Y HORA DE INICIO:

DATOS DEL EQUIPO

EQUIPO:

MARCA:

MODELO:

SERIE:

Horas	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: Operador de ensayo de calidad de aire

Revisado por: Gestor de ensayo de calidad de aire

Aprobado por: Gestor QA/QC - aire



Tabla 3.1. Concentraciones horarias de PM₁₀

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:

Horas/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 ₁₀ en 24 h																															
ECA aire de PM ₁₀																															

SE: Sin Equipo

MA: Mantenimiento Preventivo

VF: Verificaciones

100 µg/m³ en periodo de 24 horas

Firmado por:

Revisado por:

Aprobado por:

Operador de ensayo de calidad de aire

Gestor de ensayo de calidad de aire

Gestor QA/QC - 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>

Formato PM0313-F38

Versión: 03

Fecha de aprobación: 11/06/2025

PM0313 - F39: Módulo 0 de calidad del aire

Estación:

Ayacucho (Paseo Cañal de la Cruz)

Fecha de inicio:

2024-11-01

00:00

Fecha de fin:

2024-11-28

23:55

Ejecutar:

EE: tabla

Descargar:

.xlsx

Formato PM0313-F39

Versión: 03

Fecha de aprobación: 11/06/2025

Tabla de Datos Crudos (Crudo)

Mostrar: 100 registros

date	ID_ESTACION	FECHA_DATA	HORA_DATA	PBAR	PP	TEMP	HR	WT	Wd	PM10_CONC	PM10_FLOW	PM10_BYPASS_FLOW	PM10_FREI
2/11/2024, 00:00:00	38	11/01/2024	00:00:00	0	0	3	0	0	0	5.1	1.24		
3/11/2024, 00:05:00	38	11/01/2024	00:05:00	0	0	3	0	0	0	5.8	1.24		
4/11/2024, 00:10:00	38	11/01/2024	00:10:00	0	0	3	0	0	0	5.1	1.24		
5/11/2024, 00:15:00	38	11/01/2024	00:15:00	0	0	3	0	0	0	5	1.24		
6/11/2024, 00:20:00	38	11/01/2024	00:20:00	0	0	3	0	0	0	5.0	1.24		
7/11/2024, 00:25:00	38	11/01/2024	00:25:00	0	0	3	0	0	0	4.7	1.24		
8/11/2024, 00:30:00	38	11/01/2024	00:30:00	0	0	3	0	0	0	5.3	1.24		
9/11/2024, 00:35:00	38	11/01/2024	00:35:00	0	0	3	0	0	0	5.5	1.24		
10/11/2024, 00:40:00	38	11/01/2024	00:40:00	0	0	3	0	0	0	5.2	1.24		
11/11/2024, 00:45:00	38	11/01/2024	00:45:00	0	0	3	0	0	0	5.3	1.24		
12/11/2024, 00:50:00	38	11/01/2024	00:50:00	0	0	3	0	0	0	4.8	1.24		
13/11/2024, 00:55:00	38	11/01/2024	00:55:00	0	0	3	0	0	0	4.3	1.24		
14/11/2024, 01:00:00	38	11/01/2024	01:00:00	0	0	3	0	0	0	4.7	1.24		
15/11/2024, 01:05:00	38	11/01/2024	01:05:00	0	0	3	0	0	0	4.1	1.24		
16/11/2024, 01:10:00	38	11/01/2024	01:10:00	0	0	3	0	0	0	4.2	1.24		
17/11/2024, 01:15:00	38	11/01/2024	01:15:00	0	0	3	0	0	0	3.8	1.24		
18/11/2024, 01:20:00	38	11/01/2024	01:20:00	0	0	3	0	0	0	3.8	1.24		
19/11/2024, 01:25:00	38	11/01/2024	01:25:00	0	0	3	0	0	0	3.7	1.24		

Mostrando registros del 1 al 100 de un total de 7,339 registros

Anterior 1 2 3 4 5 705 Siguiente

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Instructivo de medición de caudal

I. OBJETIVO

Establecer las acciones para la medición del caudal del componente agua superficial durante el desarrollo de la evaluación ambiental.

II. INSTRUCCIONES

2.1. Acciones previas a la medición de caudal

a. Verificación del equipamiento para la medición de caudal

- Para el caso de cuerpos de agua superficiales con tirante de agua inferior a 0,30 m (como manantiales o quebradas), el/la evaluador/a debe considerar el uso de tubos de PVC, baldes, vertederos u otros similares.
- Para cuerpos de agua superficiales con tirante de agua superior a 0,30 m, el/la evaluador/a debe considerar correntómetro.

b. Respecto a la ubicación del lugar de aforo

- El/la evaluador/a debe buscar el tránsito del flujo de agua lo más homogéneo y cercano al punto de muestreo de agua superficial.
- Para el caso de ríos y quebradas, el fondo del lecho debe ser uniforme y estable, estando libre de plantas acuáticas, piedras u otros obstáculos que podrían interferir en la medición de la velocidad del flujo.
- Se debe evitar los tramos (o sus secciones) cercanas a los estribos de los puentes.

2.2. Acciones durante la medición de caudal en agua superficial

a. Aforo volumétrico

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

- El agua se encauza en una pequeña represa, colocando una tubería de 2 o 4 pulgadas para que el agua discurra a través de ella. Se considera el flujo del riachuelo o manantial para seleccionar el diámetro de la tubería.
- Ubica al final de la tubería y coloca el balde o cilindro de capacidad conocida, los cuales deben estar graduados.
- Luego, mide el tiempo que demora en llenar el balde o cilindro, repitiendo la actividad, tres veces como mínimo.
- Los valores de volúmenes y tiempos registrados se anotan en el cuaderno de campo o en el formato PM0313-F02 "Datos de campo de agua"

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

b. Aforo con flotador

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

- El tramo que se elige debe ser entre 100 a 200 metros y estar lo más cercano al punto de muestreo, teniendo en cuenta la complejidad del cauce del río.
- El ancho del tramo se mide extendiendo la cinta métrica entre ambas orillas del río o quebrada.
- Asimismo, mide la distancia del punto inicial al punto final del tramo. Se recomienda distancias de tramos mayores a 30 metros.
- El tramo se extiende en secciones uniformes y se mide profundidades con una varilla o sensor de profundidades.
- El flotador es soltado (tapón de corcho, pelota de tecnopor u otro material) en el punto inicial del tramo y mitad del ancho del tramo.
- El tiempo que demora el flotador en recorrer el tramo es medido y se repite dicha medición tres veces como mínimo. Asimismo, la información es registrada en el formato PM0313-F02 *"Datos de campo de agua"*.
- Dependiendo del ancho del cauce en el tramo seleccionado; utiliza varios flotadores y los suelta al mismo tiempo, repitiendo la actividad como mínimo 3 veces.

c. Aforo con correntómetro o molinete

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

- Para el uso adecuado del correntómetro, verifica su operatividad de acuerdo con el instructivo I-DEAM-PM0309-3 *"Uso y verificación del equipo correntómetro"*.
- Aplica el Método de 1 punto en el tirante de agua (d) como se visualiza en la Figura N° 1, para medir la profundidad en la vertical con la varilla metálica o sonda de profundidad se debe colocar el correntómetro a 0,6 d.
- El valor de la velocidad, profundidad y distancia de la orilla a la vertical se registran en el formato PM0313-F02 *"Datos de campo de agua"*.
- Asimismo, aplica este método cuando el tirante de agua sea inferior a 0,60 m.

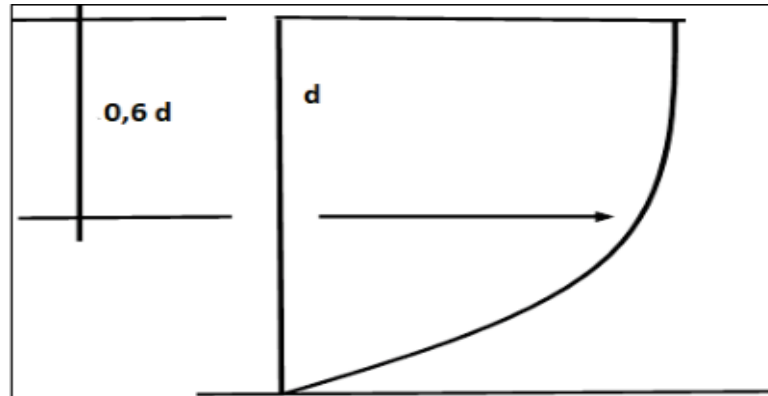


Figura 1. Diagrama del Método de 1 punto en el tirante, siendo: tirante de agua.

- v. Aplica el Método de 2 puntos, como se visualiza en la Figura N° 2, en el tirante de agua (d) para medir la profundidad en la vertical con la varilla metálica o sonda de profundidad, colocar el correntómetro a 0,2 d (primera medición) y 0,8 d (segunda medición).
- vi. El valor de velocidad, profundidad y distancia de la orilla a la vertical es registrado en el formato PM0313-F02 “*Datos de campo de agua*”.
- vii. Se aplica este método cuando el tirante de agua sea superior a 0,70 m.

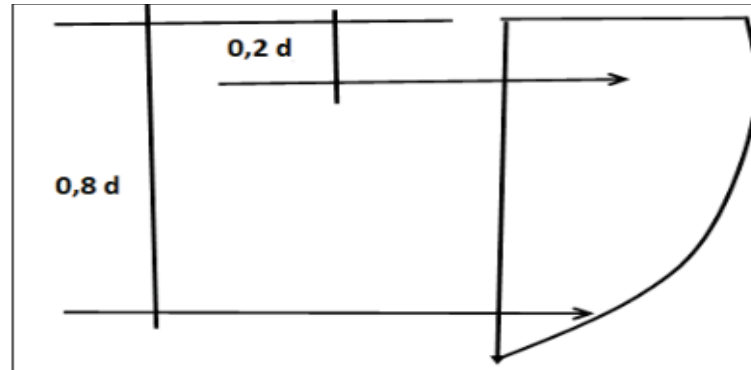


Figura N° 2. Diagrama de método de 2 puntos en el tirante

- viii. Aplica el Método de 3 puntos en el tirante de agua (d) para medir la profundidad en la vertical con la varilla metálica o sonda de profundidad, colocar el correntómetro a 0,2 d (primera medición), 0,4 d (segunda medición) y 0,8 d (tercera medición).

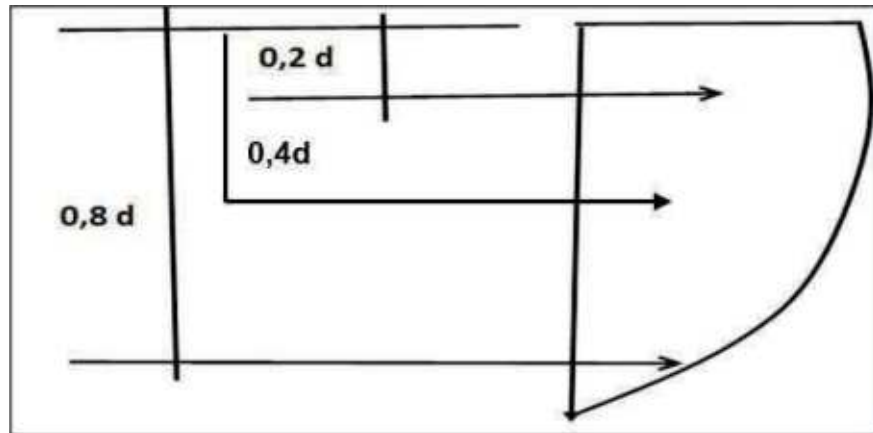


Figura N° 3. Diagrama de método de 3 puntos en el tirante

- ix. Asimismo, el valor de velocidad, profundidad y distancia de la orilla a la vertical es registrado en el formato PM0313-F02 “*Datos de campo de agua*”.
- x. Aplica este método cuando las profundidades en la vertical son superiores a 0,70 m para mediciones bajo hielo o en canales cubiertos por vegetación acuática.
- xi. La sección de aforo se dibuja en la libreta de campo donde se aprecia el número de tirantes de agua medidas, los puntos medidos por cada vertical, los valores de velocidad y distancia a cada tirante de agua. Se toma de referencia la Figura N° 4. Las consideraciones de la separación entre cada medición se detallan en la Tabla N° 1; asimismo, los criterios para la elección del número de tirantes de agua se detallan en la Tabla N° 2.

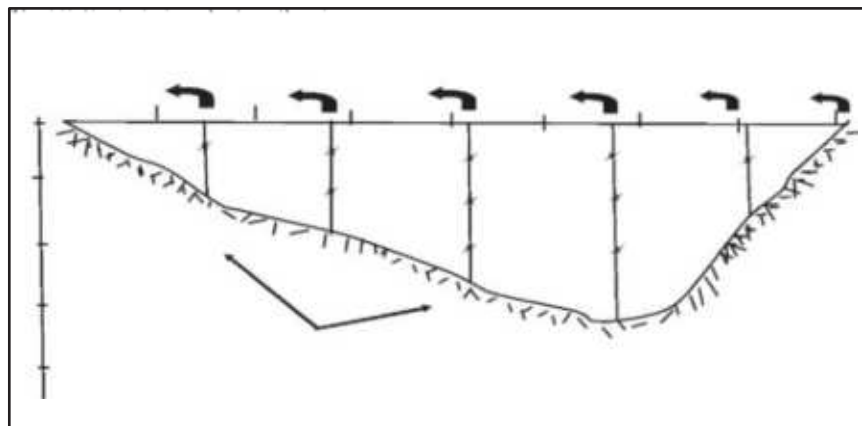


Figura N° 4. Sección típica para aforo con correntómetro.

Tabla N° 1. Relación entre el ancho superficial del río y la separación entre los puntos de medición de la velocidad

Ancho superficial de la sección del río (B) en metro	Distancia entre los puntos de medición o ancho del tramo M (metro)
Menos de 10	Porcentaje de 10% - 15 %

 Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

10-20	Ancho superficial 1
20-40	2
40-60	3
60-80	4
80-100	5
100-150	6
150-200	10
Más de 200	15

Fuente: Guía hidrométrica, SENAMHI-2018¹.

Tabla N° 2. Relación entre el ancho superficial del río y el número de verticales

Ancho del cauce B (m)	Número de verticales (m)
00,5	n = 3 a 4
0,51,0	n = 4 a 5
1,03,0	n = 5 a 8
3,05,0	n = 8 a 10
5,010,0	n = 3 a 4
10,0<B	n = 3 a 4
150-200	10
Más de 200	15

Fuente: Guía hidrométrica, SENAMHI- 2018.

- xii. Para los casos donde además de la medición de caudal se levante información para determinar caudal ecológico mediante los métodos propuestos en los “*Lineamientos Generales para determinar caudales ecológicos*”² debiendo registrar los datos hidromorfológicos y de preferencia de especies en los formatos PM0313-F25 “*Datos de campo de caudal ecológico - Datos hidromorfológico*” y PM0313-F26 “*Datos de campo de caudal ecológico - Preferencia de especies*” del procedimiento PM0313 “Procedimiento de gestión de ensayos analíticos”

2.3. Acciones posteriores a la medición de caudal en agua superficial

a. Cálculo del caudal en aforo volumétrico

- i. Para el cálculo del caudal se utiliza la Ecuación (1).

$$Q=V/T \quad (1)$$

Donde:

Q (m³/s) :Caudal líquido.

¹ Arboleda, J. F., Felipe, O. G., Yerrén, J.E. y Subdirección de Predicción Hidrológica. (2018). Manual de Hidrometría. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI]. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/00701SENA-924.pdf>.

² Resolución Jefatural N° 267-2019-ANA, que aprueba los Lineamientos Generales para Determinar Caudales Ecológicos

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

V (m³) :Volumen del recipiente.
T (s) :Tiempo de llenado del recipiente.

- ii. Para aproximar los caudales máximos según orificios circulares sumergidos con carga H conocida, para una tubería en posición horizontal se utilizará lo detallado en la Tabla N° 3.

Tabla N° 3. Caudales en L/s a través de orificios circulares de diferentes diámetros

Altura H en cm	Diámetro de orificio (D) en pulgadas	
	4"	6"
5	4,9	11,0
10	6,9	15,5

Fuente: Guía para realizar inventarios de fuentes naturales de agua superficial, ANA-2015³.

b. Cálculo del caudal en aforo con flotador

- i. Se utilizan las ecuaciones descritas a continuación:

$$Q=V*A*C \dots\dots\dots (2)$$

$$V=L/T \dots\dots\dots (3)$$

$$A=L*H \dots\dots\dots (4)$$

Donde:

Q (m³/s) : Caudal líquido
V (m/s) : Velocidad
A (m²) : Área de la sección
C : Factor de corrección
T (s) : Tiempo de recorrido del flotador
L (m) : Distancia punto inicial del tramo al punto final del tramo
H(m) : Profundidad del tramo

- ii. Los valores de caudal obtenidos por este método son aproximados, por lo tanto, requieren ser reajustados (corregidos) por medio de factores empíricos³. A estos factores se les denomina factor de corrección "C". Asimismo, en la Tabla N° 4, se presentan los valores de corrección aplicados en diferentes tipos de canal, lechos de ríos y tipo de material.

Tabla N° 4. Valores de corrección C, para el método volumétrico

Tipos de Arroyo	Factor de Corrección de Velocidad (C)	Precisión
Canal rectangular con lados y lechos lisos	0,85	Buena
Río profundo y lento	0,75	Razonable
Arroyo pequeño de lecho parejo y liso	0,65	Mala
Arroyo rápido y turbulento	0,45	Muy mala

³ Resolución Jefatural N° 319-2015-ANA, que aprueba la Guía para realizar inventarios de fuentes naturales de agua superficial.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO		Código: PM0313
			Versión: 03
			Fecha: 11/06/2025

Arroyo muy poco profundo de lecho rocoso	0,25	Muy mala

Fuente: Guía para realizar inventarios de fuentes naturales de agua superficial, ANA – 2015.

c. Cálculo del caudal en aforo con correntómetro o molinete

- i. El caudal es determinado aritméticamente utilizando la Ecuación (5), método de la sección media⁴ como se visualiza en la Figura N° 5.

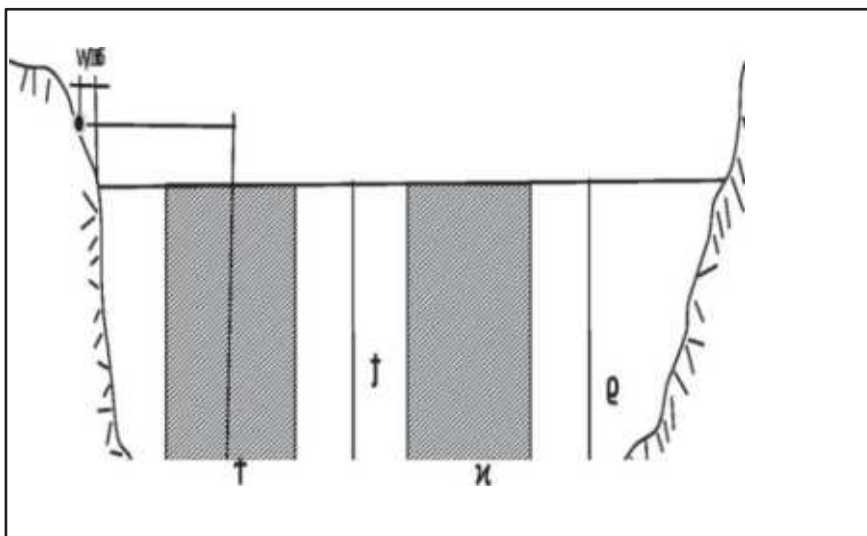


Figura N° 5. Sección media (1-5)

Fuente: Tomado de Sotelo, 2009

$$Q = \sum \left(\frac{v_i + v_{i+1}}{2} \right) \left(\frac{d_i + d_{i+1}}{2} \right) b_{i,i+1} \dots \dots \dots (5)$$

Donde:

Q (m³/s) : caudal promedio en la sección de aforo
v1 (m/s) : velocidad
d1 (m) : longitud del tirante de agua
b1 (m) : distancia desde el punto de medición a la margen izquierda.

- ii. Para mayor detalle de las consideraciones de los cálculos de la velocidad media ver Tabla N° 5.
- iii. Errores en la medición de velocidad: Si ha realizado aforo mediante el uso de correntómetro, se considera los posibles errores a la hora de medir la velocidad y se registre la siguiente información:

3 Sotelo, G. (2009). Hidráulica General Vol.1 Fundamentos. LIMUSA.
https://www.academia.edu/38544755/Hidr%C3%A1ulica_General_Vol_1_Fundamentos_Gilberto_Sotelo_%C3%81vila

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- Flujo inestable, es decir el nivel de agua cambia durante la medición.
- Presencia de gran cantidad de material en suspensión (sedimentos) que interfiere con la lectura del sensor (molinete).
- Es significativa la perturbación libre del agua; por acción del viento, o cualquier otra causa, cuando se va a medir la velocidad superficial.

Tabla N° 5. Tipos de métodos de punto

Tipo de método	N° de mediciones	Profundidad del curso de agua en cm	Puntos de observación (medidos desde la superficie libre)	Velocidad media
Método de un punto	1	30 - 60	0,6d	$V_{media} = V_{0,6}$
Método de dos puntos	2	60 - 300	0,2d y 0,8d	$V_{media} = 0,5(V_{0,2} + V_{0,8})$
Método de tres puntos	3	300 - 600	0,2d; 0,6d y 0,8d	$V_{media} = 0,25(V_{0,2} + V_{0,6} + V_{0,8})$
Método de cinco puntos	5	600	30 cm, 0,2d; 0,6d; 0,8d y 30 cm sobre el fondo	$V_{media} = 0,1(V_{Superf.} + 3V_{0,2} + 2V_{0,6} + 3V_{0,8} + V_f)$

Fuente: Guía Hidrométrica, SENAMHI-2018.

Donde: d: profundidad de agua en cm.

 Organismo de Estudios y Fomento Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Instructivo de muestreo de sedimento

I. OBJETIVO

Establecer las acciones de la toma de muestra del componente sedimento durante el desarrollo de la evaluación ambiental.

II. INSTRUCCIONES

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

El/la evaluador/a debe considerar los siguientes criterios:

- i. La ubicación y georreferenciación de los puntos, áreas o sitios de muestreo se realiza 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 evaluador/a 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, áreas o sitios de muestreo en campo, el/la evaluador/a registran 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 control del instrumento de gestión ambiental, vertimientos, entre otros.

2.2. Respetto a los registros fotográficos y videos

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

- i. Realizar como mínimo dos (2) registros fotográficos en los siguientes casos: (i) la foto panorámica del área o sitio de muestreo; y, (ii) durante el muestreo. Además, puede considerarse lo siguiente:
 - Para la procedencia específica de la muestra de sedimento, debe considerarse una fotografía de las condiciones organolépticas (color determinado con la tabla Munsell).
 - En caso aplique, se debe realizar el registro fotográfico durante la medición y lectura del equipamiento utilizado; de control de calidad (Duplicados, blancos de campo y blancos de equipos); y, de muestras dirimentes.

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

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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- En caso aplique, se debe realizar registros fotográficos empleando un vehículo aéreo no tripulado (VANT) del lecho del cuerpo de agua.
- 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 24 horas u horas inicial y final); (iii) el código de punto de muestreo, (iv) la zona; y, (v) las coordenadas (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 de sedimento.

2.3. Acciones previas al muestreo

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

a. Verificación del equipamiento

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

- i. Las revisiones, controles y pruebas de funcionamiento del equipamiento son realizados de forma conjunta entre el asistente de mantenimiento de equipos ambientales de la Unidad Funcional de Operaciones Técnicas – OTEC y el personal de muestreo de las áreas usuarias, en dos momentos: previo a la salida a campo y en la devolución del equipamiento, conforme al procedimiento PM0309 “*Aprovisionamiento y devolución de equipamiento*” (en adelante, el procedimiento PM0309).

b. Criterios para el muestreo

- i. Las muestras deben ser colectadas en las zonas representativas tanto para ecosistemas continentales como ecosistemas marinos:

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- Áreas afectadas o potencialmente afectadas (derrames de hidrocarburos, relaves mineros, entre otras), cercano de orillas, áreas con presencia de iridiscencia o posible cobertura vegetal afectada, entre otras.
- Áreas donde no se observa evidencia de impacto (derrames de hidrocarburos, relaves mineros, entre otras), y;
- Áreas de acumulación de sedimentos.

- ii. Durante la toma de muestras de sedimento, debe reducir al mínimo la perturbación y lavado de la muestra durante el ascenso (procurando levantar lentamente el equipo o material de muestreo, entre otros).
- iii. Independientemente del equipamiento elegido para la recolección de muestras, es necesario conocer la profundidad de cada punto antes de comenzar, en caso de que la información sobre la profundidad no esté disponible se recomienda que primero se mida.
- iv. En sistemas lóticos el muestreo debe desarrollarse empezando aguas abajo y progresivamente muestrear en dirección aguas arriba, esto para evitar disturbar el medio.
- v. Se debe verificar la presencia de partículas finas en la muestra de sedimento colectada (inspección visual de la muestra).

2.4. Acciones durante al muestreo³

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

a. Rotulado y etiquetado

- i. Previo a la toma de muestra, los envases se rotulan con tinta indeleble y etiquetan con la siguiente información:
 - Código de la muestra.
 - Fecha (dd/mm/aaaa) y hora del muestreo (hh:mm en formato de 24 horas).
 - Parámetro para analizar.
 - Procedencia de la muestra conforme a la cadena de custodia: SED (Sedimento).
 - Cuando corresponda, indicar si es muestra dirimente.

³

Washington State Department of Ecology. (2007). *Standard Operating Procedures for Obtaining Marine Sediment Samples* (Version 1.3). Environmental Assessment Program.

United States Environmental Protection Agency. (2001). *Methods for Collection, Storage and Manipulation of Sediments for Chemical and Toxicological Analyses: Technical Manual*. Office of Science & Technology Office of Water, United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/collectionmanual.pdf>

United States Environmental Protection Agency. (2001). *Innovative Technology Verification Report Sediment Sampling Technology. Aquatic research Instrument Russian Peat Borer*. United States Environmental Protection Agency. <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/P10011T1.PDF?Dockey=P10011T1.PDF>

U.S. Geological Survey – USGS. 1994. Guidelines for collecting and processing samples of stream bed sediment for analysis of trace elements and organic contaminants for the National Water-Quality Assessment Program. <https://doi.org/10.3133/ofr94458>.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- De contar con etiquetas de OEFA deben ser utilizadas, caso contrario se pueden emplear etiquetas del laboratorio contratado.

ii. Posteriormente a la toma de muestra, las etiquetas deben asegurarse con cinta adhesiva de tal manera que estén protegidas de daños de ilegibilidad durante su traslado.

b. Sedimento continental

i. En estos cuerpos de agua, la colecta de la muestra puede ser en:

- Márgenes u orillas de ríos y quebradas.
- Lagos, lagunas y pantanos
- En márgenes u orillas de ríos o quebradas
 - ❖ El sedimento superficial se recoge los 1-2 cm desde cada punto dentro del área o sitio asignado, con una pala de acero inoxidable o material inerte (teflón) y coloca partes iguales en el recipiente de acero inoxidable y/o material inerte.
 - ❖ Para homogeneizar suavemente la muestra en cada recipiente, usa una cuchara de acero inoxidable o teflón teniendo cuidado de no raspar el borde de los tazones. Luego, llena los frascos para muestras químicas, geoquímicas, inorgánicas y orgánicas a evaluar.
 - ❖ Las muestras no deben tomarse con sedimentos de tamaños variables como la grava o restos de vegetación y animales.
 - ❖ Cuando se colecta la muestra con una pala, usa una espátula de acero inoxidable o de teflón para transferir las muestras.
 - ❖ Se puede utilizar el barreno considerando lo siguiente:
 - Sumerge lentamente sobre el punto a muestrear hasta la profundidad deseada, teniendo cuidado en no disturbar el área. Si la superficie se presenta demasiado rígida verifica la presencia de elementos rocosos, en caso contrario, utiliza un martillo para introducir el muestreador.
 - Levanta con la muestra y retira completamente del agua.
 - Desenrosca la tapa para abrir y retira la muestra por la parte superior, siempre manteniéndola vertical para no perderla.
 - Finalmente, coloca la muestra lentamente sobre una bandeja de acero inoxidable o un plástico extendido.
- En áreas pantanosas, lagos y lagunas
 - ❖ Para aguas poco profundas, se recomienda utilizar el barreno/pala tipo ruso y para mayores profundidades se sugiere emplear la draga de acuerdo con el instructivo del procedimiento PM0309.

 Organismo de Estudios y Fomento Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

c. Sedimento marino

i. En estos cuerpos de agua, la colecta de la muestra puede ser en:

- Ambiente intermareal (playas)
- Ambiente submareal
- Ambiente submareal (playa)
 - ❖ Con una pala de acero inoxidable o de material inerte recoge los 5-10 cm superiores del sedimento desde cada punto dentro del área asignada y se colocan partes iguales de sedimento en el recipiente (acero o plástico).
 - ❖ Usa una cuchara de acero inoxidable o de teflón para homogeneizar suavemente la muestra en cada recipiente o bandeja, teniendo cuidado de no raspar el borde o el fondo de las bandejas. Luego, llena los frascos para muestras químicas, geoquímicas, inorgánicas y orgánicas a evaluar.
 - ❖ También puede utilizar los Tubos Corer de acuerdo con los instructivos del procedimiento PM0309.
- En áreas pantanosas, lagos y lagunas
 - ❖ Las muestras del fondo marino se obtienen con equipos denominados dragas y sacatestigos (corer).
 - ❖ Las dragas permiten una colecta superficial del sedimento, pero sin una preservación de la capa de los primeros centímetros, ya que aparece removido. Sin embargo, tiene la ventaja de ofrecer una primera visión del tipo de sedimento y procesos sedimentarios.
 - ❖ Para la colecta de la muestra, la draga es lanzada sobre el sustrato desde la embarcación. Cuando la draga toca fondo, las cucharas penetran en el sedimento superficial haciendo que el dispositivo que las separa se libere, permitiendo el recojo del sedimento cuando se iza la draga.
 - ❖ Una vez en la plataforma (bote) se procede a colocar el sedimento en los recipientes que correspondan.
 - ❖ Los sacatestigos, como se visualiza en la Figura N° 2, permiten la obtención de testigos continuos de sedimento que conservan la estructura y la secuencia sedimentaria. Para la toma de muestras del equipo se coloca en su interior un cilindro. El sedimento es recogido y conservado dentro de los cilindros, y será procesado en la plataforma (bote) de acuerdo con el objetivo de las acciones que realizan las áreas usuarias.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

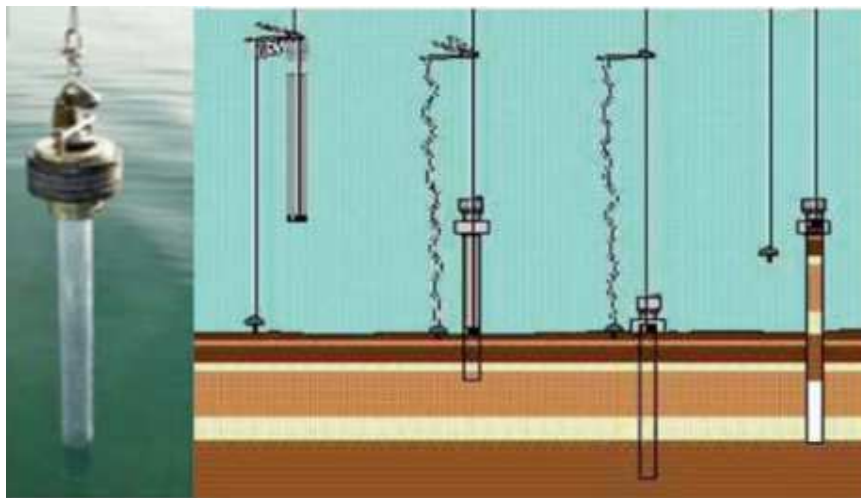


Figura 2. Equipo de Sacatestigos Fuente: Normas Técnicas Hidrográficas N° 10 - HIDRONAV

- ❖ La colecta de sedimento empleando corer manual, como se visualiza en la Figura N° 3.
- ❖ Una vez introducido el corer en el sedimento, coloca un tapón en la parte superior, y cuando este quede bien asegurado coloca un segundo tapón en la parte inferior.
- ❖ Durante el ascenso, se recomienda que el corer permanezca en posición vertical para evitar que se mezclen las capas de sedimento, y además, los tapones deben ser sujetados con ambas manos para evitar pérdida de muestra.
- ❖ Una vez en la plataforma (bote) procede a procesar las muestras de acuerdo con el objetivo de las acciones que realizan las áreas usuarias. En general esta técnica se puede utilizar para puntos de muestreo con profundidades menores a los 20 metros.



Figura 3. Colecta de sedimento mediante corer manual
Fuente: Giraldo et al., 2011

a. Homogenización, tamizado, cuarteo y envasado de la muestra

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

- i. Las conchas, hojas, piedras, madera, césped, entre otros materiales sólidos, así como excesos de agua acompañante deben ser retirados.
- ii. En caso de muestras compuestas, proceder de la siguiente manera:
 - La muestra debe ser homogenizada apropiadamente con la ayuda de una cuchara de acero inoxidable recubierta de teflón, luego mezcla homogéneamente la muestra, eliminando piedras, raíces u otros objetos ajenos a la muestra.
 - Para el envasado de sedimentos, sostiene el envase y luego recolecta la muestra con ayuda de la cuchara de acero inoxidable recubierta de teflón.
 - Para sedimentos muy finos, sube lentamente la cuchara de acero inoxidable recubierta de teflón, para evitar la pérdida de materiales finos, de tal forma que la muestra no altere su composición.
 - Llena el envase con la cantidad de muestra requerida por el laboratorio para su análisis.
- iii. Cuando se tienen parámetros de características volátiles (VOC), hidrocarburos y otros similares, la toma de muestra se realiza de manera directa (no se homogeniza, tamiza ni cuartea); se recomienda enrasar la muestra hasta la boca del frasco, con la finalidad de reducir al máximo el aire en el interior del recipiente y prevenir una potencial oxidación o volatilización de los contaminantes.
- i. Para las muestras tomadas con fines de pruebas ecotoxicológicas seguir las indicaciones del Anexo N° 1 “*Condiciones para la conservación de las muestras para ensayos ecotoxicológicos*” del procedimiento PM0314 “*Gestión de ensayos analíticos*” del Manual de procedimientos “*Evaluación Ambiental*”.

d. Aseguramiento de la calidad

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

- i. Se debe considerar un duplicado como mínimo y se repetirá por cada diez (10) muestras del parámetro más crítico de interés.
- ii. Se debe inspeccionar, eliminar los sedimentos de los equipos o material de muestreo, con abundante agua desionizada después de cada uso, desechando el material de muestreo que no pueda limpiarse.
- iii. Las muestras consideradas para las pruebas ecotoxicológicas deben considerar realizar repeticiones de campo en el 10% de las muestras colectadas.
- iv. La información generada se registra en el formato PM0313-F05 “*Datos de campo de sedimento*” del procedimiento PM0313 “*Procedimiento de gestión de ensayos analíticos*”

2.5. Acciones posteriores al muestreo

 Organismo de Estudios y Fomento Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

a. Conservación y transporte de las muestras

- i. Una vez preservadas, tapadas herméticamente y rotuladas, las muestras deben ser refrigeradas en las cajas térmicas en un rango de temperatura de entre $5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, en posición vertical, con sus respectivos refrigerantes, a baja temperatura de acuerdo con las consideraciones establecidas por el laboratorio.
- ii. Tener en consideración que las muestras para pruebas ecotoxicológicas emplean bolsas de teflón nuevas y sin reuso.
- iii. El envío de muestras perecibles para su análisis, deben cumplir con el tiempo establecido en las recomendaciones para la preservación y conservación por el laboratorio.
- iv. En su transporte al laboratorio, toda muestra debe estar siempre acompañada del formato PM0313-F05 "*Datos de campo de sedimento*" del procedimiento PM0313 "Procedimiento de gestión de ensayos analíticos".
- v. Para evitar que los recipientes sufran golpes, rajaduras o se rompan durante el transporte al laboratorio, debe colocarse entre ellos material de empaque limpio (plástico preformado para relleno, también pueden utilizarse cartón o papel corrugado).
- vi. Las cajas térmicas deben tener de preferencia etiquetas que señalen la posición correcta en que deben ser transportados.
- vii. Una vez que haya empacado y refrigerado las muestras, cerrar las cajas térmicas, embalaje con cinta adhesiva y plastifilm (stretch film) y se transportan lo antes posible al laboratorio, teniendo en cuenta los tiempos de perecibilidad de cada parámetro. Comunicar el traslado de las muestras conforme al procedimiento PM0311 "*Gestión de transporte de equipamiento, materiales y muestras*".
- viii. Al finalizar las actividades de muestreo, el equipamiento debe mantenerse en óptimo estado de limpieza y en buenas condiciones de funcionamiento, debiendo comunicar de inmediato a él/la asistente en mantenimiento de equipos de la OTEC, en caso se presente cualquier desperfecto, daño o pérdida del equipamiento de acuerdo con el procedimiento PM0309.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Instructivo de muestreo de suelo

I. OBJETIVO

Establecer las acciones de la toma de muestra del componente suelo durante el desarrollo de la evaluación ambiental.

II. INSTRUCCIONES

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

El/la evaluador/a debe considerar los siguientes criterios:

- La delimitación de las áreas de interés de muestreo, ubicación y georreferenciación de los puntos de muestreo se realiza 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.
- Para una ubicación rápida de los puntos de muestreo en campo, el/la evaluador/a registran 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 control del instrumento de gestión ambiental, entre otros.
- La información se consigna en la PM0313-F06 "Ficha de campo de suelo".

2.2. Respecto a los registros fotográficos y videos

Criterios generales

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

- Realizar como mínimo dos (2) registros fotográficos en los siguientes casos:
 - la foto panorámica del área de muestreo; y,
 - durante el muestreo. Además, puede considerarse lo siguiente:
 - Para la procedencia específica de la muestra de suelo, debe considerarse una fotografía de las condiciones organolépticas (color determinado con la tabla Munsell)
 - En caso aplique, realiza el registro fotográfico durante la medición y lectura del equipamiento utilizado; de control de calidad (Duplicados, blancos de campo y blancos de equipos); y, de muestras dirimentes.
 - En caso aplique, realiza registros fotográficos empleando aeronave no tripulada de las áreas de interés de muestreo.

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

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

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- 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 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).



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 suelo.

2.3. Acciones previas al muestreo

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

a. Verificación del equipamiento

- i. Las revisiones, controles y pruebas de funcionamiento del equipamiento son realizados de forma conjunta entre el asistente de mantenimiento de equipos ambientales de la Unidad Funcional de Operaciones Técnicas - OTEC y el personal de muestreo de las áreas usuarias, en dos momentos: y en la devolución del equipamiento, conforme al procedimiento PM0309 “Aprovisionamiento y devolución de equipamiento” (en adelante, **el procedimiento PM0309**).

b. Rotulado y etiquetado

- i. Previo a la toma de muestra, los envases se rotulan con tinta indeleble y etiquetan con la siguiente información:
- Código de la muestra.
 - Fecha (dd/mm/aaaa) y hora del muestreo (hh:mm en formato de 24 horas).
 - Parámetro para analizar.
 - Procedencia de la muestra conforme a la cadena de custodia: SU (suelo),
 - Cuando corresponda, indicar si es muestra dirimente.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- De contar con etiquetas de OEFA deben ser utilizadas, caso contrario se pueden emplear etiquetas del laboratorio contratado.
- ii. Posteriormente al muestreo, las etiquetas deben asegurarse con cinta adhesiva (embalaje) de tal manera que estén protegidas de daños de ilegibilidad durante su traslado.

2.4. Acciones durante al muestreo

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

a. Delimitación y limpieza del área de muestreo

- i. La delimitación y retiro de la cobertura vegetal (si fuese necesario) del área a muestrear, se realiza con cuidado de no perder muestra de suelo unido a las raíces; asimismo, cualquier desecho o escombros superficial (ramas, piedras, residuos, etc.) debe ser retirado.

b. Toma de muestra de suelo

i. Profundidad del muestreo

- La profundidad del muestreo se realiza de acuerdo con lo establecido en la Guía para el Muestreo de Suelos³; asimismo, teniendo en cuenta las características de suelo, tipo de contaminante, mecanismo de transporte, entre otros aspectos observados en campo.
- El personal de muestreo puede realizar el muestreo de suelo a nivel superficial o a distintas profundidades, teniendo en cuenta de no mezclar las muestras de diferentes horizontes y/o capas.

ii. Perforación o sondeo y obtención de la muestra

- Con barreno
 - ❖ Es utilizado para obtener muestras a distintas profundidades. Para tal efecto, la punta del barreno se debe posicionar sobre el área a muestrear (Ver Figura N° 2), luego girar en el sentido horario presionando hacia abajo hasta llegar a la profundidad deseada. Luego el barreno con la muestra debe ser retirado y depositado en un recipiente apropiado.
 - ❖ Esta operación se repite las veces que sean necesarias.



Figura N° 2. Obtención de la muestra con barreno
Con pala

- Para la obtención de muestras superficiales, usa una pala recta de acero inoxidable, la cual introduce en el suelo realizando un corte en forma de "V", para impedir que el suelo se desmorone y se pierda muestra; luego, desde la parte superior de una de las paredes del corte, introduce la pala y extrae una tajada lateral de 3 cm de espesor a más, de acuerdo a la cantidad de muestra deseada (Ver Figura N° 3).
- Con ayuda de una espátula de acero inoxidable o acero al carbono, elimina los bordes que entraron en contacto con la pala para depositarlo posteriormente en un recipiente apropiado. Se repite la operación las veces que sean necesarias.



Figura N° 3. Obtención de la muestra superficiales con pala recta

- Si el suelo es arenoso, suelto (polvoso) y superficial, es suficiente emplear una pala de acero inoxidable, sin necesidad de seguir los pasos indicados en el párrafo precedente.
- La pala también es utilizada para obtener muestras a mayor profundidad en calicatas o chequeos detallados. Las calicatas son excavaciones de terreno de aproximadamente 1,50 m de largo, 0,80 m de ancho y 1,50 a 2,00 m de profundidad (la profundidad puede variar debido a la presencia de factores limitantes); mientras

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

que, los chequeos detallados son excavaciones de aproximadamente 0,50 m de lado por 0,50 m de profundidad, estos pueden ser complementados con barrenajes.

- Los datos obtenidos de la lectura de las calicatas son registrados en el formato PM0313-F06 “*Ficha de campo de suelo*”.

3.2. Homogeneización, tamizado, cuarteo y envasado de la muestra

- Los terrones se disgregan manualmente o mediante el uso de un martillo de goma, se eliminan: piedras, gravas, guijarros u otros objetos ajenos a la muestra, tales como raíces grandes, etc. Luego se tamiza la muestra, usando un tamiz de 2 mm de orificio; los terrones de arcillas o limos que no pasan se vuelven a disgregar y tamizar. La muestra de fracción menor a 2 mm se homogeniza y se almacena en el envase correspondiente.
- Si el volumen de muestra obtenido supera el deseado o se trata de una muestra compuesta, realiza un cuarteo para obtener una submuestra.
- El cuarteo para obtener una submuestra consiste en mezclar formando una pila cónica con el suelo tamizado, luego aplana con la ayuda de un cucharón de acero inoxidable u otro material inerte; luego repite varias veces sobre una superficie dura, limpia y nivelada.
- Una vez logrado un espesor uniforme y una figura regular se le divide mediante diagonales, obteniendo cuatro porciones iguales (visualizar la Figura N° 4) de las cuales se descartan dos diagonales opuestas (repetir el proceso hasta obtener el volumen de muestra deseado).
- Asimismo, se debe considerar el uso de herramientas y materiales de acuerdo al parámetro a muestrear.



Figura N° 4. Obtención de la muestra homogeneizada y tamizada

Nota:

- Cuando el suelo no tiene las condiciones para ser tamizado (bofedales, humedales, turberas, entre otros), se homogeniza y se toma mayor cantidad de muestra.
- Cuando el suelo está afectado por hidrocarburos, se recomienda tomar la muestra de manera directa del área afectada (sin

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

homogeneizar, sin tamizar ni cuartear), sin embargo, se debe considerar la etapa de la contingencia.

3.3. Obtención de muestra para el parámetro compuesto orgánico volátil (COV)

- i. El equipo PID (equipo detector de fotoionización) debe utilizarse preferentemente de manera exploratoria para seleccionar el lugar de muestreo con mayor concentración de COV. Puede ser a nivel superficial o a diferentes profundidades, de acuerdo con las siguientes consideraciones:
 - Colecta una muestra adicional en una bolsa hermética (inmediatamente para evitar volatilización). Una vez cerrada la bolsa, disgrega la muestra para liberar los volátiles.
 - Coloca la bolsa bajo sombra entre 10 a 15 minutos para completar la volatilización. Luego introduce la sonda del PID a través de un pinchazo, evitando el contacto con la muestra y realiza la medición de los COV.
 - Para la toma de muestra de COV debe seguir las indicaciones del contratista del laboratorio.

3.4. Obtención de muestra para el parámetro análisis de microbiología en suelos

- i. La muestra se colecta de manera directa con un cucharón de plástico o acero inoxidable y la ayuda de una espátula, desinfectadas previamente con alcohol.
- ii. Para su preservación y transporte debe seguir las indicaciones del laboratorio.
- iii. Esta muestra no se debe tamizar ni cuartear, sólo se eliminan materiales como piedras, maderas, hojas secas o cualquier otro material ajeno al suelo.

3.5. Reconformación del lugar de muestreo

- i. Luego de tomar la muestra, reconforma la superficie del suelo y se cierran los hoyos, calicatas o chequeos detallados que se haya abierto durante las labores de muestreo, como se visualiza en la Figura N° 5.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025



Figura N° 5. Reconformación del punto de muestreo

4 Aseguramiento de la calidad del muestreo

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

- Para el control de la calidad analítica se debe duplicar el 10% de las muestras a ser analizadas para sitios con superficies menores o igual a 20 ha, y 5% para superficies mayores a 20 ha. Los duplicados serán enviados al laboratorio correspondiente.
- Los blancos de equipo se colectan después del muestreo en aquellos puntos con mayores indicios de contaminación y deben ser al menos el 3% del total de las muestras.
- La limpieza y descontaminación de las herramientas de toma de muestra, se debe realizar con detergente libre de fosfatos.
- Luego del enjuague final de los equipos de muestreo de suelo se realiza un enjuague adicional con agua desionizada, en este proceso el agua de enjuague debe ser colectada en un frasco acorde con el parámetro indicado.
- Considerar un blanco de equipo por día de muestreo, dicha muestra de agua debe ser enviada al laboratorio correspondiente, y una vez analizada, debe mostrar la efectividad de la limpieza de los equipos de campo.
- La limpieza de herramientas de suelos se debe realizar de acuerdo con lo indicado en el Instructivo I-DEAM-PM0309-19 *“Uso y manejo de equipos de muestreo de suelo y sedimento”*, del procedimiento PM0309.

4.1. Acciones posteriores al muestreo

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

a. Almacenamiento y conservación de la muestra

- Las muestras envasadas, lacradas y rotuladas se colocan en cajas térmicas con paquetes de hielo en gel, en un lugar fresco manteniendo la temperatura indicada por el laboratorio.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- ii. El registro de la información del muestreo se realiza en la libreta de campo y en el formato PM0313-F06 *“Ficha de campo de suelo”*.
- iii. Registrar la información de la muestra en el formato PM0313-F04 *“Cadena de custodia - Agua, Sedimento y Suelo”*.
- iv. Las muestras de suelo para pruebas ecotoxicológicas se deben coleccionar en bolsas nuevas de teflón y sin preservantes.

b. Embalaje y envío de las muestras

- i. Una vez tapadas herméticamente, y rotuladas, las muestras serán refrigeradas en las cajas térmicas, en posición vertical, con sus respectivos refrigerantes.
- ii. En ninguna circunstancia las muestras deben congelarse.
- iii. Al finalizar las actividades de muestreo, los equipos deben mantenerse en óptimo estado de limpieza y en buenas condiciones de funcionamiento.
- iv. Si se presenta un desperfecto, daño o pérdida de los equipos, se comunica al asistente de mantenimiento de equipos de la Unidad Funcional de Operaciones Técnicas de acuerdo con el formato PM0309-F10 del procedimiento PM0309.
- v. Se considera el traslado de las muestras al laboratorio, según los tiempos de conservación de cada parámetro, establecidos por el laboratorio.
- 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, se coloca entre ellos material de empaque limpio (plástico preformado para relleno, también pueden utilizarse empaques de cartón o papel corrugado).
- viii. Las cajas térmicas serán embaladas y rotuladas, indicando procedencia, remitente, destino, laboratorio, fecha de perecibilidad y observaciones necesarias. El envío y traslado de las muestras al laboratorio puede realizarse por diversos medios: aéreo, terrestre o fluvial. Las cajas térmicas deben tener, en lo posible, etiquetas que señalen la posición correcta en que deben ser transportados.
- ix. Una vez que se haya empacado y refrigerado las muestras, se cierra las cajas térmicas, se les embala con cinta adhesiva y plastifilm (strech film), y se los transporta lo antes posible al laboratorio, de acuerdo con el formato PM0311-F01 del procedimiento PM0311 *“Gestión de transporte de equipamiento, materiales y muestras”*.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Instructivo de medición de ruido ambiental

I. OBJETIVO

Establecer las acciones de la medición del componente ruido ambiental durante el desarrollo de la evaluación ambiental.

II. INSTRUCCIONES

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

El/la evaluador/a debe considerar los siguientes criterios:

- La ubicación y georreferenciación de los puntos de muestreo se realiza 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.
- Excepcionalmente, bajo condiciones de operación de equipos GPS, el/la evaluador/a podrá coleccionar datos en el sistema de coordenadas sexagesimal (geográficas), debiendo consignar valores de precisión con 6 decimales como mínimo.
- Para una ubicación rápida de los puntos de muestreo en campo, el/la evaluador/a registran 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 control del instrumento de gestión ambiental, entre otros.

2.2. Respetto a los registros fotográficos y videos

Se deben considerar los siguientes criterios:

- Realizar como mínimo dos (2) registros fotográficos en los siguientes casos: (i) la foto panorámica de la zona de muestreo; y, (ii) durante el muestreo. Además, debe considerarse lo siguiente:
 - Para la medición de ruido ambiental, el registro fotográfico debe considerar: (i) una foto panorámica de la zona de medición que abarque la mayor cantidad de área desde la posición del equipamiento; (ii) una foto de las fuentes de ruido presentes durante la medición (la fotografía debe tener un barrido de 360° para que abarque la mayor cantidad de área desde la posición del sonómetro); y, (iii) otra durante el monitoreo o medición.
 - Verificar que la fecha y hora indicada en el equipamiento se encuentre en el mismo formato de la cámara fotográfica o filmadora.
 - Se debe realizar el registro fotográfico durante la verificación operacional de los equipos de monitoreo.

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

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

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- d. En caso aplique, se debe realizar registros fotográficos empleando aeronave no tripulada.
- 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 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 N° 1. Modelo de pizarra para la medición de ruido ambiental.

2.3. Acciones previas a la medición

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

a. Verificación del equipamiento para la medición de ruido ambiental

- La información del punto de medición de ruido ambiental se debe registrar en el PM0313-F13 "Datos de medición de ruido ambiental"
- Antes de iniciar las actividades para la medición del ruido, enciende el sonómetro y verifica que la fecha y hora del equipo se encuentren actualizadas siguiendo las indicaciones para el uso y verificación de sonómetro de los procedimientos PM0309 "Aprovisionamiento y devolución de equipamiento" (en adelante, el procedimiento PM0309).
- Las ponderaciones de la medición del sonómetro deben ser configuradas por el personal de muestreo en función al tipo de fuente de ruido ambiental que se va a medir, las cuales pueden ser por tiempo (Slow, Fast o Impulse) y frecuencia (A, C o Z). Luego, registra en el formato PM0309-F04 "Verificación operacional de equipo sonómetro" del procedimiento PM0309..
- En caso sea necesario, identifica y mide un rango determinado de frecuencias, esto puede ser efectuado mediante el uso de filtros de 1/1 octavas, 1/3 de octava, 1/12 de octava, entre otras que tenga disponible el sonómetro.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- v. La calibración del sonómetro se debe verificar mediante la utilización de un calibrador acústico. Registrar en el formato PM0309-F04 “*Verificación operacional de equipo sonómetro*” del procedimiento PM0309.
- vi. El tiempo de medición es establecido cubriendo las variaciones significativas de la fuente generadora de ruido (el intervalo debe ser representativo de la fuente evaluada).
- vii. Las condiciones meteorológicas se registran durante la medición del nivel de presión sonora, asimismo las variaciones respecto a las condiciones meteorológicas serán mínimas cuando se cumple la siguiente ecuación (1.7):

$$\frac{h_s + h_r}{D} \geq 0,1 \quad \dots\dots (1.7)$$

Donde:

h_s : Altura de la fuente

h_r : Altura del receptor

D : Distancia horizontal entre la fuente y el receptor

Estas variables deben tener las mismas unidades.

b. Respecto a la instalación de equipos

- i. El equipo es instalado sobre el trípode de sujeción a 1,5 +/- 0,1 m del nivel del piso, en el área de estudio que se quiere evaluar.
- ii. El micrófono se dirige hacia la fuente sonora de interés y debe estar protegido con pantalla anti-viento.
- iii. Para medir las condiciones en una ubicación específica, utiliza un micrófono en esa ubicación específica. En otros casos, realiza la medición en las siguientes ubicaciones: campo sonoro incidente o entre 0,5 m y 2 m frente a una superficie reflectante.

2.4. Acciones durante la medición

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

- a. En la medición se consideran los periodos (tiempos de medición) y las ponderaciones previamente configuradas. Durante la medición, debe estar a distancias mayores a 0,5 m detrás del micrófono para evitar interponerse entre la fuente sonora y el micrófono y no afectar el campo sonoro con el movimiento del cuerpo.
- b. Registra en el formato PM0313-F13 “*Datos de medición de ruido ambiental*” los parámetros acústicos (niveles sonoros) y no acústicos (ejemplo: paso de vehículos, condiciones del lugar de monitoreo, el tiempo atmosférico, condiciones de operación de la fuente, entre otros que sean necesarios para la evaluación ambiental específica).
- c. Asimismo, registra en este mismo documento los eventos sonoros ajenos y relacionados con la/s fuente/s evaluadas en los puntos de medición (receptores).

2.5. Acciones posteriores a la medición

I-DEAM-PM0313-07

Versión: **03**

Fecha de aprobación: **11/06/2025**

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

- a. El sonómetro debe ser verificado empleando el calibrador acústico y se anotan los datos obtenidos en el formato PM0309-F04 *“Verificación operacional de equipo sonómetro”* del procedimiento PM0309.
- b. Las mediciones efectuadas después de la última verificación satisfactoria son descartadas en caso de que se encuentren diferencias mayores a 0,5 dB entre el valor obtenido de la verificación antes de iniciar y después de finalizar la medición.
- c. Al finalizar la medición o serie de mediciones, el equipo se apaga y se desmonta con sumo cuidado todos los accesorios de los que dispone el sonómetro. Luego, deben ser guardados en sus respectivos contenedores para su transporte y almacenamiento.
- d. Por último, los datos del sonómetro son descargados para posteriores análisis, correcciones y validaciones de datos en gabinete.

2.6. Aseguramiento de la calidad de la medición

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

- La operatividad del sonómetro debe ser verificada por medio del calibrador acústico antes y después de la medición de ruido ambiental. Para ello, registra en el formato PM0309-F04 *“Verificación operacional de equipo sonómetro”* del procedimiento PM0309.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Instructivo de Muestreo de biota acuática – Plancton

I. OBJETIVO

Establecer las acciones de la toma de muestra del plancton durante el desarrollo de la evaluación ambiental.

II. INSTRUCCIONES

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

El/la evaluador/a debe considerar los siguientes criterios:

- La ubicación y georreferenciación de los puntos de muestreo se realiza 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.
- Excepcionalmente, bajo condiciones de operación de equipos GPS, el/la evaluador/a debe coleccionar datos en el sistema de coordenadas sexagesimal (geográficas), debiendo consignar valores de precisión con 6 decimales como mínimo.
- Para una ubicación rápida de los puntos de muestreo en campo, el/la evaluador 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 control del instrumento de gestión ambiental, entre otros.

2.2. Respecto a los registros fotográficos o videos

El/La evaluador/a debe considerar los siguientes criterios:

- Realizar como mínimo dos (2) registros fotográficos en los siguientes casos: (i) la foto panorámica de la zona de muestreo; y, (ii) durante el muestreo. Además, considera lo siguiente:
 - Para la procedencia específica de la muestra de plancton, el segundo registro fotográfico debe incluir la medición de parámetros de campo y otra durante la colecta de la muestra.
 - 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.
- 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 24 horas u

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

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

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

horas inicial y final); (iii) el código de punto de muestreo, (iv) la zona; y, (v) las coordenadas (ver Figuras números 1 y 2).

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 plancton que habita en agua superficial.

Código del punto de muestreo		
HB-COPE-01		
Coordenada Este →	E: 497372	Fecha: 05/04/2018
Coordenada Norte →	N: 9357009	Hora: 13:44
Profundidad →	Prof: 10 m	Datum: WGS 84
Precisión GPS →	p: ± 3m	Zona UTM: 17 M

Figura N° 2. Modelo de pizarra para el punto de muestreo de plancton que habita en agua de mar.

2.3. Acciones previas al muestreo

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

a. Verificación del equipamiento para el muestreo de plancton

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

- Las revisiones, controles y pruebas de funcionamiento del equipamiento son realizados de forma conjunta entre el asistente de mantenimiento de equipos ambientales de la Unidad Funcional de Operaciones Técnicas - OTEC y el personal de muestreo de las áreas usuarias, en dos momentos: previo a la salida a campo y en la devolución del equipamiento, conforme al procedimiento PM0309 “Aprovisionamiento y devolución de equipamiento” (en adelante, el procedimiento PM0309).

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

b. Respetto de la procedencia específica de la muestra de plancton

Para el muestreo en el ambiente marino, revisa el estado del tiempo y organiza las fechas y horarios de actividad en campo. Para ello, se consultan los sitios web: <http://www.buoyweather.com/map/peru>; y, www.windguru.cz.

2.4. Acciones durante al muestreo

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

a. Rotulado y etiquetado

- i. Los envases se rotulan y etiquetan con tinta indeleble con la siguiente información:
 - Código de la muestra.
 - Fecha (dd/mm/aaaa) y hora del muestreo (hh:mm en formato de 24 horas).
 - Parámetro para analizar.
 - Procedencia específica de la muestra: fitoplancton (continental o marino), zooplancton (continental o marino).
 - Preservante utilizado y concentración.
 - Cuando corresponda, indicar si es muestra dirimente.
 - Las etiquetas se aseguran con cinta adhesiva.
 - De contar con etiquetas del OEFA deben ser utilizadas, caso contrario se pueden emplear etiquetas del laboratorio contratado.
- ii. Posteriormente a la toma de muestra, las etiquetas deben asegurarse con cinta adhesiva de tal manera que estén protegidas de daños de ilegibilidad durante su traslado.

b. Descripción del hábitat

El hábitat se consigna y describe considerando la información solicitada en los siguientes documentos de Datos de campo de biota acuática - Ecosistemas lénticos y Datos de campo de biota acuática - Registro de datos de muestreo plancton marino.

c. Muestreo de plancton continental

Se debe tener en cuenta que el plancton está conformado por el fitoplancton y el zooplancton. El muestreo puede ser de ambas comunidades en una sola muestra o por separado, esto dependerá de la problemática ambiental y los objetivos de las acciones de supervisión o evaluación. En el caso que las comunidades se colecten por separado, el muestreo del zooplancton será con la red de 40 µm.

Se tiene que considerar que el muestreo en ecosistemas lóticos tendrá en

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

cuenta la profundidad de la columna de agua y su navegabilidad y que para las lagunas oligotróficas que no reciben descargas de actividades, se recomienda considerar el uso de una red cónica de plancton de 10 μ m de abertura de malla.

i. Muestreo por toma directa

- El recipiente se enjuaga con el agua del lugar por lo menos tres (3) veces.
- El frasco se introduce aproximadamente a 30 cm de la superficie hasta llenarlo a un 90%. Este tipo de muestreo se realiza en ambientes lénticos.
- Adicionalmente se usa mascarilla de protección N95 si existe evidencia de floración algal y se sospecha de presencia de cianobacterias.

ii. Muestreo estratificado

- La botella colectora desciende hasta la profundidad deseada y se deja estable por unos 30 a 180 segundos.
- El mecanismo de cierre se activa y se asciende la botella a la embarcación.
- Una submuestra de la botella se vierte en un recipiente de 1L debidamente etiquetado. El resto del contenido puede ser usado para otros parámetros. Es posible considerar réplicas (3 a 5) para cada estrato para obtener mayor representatividad.
- Se llena el frasco hasta el 90 % de su capacidad.

iii. Muestreo concentrado

- Colecta la muestra de agua directamente con la ayuda de una botella colectora (profundidades mayores a 50 cm) o un balde de 8 L a 12 L (sumergiéndolo en los primeros 50 cm de profundidad), sin causar turbulencia en la zona de muestreo.
- Filtra entre 20 L a 40 L de agua superficial con una red de plancton acorde al cuerpo de agua (mallas de 10 μ m, 20 μ m ó 40 μ m) la cual posee un frasco colector enroscado al extremo.
- Después del filtrado, verifica que el frasco colector de la red debe estar lleno.
- Trasvasa el contenido a un frasco de 250 mL, donde se deposita la muestra final.

d. Muestreo de plancton de mar

Existen dos (2) tipos de muestreo de plancton: (i) para análisis cualitativo; y, (ii) análisis cuantitativo, teniendo en cuenta que el plancton está conformado por el fitoplancton y zooplancton.

Las redes de plancton son utilizadas principalmente. Para fitoplancton potencialmente tóxico se recomienda una red de 10 μ m de malla y para el estudio comunitario una red de 75 μ m. Respecto al muestreo de

zooplancton, se recomienda el uso de la red W-P2 (300 μ m) y red Baby Bongo (150 μ m y 300 μ m).

Las redes pueden ser usadas a través de arrastre o para filtrar agua colectado a través de otro recipiente (botella Niskin). Depende del objetivo y de las indicaciones del laboratorio encargado del análisis de las muestras.

i. Muestreo por arrastre de redes

- Aplica para muestras superficiales.
- La red de arrastre debe contar con un flujómetro que permita calcular la cantidad de agua filtrada y que tenga en su parte final un copo con malla del mismo tamaño de la red, además un lastre.
- La red se debe lavar con agua del mismo punto de muestreo para eliminar los restos de plancton del punto anterior muestreado en el mismo día.
- La red se lanza por el borde de la embarcación, se realizan movimientos circulares rodeando al punto de muestreo durante 5 minutos a una velocidad de 3 nudos.
- La red se recoge y se realiza un lavado externo de la red usando agua del mismo punto de muestreo para así concentrar toda la muestra en el copo colector de la red.
- La muestra del copo de la red se trasvasa al recipiente proporcionado por el laboratorio encargado del análisis de muestras. Se lava el copo dentro del recipiente a fin de no perder parte de la muestra (ver Figura N° 3).
- La muestra se etiqueta con los datos correspondientes, y se fija con el preservante requerido, dependiendo de la comunidad estudiada (fitoplancton o zooplancton).



Figura N° 3. Muestreo de arrastre con redes

- La red se enjuaga con agua destilada para que esté lista para el

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

siguiente punto y evitar contaminación de la muestra.

ii. Muestreo por botella niskin

- Aplica para muestras en la columna de agua (superficie y fondo).
- La botella se lava al menos 2 veces con agua del mismo punto de muestreo para eliminar los restos de plancton del punto anterior muestreado el mismo día.
- La botella se prepara dejando activo el sistema de cierre, el cual mantiene las tapas abiertas a ambos lados de la botella y deja listo el punto de activación del mensajero.
- La botella se lanza por el borde de la embarcación y se sumerge a una profundidad de 1 m (de requerir muestras de superficie) o a la profundidad que se considere según el objetivo de la evaluación.
- Se libera el mensajero que activa el sistema de cierre de las tapas de la botella.
- La botella se sube a la superficie y se vierte la muestra directamente dentro de la red de plancton o en algún recipiente graduado donde se puede ir acumulando la muestra hasta completar el volumen requerido por el laboratorio.
- La red se lava por el exterior con agua del mismo punto, permitiendo concentrar la muestra en el frasco de polietileno una vez completada la cantidad de agua a ser filtrada.
- La muestra se etiqueta con los datos correspondientes, y se fija con el preservante requerido, dependiendo de la comunidad estudiada (fitoplancton o zooplancton).

e. Preservación de muestras de plancton

- El preservante seleccionado para el plancton continental es adicionado inmediatamente:
 - Formol: hasta 3 mL por cada 250 mL de muestra con la ayuda de una jeringa hipodérmica.
 - Lugol: se debe agregar en una concentración de 1 mL/100 mL de agua o hasta obtener una coloración ligeramente ámbar-naranja.
 - Glutaraldehído al 4 %.
- Para preservar el plancton de mar se utiliza hasta 5 mL de formol (40 %) por cada 100 mL de muestra. En el caso de fitoplancton de mar, se puede optar por lugol ácido, cuya cantidad será entre 3 mL a 5 mL por cada 100 mL de muestra.
- Entre la tapa y la contratapa de la muestra se coloca la etiqueta interior que debe contar con el código de punto de muestreo y la fecha.
- La zona de cerrado del frasco es cubierta con cinta teflón y se cierra con la tapa externa del frasco.
- La tapa es asegurada con cinta de embalaje en el borde de la tapa.
- La muestra se homogeniza agitando suavemente el frasco

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

2.5. Acciones posteriores al muestreo

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

a. Aseguramiento de la calidad

El aseguramiento de la validez de los resultados de las actividades en campo toma en cuenta indicaciones de la US EPA³ aplicables al tipo de acciones que realiza el OEFA. Las acciones correctivas como aseguramiento de la calidad del muestreo de plancton continental se indican en la Tabla N° 1.

Tabla N° 1. Actividades de aseguramiento de calidad y acciones correctivas para el muestreo de plancton continental.

Acciones para el aseguramiento de la validez de los resultados	Descripción y requerimientos	Acción correctiva
Verificar la integridad de los frascos y etiquetas.	Frascos y etiquetas limpios e intactos.	Obtener suministros de reemplazo.
Colecta de muestras.	Preservar de inmediato para reducir la posibilidad de predación o daño.	Calificar las muestras.
Procesamiento de muestra (campo).	Verificar que en la parte interna de la red no queden adheridos organismos del zooplancton (copépodos, cladóceros, etc.)	Utilizar agua destilada con ayuda de una piseta para facilitar el desprendimiento de los organismos adheridos.
Almacenamiento de muestras (campo).	Almacene las muestras en un lugar fresco y sin exposición directa al sol hasta su envío al laboratorio analítico.	Desechar y recolectar una nueva muestra.
Tiempo de mantenimiento.	Las muestras preservadas con formol y glutaraldehído pueden almacenarse indefinidamente; verificar periódicamente los frascos y agregar agua destilada y preservante si la muestra parece estar degradándose.	Calificar las muestras.

³ United States Environmental Protection Agency. (2017). National Rivers and Streams Assessment 2018/19: Quality

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Assurance Project Plan (Version 1.1)

Las acciones correctivas como aseguramiento de la calidad del muestreo de plancton de mar se indican en la Tabla N° 2.

Tabla N° 2. Actividades de aseguramiento de calidad y acciones correctivas para el muestreo de plancton de mar.

Acciones para el aseguramiento de la validez de los resultados	Descripción y requerimientos	Acción correctiva
Verificar la integridad de los frascos y etiquetas	Frascos y etiquetas limpios e intactos	Obtener suministros de reemplazo
Almacenamiento de muestra (campo)	Almacene las muestras en hielo húmedo y en un lugar oscuro (caja térmica)	Desechar
Colecta de muestras	Preservar de inmediato para reducir la posibilidad de que la muestra sea alterada o dañada	Calificar las muestras
Procesamiento de muestras en el campo	Use el filtro o conservante apropiado para cada tipo de muestra preparada a partir de la muestra compuesta	Desechar
Tiempo de mantenimiento	La muestra conservada con solución de formalina se mantiene en un refrigerador y debe enviarse en hielo (ice-pack) dentro de las 2 semanas posteriores a la colecta.	Calificar las muestras

b. Conservación y transporte de la muestra

- i. Todas las muestras deben ser embaladas y lacradas adecuadamente. Se utiliza cinta teflón o cinta de embalaje plomo para sellar la tapa del frasco. Procesarlas en un ambiente ventilado y con las medidas de seguridad necesarias.
- ii. Las muestras se almacenan dentro de cajas térmicas, de manera vertical para que no ocurran derrames y pérdida de material. En caso la preservación de la muestra fuese con lugol, se mantiene la cadena de frío de 4 °C a 10 °C, empleando gel refrigerante.
- iii. Las cajas térmicas deben tener la indicación que señale la posición correcta en que deben ser transportados.
- iv. Considerar para el traslado de las muestras al laboratorio, las indicaciones de temperatura, los tiempos de conservación y perecibilidad especificados por el laboratorio encargado del análisis de muestras; o de ser el caso, seguir las indicaciones del Anexo N° 2 “*Condiciones para la conservación de las muestras hidrobiológicas*” del procedimiento PM0314 “*Gestión de ensayos analíticos*”.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- v. Durante su transporte al laboratorio, toda muestra debe estar siempre acompañada de su respectiva cadena de custodia, que detalla la siguiente información:
 - En la columna de Observaciones, indica el origen de la muestra (agua de río, laguna, etc.).
 - En Tipo de matriz se considera Otros y en la parte inferior especifica que se trata de la matriz biológica.
 - En el recuadro Preservante químico, adiciona el nombre del preservante y concentración.
 - En el cuadro de Observaciones generales indica el método (p.ej. red de plancton de 20 µm, etc.).
 - De ser necesario, incluye en Observaciones generales información relevante para el análisis de muestras, como anomalías organolépticas del agua, actividades o condiciones insólitas en el lugar de monitoreo.
- vi. Entre los recipientes coloca material de empaque limpio (plástico preformado para relleno, también puede utilizarse cartón corrugado) para evitar que estos sufran golpes, rajaduras o se rompan durante el transporte al laboratorio.
- vii. Las cajas térmicas, se emban con cinta adhesiva y plastifilm (*stretch film*) y se transportan lo antes posible al laboratorio teniendo en cuenta los tiempos de perecibilidad. Comunica el traslado de las muestras al asistente de gestión de materiales y muestras ambientales conforme al procedimiento PM0311 “*Gestión de transporte de equipamiento, materiales y muestras*”.
- viii. El área de trabajo debe ser verificada para no dejar residuos.
- ix. Realiza la limpieza de los equipos empleados, antes de su envío, como se indica en el instructivo I-DEAM-PM0309-18 Instructivo de uso y verificación de equipos de muestreo de comunidades hidrobiológicas” del procedimiento PM0309.
- 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 asistente/a en mantenimiento de equipos de la OTEC en caso se presente cualquier desperfecto, daño o pérdida del equipamiento de acuerdo con el procedimiento PM0309.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Instructivo de Muestreo de biota acuática – Macroinvertebrados bentónicos

I. OBJETIVO

Establecer las acciones de la toma de muestra de los macroinvertebrados bentónicos durante el desarrollo de la evaluación ambiental.

II. INSTRUCCIONES

2.1 Respecto a la ubicación de áreas y puntos de muestreo

El/la evaluador/a debe considerar los siguientes criterios:

- La ubicación y georreferenciación de los puntos de muestreo se realiza 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.
- Excepcionalmente, bajo condiciones de operación de equipos GPS, el/la evaluador/a podrá coleccionar datos en el sistema de coordenadas sexagesimal (geográficas), debiendo consignar valores de precisión con 6 decimales como mínimo.
- Para una ubicación rápida de los puntos de muestreo en campo, el/la evaluador/a registran 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 control del instrumento de gestión ambiental, entre otros.

2.2 Respecto a los registros fotográficos o videos

El/la evaluador/a debe considerar los siguientes criterios:

- Realizar como mínimo dos registros fotográficos en los siguientes casos: (i) la foto panorámica de la zona de muestreo, (ii) durante el muestreo. Además, considera lo siguiente:
 - Para la procedencia específica de la muestra de macroinvertebrados bentónicos, el segundo registro fotográfico debe incluir la medición de parámetros de campo y otra durante la colecta de la muestra.
 - Se debe 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.
- 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 24 horas u horas

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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

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

inicial y final); (iii) el código de punto de muestreo, (iv) la zona; y, (v) las coordenadas (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 de macroinvertebrados bentónicos que habitan en agua superficial.

2.3 Acciones previas al muestreo

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

Verificación del equipamiento para el muestreo de macroinvertebrados bentónicos

Las revisiones, controles y pruebas de funcionamiento del equipamiento son realizados de forma conjunta entre el asistente de mantenimiento de equipos ambientales de la Unidad Funcional de Operaciones Técnicas y el personal de muestreo de las áreas usuarias, en dos momentos: (i) previo a la salida a campo; y, (ii) en la devolución del equipamiento.

2.4 Acciones durante el muestreo

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

a. Rotulado y etiquetado

- Los envases se rotulan y etiquetan con tinta permanente a prueba de agua con la siguiente información:
 - Código de la muestra.
 - Fecha (dd/mm/aa) y hora del muestreo (hh:mm en formato de 24 horas).
 - Parámetro para analizar.
 - Procedencia específica de la muestra: macroinvertebrados bentónicos.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- Preservante utilizado y concentración.
- Cuando corresponda, indicar si es muestra dirimente.
- Las etiquetas se aseguran con cinta adhesiva.
- De contar con etiquetas del OEFA deben ser utilizadas, en caso contrario se pueden emplear etiquetas del laboratorio contratado.

ii. Posteriormente a la toma de muestra, las etiquetas deben asegurarse con cinta adhesiva de tal manera que estén protegidas de daños de ilegibilidad durante su traslado.

b. Descripción del hábitat

El hábitat se consigna y describe considerando la información solicitada en los siguientes formatos del Procedimiento PM0313 “Gestión de ensayos analíticos²

- PM0313-F15 Datos de campo de biota acuática - Ecosistemas lóticos (con aplicación de calidad hidromorfológica).
- PM0313-F16 Datos de campo de biota acuática - Ecosistemas lóticos (con aplicación de 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.

Tanto en ambientes lóticos como lénticos, ubica los puntos de muestreo considerando la representatividad y accesibilidad. La metodología se define de acuerdo con la problemática ambiental que realizan las áreas usuarias.

Un tramo de una longitud entre 50 m y 100 m es seleccionado. En el caso de ríos y quebradas, este tramo presenta los tipos de hábitats más frecuentes, ver Figura N° 2.

Se empieza el muestreo aguas abajo del final del tramo delimitado para poder desplazarse en dirección hacia aguas arriba; esto es para evitar remover el sedimento y enturbiar el agua que todavía no ha sido muestreada y, sobre todo, para evitar que los macroinvertebrados sean desprendidos antes de ser colectados³.

³ Encalada, A.C., Rieradevall, M., Ríos-Touma, B., García, N. y Prat, N. (2011). *Protocolo simplificado y guía de evaluaciones de la calidad de ríos andinos (CERA-S)*. Quito: USFQ, UB, AECIO, FONAG.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025



Figura N° 2. Tramo representativo del río con sustratos más comunes
Fuente: Tomado de US EPA, 2017⁴

La muestra a colectarse puede ser de manera simple o compuesta, dependiendo del objetivo de las acciones que realizan las áreas usuarias.

Los métodos de muestreo pueden variar en campo ya que van a depender de los tipos de sustrato, su accesibilidad y la logística disponible.

Es importante estandarizar el esfuerzo de muestreo mediante el número de réplicas, por lo general, se realizan al menos tres (3) veces en cada punto de muestreo, esto depende del objetivo de las acciones que realizan las áreas usuarias.

c. Muestreo con Red D-net

- I. La red D-net es utilizada para muestreos cualitativos, sin embargo, se puede estimar un área de muestreo a partir de la base de la red (diámetro de la semicircunferencia) y el largo del área “barrida”.
- II. El transecto para muestrear debe ser ubicado.
- III. La red es sumergida hasta el fondo y arrastrada vigorosamente de modo que genere una corriente que concentre los organismos dentro de la red (ver Figura N° 3).
- IV. Los organismos que hayan quedado adheridos a la red se recogen con ayuda de una pinza fina o gruesa y se llevan al frasco donde se está depositando la muestra.

⁴ United States Environmental Protection Agency. (2017). National Rivers and Streams Assessment 2018/19: Quality Assurance Project Plan (Version 1.1).

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025



Figura N° 3 Uso de red tipo D-net

Nota: Esta red se emplea en ambientes lóticos y a lo largo de las orillas o recodos (lagunas y cochas) para hacer un “barrido”. Al tener un mango largo, tiene la ventaja de llegar a lugares de difícil acceso bajo las plantas acuáticas. Su uso debe ser intensivo hasta cubrir un área representativa del punto de muestreo (10 m a lo largo de ambas orillas).

d. Muestreo con Red surber

- La red Surber y las dragas son empleadas en muestreos cuantitativos porque tienen un área de muestreo conocida.
- El hábitat es ubicado y se ingresa al cuerpo de agua (ver Figura N° 4).
- El marco de la red se coloca sobre el fondo en contra de la corriente y se revisa que la parte posterior quede extendida (frasco colector).



Figura N° 4. Uso de red surber

- El sustrato del fondo es removido con las manos y se lava las piedras que estén dentro del marco cuadrado. Los organismos son arrastrados con la corriente quedando atrapados en los bordes de la red y en el frasco colector (ver Figura N° 5).
- Los organismos que hayan quedado adheridos a la red se recogen con ayuda de una pinza fina o gruesa y se llevan al frasco donde se está depositando la muestra.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025



Figura N° 5. Uso de red surber y recolección de organismos

- vi. Un tamiz de 500 μ m es usado para descargar la muestra del material no deseado y concentrar la muestra si esta se encuentra bastante cargada de troncos y hojarasca.
- vii. Los organismos que hayan quedado adheridos a la red se recogen con ayuda de una pinza fina o gruesa y se llevan al frasco donde se está depositando la muestra.

e. Muestreo con draga

Los tipos de dragas que son usadas se detallan a continuación:

i. Draga Eckman y Tamura

- Es colocada al borde de la embarcación (caso de ambientes acuáticos más profundos) y se lanza la draga abierta.
- Estas palas se cierran automáticamente al tocar el fondo mediante el envío de un mensajero o plomada a través de una cuerda. Luego de unos instantes, recoge la draga.
- La muestra es colocada en un recipiente plástico (balde o bandeja). Si la muestra contiene sedimento fino, se trasvasa a una bolsa tamiz. Luego se enjuaga y se sacude la bolsa para eliminarlo.

Nota: Son las más utilizadas para tomar muestras de fondo blando.

ii. Draga Petersen y Van Veen

- Es colocada al borde de la embarcación (en caso de ambientes acuáticos más profundos) y lanza la draga abierta. Debido a su peso causa una fuerte onda de choque. Al llegar al sedimento sus palas se cierran automáticamente (ver Figura N° 6).
- La draga se jala hacia la superficie, luego verifica que se cerró automáticamente y se tiene la muestra en su interior.
- La muestra se coloca en un recipiente plástico (balde o bandeja). Si la muestra contiene sedimento fino se trasvasa a una bolsa tamiz, enjuaga y sacude la bolsa para eliminarlo.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025



Figura N° 6. Uso de Dragas Petersen y Van Veen

Nota: Se usan para muestrear fondos pedregosos. Las palas pueden quedarse abiertas y por ello lavar el material al subirla. En esos casos repetir la acción hasta obtener la muestra o buscar un lugar idóneo en las proximidades.

- La muestra obtenida es enjuagada y se trasvasa a un frasco de boca ancha con contratapa de 500 mL o 1000 mL dependiendo de la cantidad de muestra.
- Al terminar el muestreo en un punto, las redes y draga son enjuagadas con el fin de conservarlas en buen estado y no contaminar la siguiente muestra.

Nota: Se toma especial consideración con el mantenimiento y cuidado de los equipos en los puntos de muestreo afectados por derrame o efluentes industriales. Se debe lavar y enjuagar las redes y dragas entre puntos de muestreo y utilizar los equipos de protección necesarios como trajes de pesca, etc.

f. Preservación de muestras de macroinvertebrados bentónicos

- i. La muestra es cubierta con alcohol de 70° o 96°, de acuerdo con las condiciones de la muestra y la temperatura del medio ambiente.
- ii. En el frasco coloca una etiqueta interior escrita con lápiz o tinta a prueba de alcohol (artline), la cual irá dentro del envase. Esta debe contener el nombre del cuerpo de agua, código y fecha.
- iii. El frasco es cerrado con la contratapa, etiqueta interior y cinta teflón.
- iv. El rótulo de la etiqueta es verificado y se cubre con cinta de embalaje en el borde de la tapa. Al final homogeniza la muestra agitando el frasco (ver Figura N° 7).
- v.



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Figura N° 7. Homogenizar la muestra

2.5 Acciones posteriores al muestreo

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

a. Aseguramiento de la calidad

El aseguramiento de la validez de los resultados de las actividades en campo toma en cuenta indicaciones de la US EPA⁵ aplicables al tipo de acciones que realiza el OEFA. Las acciones correctivas como aseguramiento de la calidad del muestreo de macroinvertebrados bentónicos son indicadas en la Tabla N° 1.

Tabla N° 1. Actividades de aseguramiento de calidad y acciones correctivas para el muestreo de macroinvertebrados bentónicos.

Acciones para el aseguramiento de la validez de los resultados	Descripción y requerimientos	Acción correctiva
Verificar la integridad de los frascos y etiquetas	Frascos y etiquetas limpios e intactos	Obtener suministros de reemplazo
Colecta de muestras	Mantener húmedas las muestras de macroinvertebrados bentónicos individuales antes de llevarlas a algún recipiente o tamiz para evitar su desecación	Desechar y coleccionar una nueva muestra si no fue preservada
Preservar las muestras	Preservar de inmediato los invertebrados depredadores para reducir la posibilidad de que otros invertebrados sean consumidos o dañados	Calificar las muestras
Procesamiento de muestra (campo)	Retirar el exceso de agua con ayuda de un tamiz. Vaciar la muestra al frasco y agregar etanol al 96 % hasta al menos 2 centímetros por encima del nivel que ocupa la muestra en el frasco	Calificar la muestra. Si la muestra está deteriorada, desecharla y coleccionar nuevamente
Almacenamiento de muestras (campo)	Almacene las muestras bentónicas en un lugar fresco y oscuro hasta su envío a laboratorio analítico	Desechar y recolectar una nueva muestra

	Las muestras preservadas pueden almacenarse	

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO		Código: PM0313
			Versión: 03
			Fecha: 11/06/2025
	Tiempo de conservación	indefinidamente; verificar los frascos al ser recibidos en el laboratorio y cambiar el etanol si la muestra parece estar degradándose	Calificar las muestras

b. Conservación y transporte de muestra

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

- Todas las muestras deben ser embaladas y lacradas adecuadamente. Se utiliza cinta teflón o cinta de embalaje plomo para sellar la tapa del frasco. Luego se procesan en un ambiente ventilado y con las medidas de seguridad necesarias.
- Las muestras se almacenan dentro de cajas térmicas, de manera vertical para que no ocurran derrames y pérdida de material. En caso la preservación de la muestra fuese con lugol, se mantiene la cadena de frío de 4 °C a 10 °C, empleando gel refrigerante.
- Las cajas térmicas deben tener la indicación que señale la posición correcta en que deben ser transportados.
- Considerar para el traslado de las muestras al laboratorio, las indicaciones de temperatura, los tiempos de conservación y perecibilidad especificados por el laboratorio encargado del análisis de muestras; o de ser el caso, seguir las indicaciones del Anexo N° 2 “*Condiciones para la conservación de las muestras hidrobiológicas*” del procedimiento PM0314 “*Gestión de ensayos analíticos*”.
- Durante su transporte al laboratorio, toda muestra debe estar siempre acompañada de su respectiva cadena de custodia, que detalla la siguiente información:

- En la columna de observaciones, indica el origen de la muestra (agua de río, laguna, entre otros).
- En tipo de matriz considera otros y en la parte inferior especifica que se trata de la matriz biológica.
- En el recuadro Preservante químico, adiciona el nombre del preservante y concentración.
- En el cuadro de Observaciones generales de la cadena de custodia indicar el método (p.ej. red de plancton de 20 µm, entre otros).

⁵ United States Environmental Protection Agency. (2017). National Rivers and Streams Assessment 2018/19: Quality Assurance Project Plan (Version 1.1).

- De ser necesario, incluye en observaciones generales información relevante para el análisis de muestras, como anomalías organolépticas del agua, actividades o condiciones insólitas en el lugar de monitoreo.

- Entre los recipientes coloca material de empaque limpio (plástico preformado para relleno, también puede utilizarse cartón corrugado) para evitar que estos sufran golpes, rajaduras o se rompan durante el transporte al laboratorio.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- vii. 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. Luego, comunica el traslado de las muestras al asistente de gestión de materiales y muestras ambientales conforme al procedimiento PM0311 “*Gestión de transporte de equipamiento, materiales y muestras*”.
- viii. El área de trabajo debe ser verificada para no dejar residuos.
- ix. Se realiza la limpieza de los equipos empleados, antes de su envío, como se indica en el instructivo I-DEAM-PM0309-18 “Instructivo de uso y verificación de equipos de muestreo de comunidades hidrobiológicas” del procedimiento PM0309
- 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 asistente/a en mantenimiento de equipos de la OTEC, en caso se presente cualquier desperfecto, daño o pérdida del equipamiento de acuerdo con el procedimiento PM0309.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Instructivo de Muestreo de biota acuática - Peces continentales

I. OBJETIVO

Establecer las acciones de la toma de muestra de los peces continentales durante el desarrollo de la evaluación ambiental.

II. INSTRUCCIONES

2.1 Respecto a la ubicación de áreas y puntos de muestreo

El/la evaluador/a debe considerar los siguientes criterios:

- La ubicación y georreferenciación de los puntos de muestreo se realiza 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.
- Excepcionalmente, bajo condiciones de operación de equipos GPS, el/la evaluador/a podrá coleccionar datos en el sistema de coordenadas sexagesimal (geográficas), debiendo consignar valores de precisión con 6 decimales como mínimo.
- Para una ubicación rápida de los puntos de muestreo en campo, el/la evaluador/a registran 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 control del instrumento de gestión ambiental, entre otros.

2.2 Respecto a los registros fotográficos o videos

El/La evaluador/a debe considerar los siguientes criterios:

- Realizar como mínimo dos registros fotográficos en los siguientes casos: (i) la foto panorámica de la zona de muestreo; y, (ii) durante el muestreo. Además, considera lo siguiente:
 - Para la procedencia específica de la muestra de peces continentales, el segundo registro fotográfico debe incluir la medición de parámetros de campo y otra durante la colecta de la muestra.
 - Se recomienda 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.
- 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 dd/mm/aaaa); (ii) hora (considerar el formato de 24 horas u horas

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

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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

inicial y final); (iii) el código de punto de muestreo, (iv) la zona; y, (v) las coordenadas (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 peces que habitan en agua superficial.

2.3 Acciones previas al muestreo para el muestreo de peces continentales

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

a. Verificación del equipamiento

- i. Las revisiones, controles y pruebas de funcionamiento del equipamiento son realizados de forma conjunta entre el/la asistente/a de mantenimiento de equipos ambientales de la Unidad Funcional de Operaciones Técnicas - OTEC y el personal de muestreo de las áreas usuarias, en dos momentos: (i) previo a la salida a campo; y, (ii) en la devolución del equipamiento.

2.4 Acciones durante al muestreo

a. Rotulado y etiquetado

- i. Los envases se rotulan y etiquetan con tinta indeleble con la siguiente información:
 - Código de la muestra.
 - Fecha y hora del muestreo.
 - Parámetro para analizar.
 - Procedencia específica de la muestra: peces continentales.
 - Preservante utilizado y concentración.
 - Cuando corresponda, indicar si es muestra dirimente.
 - Las etiquetas se aseguran con cinta adhesiva.
 - De contar con etiquetas del OEFA deben ser utilizadas, en caso contrario se pueden emplear etiquetas del laboratorio contratado.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- i. Posteriormente a la toma de muestra, las etiquetas deben asegurarse con cinta adhesiva de tal manera que estén protegidas de daños de ilegibilidad durante su traslado.

b. Descripción del hábitat

El hábitat se consigna y describe considerando la información solicitada en los siguientes formatos del procedimiento PM0313 “Gestión de ensayos analíticos”

- PM0313-F15 Datos de campo de biota acuática - Ecosistemas lóticos (con aplicación de calidad hidromorfológica).
- PM0313-F16 Datos de campo de biota acuática - Ecosistemas lóticos (con aplicación de 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-F23 Muestreo biológico de biota acuática – peces.
- PM0313-F24 Datos de campo de biota acuática - Registro de peces por censo visual.

La representatividad y accesibilidad son considerados para la ubicación de los puntos de muestreo, tanto en ambientes lóticos como lénticos.

El muestreo tiene que incluir todos los hábitats donde se distribuyen las especies de peces dominantes, sin descartar hábitats potenciales (p.ej. troncos sumergidos). Además, debe considerar lo siguiente:

- Analizar las posibles fuentes o actividades que puedan generar perturbación o estrés a los peces.
- Ubicar áreas blanco que tengan características similares a las áreas de interés dependiendo de las zonas de pesca.
- Mayor esfuerzo de pesca (p.ej. cinco lances en caso se use atarraya o cinco arrastres en caso de hacer pesca a la orilla) con la finalidad de que el esfuerzo de muestreo en la pesca permita obtener una mayor representatividad de la zona evaluada.
- En el caso de pesca eléctrica, el esfuerzo de pesca está relacionado con la distancia y el tiempo de muestreo.
- Tomar muestras en los diferentes hábitats identificados.
- Considerar dos (2) o más monitoreos en el tiempo con la finalidad de captar la variabilidad estacional de los peces.
- Es necesario precisar que los criterios mencionados no son restrictivos y dependen del objetivo de la evaluación ambiental.
- Se tiene que garantizar una buena representatividad de la comunidad de peces, para lo cual se debe considerar un área mínima de muestreo.
- En el caso de ambientes lóticos, el área mínima de muestreo puede determinarse teniendo como referencia lo descrito en la guía Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas en aguas continentales del Perú que se visualiza en la Tabla N° 1.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Tabla N° 1. Criterios para selección de longitud y ancho mínimo del tramo de muestreo

Ancho del río	Longitud mínima de muestreo	Ancho mínimo de muestreo
< 5 m	20 m	Sección completa
5 – 15 m	50 m	Margen fluvial
> 15 m	> 50 m	Margen fluvial

Fuente: Adaptado de Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, macroinvertebrados bentónicos y peces en aguas continentales del Perú. Ministerio del Ambiente³.

- Para ambientes lénticos seguir las consideraciones de acuerdo con el objetivo del estudio y el uso del método establecido.

a. Muestreo con redes

Se pueden emplear distintas artes de pesca en campo, dependiendo de los hábitats presentes, su accesibilidad y la logística disponible.

i. Muestreo con métodos activos

Se realiza con redes de arrastre, atarraya y cal-cal. El número de lances o arrastres por punto de muestreo y el tiempo de esfuerzo de pesca se define por el personal de muestreo.

- Red de arrastre

En el muestreo con este arte de pesca, participan como mínimo dos (2) personas de muestreo:

- El primer personal de muestreo ingresa al cuerpo de agua llevando la red al ras del fondo, avanzando lentamente hacia el centro, avanzando en el sentido de la corriente y haciendo un semicírculo.
- El segundo personal de muestreo avanza más lento hacia la orilla siguiendo el avance del primer personal de muestreo que lleva la red en la parte de mayor profundidad.
- Ambas personas de muestreo avanzan en forma coordinada y un poco más rápida arrastrando la red hacia la orilla, manteniendo la línea de plomos al ras del fondo y replegando la red hasta levantarla, incluyendo los plomos y los flotadores, como se visualiza en la Figura N° 2.

³ Universidad Nacional Mayor de San Marcos Museo de Historia Natural. (2014). Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y neoton (peces) en aguas continentales del Perú. Ministerio del Ambiente. <http://www.minam.gob.pe/diversidadbiologica/wp-content/uploads/sites/21/2014/02/M%C3%A9todos-de-Colecta-identificaci%C3%B3n-y-an%C3%A1lisis-de-comunidades-biol%C3%B3gicas.compressed.pdf>

- Los peces deben quedar concentrados en la parte media de la red.



Figura N° 2. Muestreo con red de arrastre

Nota: Es importante estandarizar el esfuerzo de muestreo mediante el número de arrastres en los tramos evaluados.

- En cuerpos de agua poco profundos, donde la profundidad no sea mayor a la de la altura de la rodilla del personal de muestreo que ingresa, se recomienda tener en cuenta los siguientes criterios:
 - a) Una sección del cuerpo de agua se cerrará formando una bolsa, en el caso que el sustrato no permita realizar el arrastre (por las piedras, rocas, entre otros) con la línea de plomos al ras del sustrato (fondo).
 - b) Se ubica a cada extremo de la red para sujetarla, mientras que un/a evaluador/a distinto se desplaza removiendo el sustrato y piedras desde aguas arriba (5 metros aproximadamente) hacia la bolsa formada con la red.
 - c) Una vez que llegue a la red, las tres (3) personas de muestreo cierran la bolsa completamente de manera coordinada, como se visualiza en la Figura N° 3.



Figura N° 3. Muestreo con red de arrastre en aguas poco profundas

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Nota: Es importante estandarizar el esfuerzo de muestreo mediante el número de arrastres (réplicas) en los tramos evaluados. Se recomiendan cinco arrastres como mínimo.

- Red atarraya

Este tipo de muestreo se considera para cuerpos de agua no profundos, tanto para facilitar la maniobrabilidad de la red como para seguridad.

- El personal de muestreo se ubica en la orilla del cuerpo de agua o en la embarcación (caso de ambientes acuáticos más profundos) para lanzar la red al aire, esta debe caer abierta formando un círculo hasta llegar al fondo donde se cierra, de manera que al cerrarse aprisione a los peces como se visualiza en la Figura N° 4.



Figura N° 4. Muestreo con red atarraya

- Este muestreo está indicado para cuerpos de agua profundos, como se visualiza en la Figura N° 5, con zonas donde el fondo es rocoso, con presencia de troncos de árboles o vegetación acuática abundante o donde el agua es muy turbia.



Figura N° 5. Muestreo con red atarraya en agua poco profunda

Nota: Es importante estandarizar el esfuerzo de muestreo mediante

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

el número de lances (réplicas) en los tramos evaluados. Se sugiere por lo menos 5 lances por punto de muestreo.

- Red cal-cal

- Se desplaza aguas arriba con la red cal-cal dentro de las zonas con vegetación sumergida o removiendo entre las rocas o piedras.
- Para este muestreo se considera un esfuerzo de muestreo de 15 minutos como mínimo por cada punto evaluado como se visualiza en la Figura N° 6.



Figura N° 6. Muestreo con red cal-cal

Nota: Esta red es adecuada para zonas de vegetación sumergida y de difícil acceso de los cuerpos de agua evaluados

ii. Muestreo con métodos pasivos

- Red de espera

- La cantidad necesaria de redes de espera o trasmallos (red con diferentes tamaños de malla), son empleadas dependiendo de la extensión del cuerpo de agua evaluado. Este método está dirigido a la pesca de individuos de mayor tamaño y su utilización depende del objetivo de la evaluación.
- Las redes armadas con boyas y anclajes se sujetan para mantener la posición de las redes, como se visualiza en la Figura N° 7.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025



Figura N° 7. Muestreo con red de espera en embalses, lagos y, lagunas

Nota: Generalmente, en embalses, lagunas y lagos se usan redes de espera durante 3 a 5 horas y para ambientes altoandinos se mantienen hasta 24 horas.

- Las redes son revisadas cada 2 horas para evitar que los peces depredadores dañen los peces capturados, especialmente en ambientes amazónicos.
- Los peces se extraen de las redes para su posterior identificación, recuento y mediciones biométricas (dependiendo del objetivo de estudio).
- Al término de la evaluación, se lava la malla de las redes utilizadas con detergente líquido y se realiza un enjuague final con agua destilada para su conservación y secado al aire libre.
- Si los puntos de muestreo se encuentran afectados por derrame o efluentes industriales, se considera lavar y enjuagar las redes de pesca entre puntos de muestreo o de manera diaria.

- Con anzuelo

- Un cordel es atado a un anzuelo con carnada, luego es sumergido en el cuerpo de agua por un determinado tiempo hasta que un pez atrape el señuelo.
- El tamaño del anzuelo dependerá del tamaño del pez objetivo, se debe considerar anzuelos pequeños (p.ej. N° 8 y N° 10) para peces con tallas medianas. Este tipo de pesca se puede realizar desde la orilla o desde una embarcación.

b. Muestreo con pesca eléctrica

En el muestreo con este arte de pesca, participan como mínimo dos (2) personas de muestreo:

- i. Se inicia midiendo los parámetros fisicoquímicos básicos del agua (pH, temperatura, oxígeno disuelto y conductividad eléctrica), para determinar la intensidad de corriente eléctrica a usar. Por ejemplo, para las aguas continentales, la intensidad de corriente necesaria para la pesca disminuye a medida que la conductividad eléctrica se incrementa.
- ii. El generador y el convertidor de corriente se sitúan cerca de la orilla, en un lugar adecuado que permita pescar desde aguas abajo hacia aguas arriba del tramo.
- iii. El cable expuesto o “cola de rata” (cátodo) se conecta al convertidor y se introduce en el agua en un punto intermedio del tramo para limitar la fluctuación de la intensidad de la corriente.
- iv. El anillo metálico (ánodo), se conecta al convertidor de corriente con un cable suficientemente largo para cubrir toda la longitud del tramo.
- v. Se ubican los recipientes que sean necesarios para tomar las medidas biométricas, en caso fuese necesario, en un lugar llano y sombreado.
- vi. El personal que desarrolla el muestreo, y que se encuentra a cargo del equipo, avanza aguas arriba llevando la pértiga y accionando la misma, barriendo con el ánodo todos los hábitats del ancho fluvial.
- vii. Las otras personas que realizan el muestreo se ubican detrás del primer personal de muestreo y recoge los peces que son arrastrados por la corriente fluvial producto de la electricidad con una red cal-cal, como se visualiza en la Figura N° 8.



Figura N° 8. Muestreo con pesca eléctrica

Nota: El equipo de mochila es portado por una de las personas que desarrolla el muestreo, quien avanza por el río seguido de las personas que recogen los peces.

c. Preservación de muestras de peces continentales

- i. Las características externas e internas de los peces elegidos para el análisis de contenido estomacal o análisis de tejido son observadas. La información sobre ello deberá ser registrada en el formato PM0313-F18 “*Diagnóstico de la salud a nivel macroscópico y organoléptico en biota acuática*”.
- ii. Si los peces son de fácil identificación; es decir, comunes, como la “trucha arco iris” en zonas altoandinas o el “boquichico” en selva, éstos son identificados; asimismo, se debe determinar su especie y ser

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

fotografiados por su lado izquierdo (puede emplearse un acuario) como se visualiza en la Figura N° 9.



Figura N° 9. Fotografía de la muestra

- iii. Los individuos que fueron identificados taxonómicamente en campo deberán ser devueltos a su ambiente natural. Previamente, se registra su longitud total (mm) y longitud estándar (mm) con el ictiómetro o calibrador y el peso total (g) con una balanza digital (ver Figura N° 10).



Figura N° 10. Devolución de muestra a su ambiente

- iv. Aquellos individuos que no fueron identificados en campo deben ser trasladados al laboratorio para su identificación.
- v. Los peces capturados deben ser anestesiados en una solución de eugenol al 5% de tal forma que se queden inmóviles por un intervalo de tiempo el cual será aprovechado por el personal de muestreo para la toma de fotografías de los especímenes más representativos o la medición de datos biométricos del pez. Los peces destinados para análisis de tejido serán excluidos del pretratamiento con eugenol para evitar algún tipo de contaminación.
- vi. El tratamiento que se debe dar a estos ejemplares, como se visualiza en la Figura N° 11 y se detalla a continuación:
 - Se prepara un balde con formol al 10 %. Anticipar su preparación, si el muestreo se realiza en ecosistemas amazónicos.
 - Los ejemplares grandes se colocan en el balde con formol (> 7 cm de longitud total) el cual debe ser proporcional o mayor al tamaño de los peces. Todo ello, con el fin de obtener ejemplares intactos y extendidos, con su apariencia natural conservada.
 - Se deja actuar el fijador entre 24 a 48 horas. El tiempo dependerá del

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

tamaño y hábito alimenticio de los peces.



Figura N° 11. Tratamiento de preservación

- Se inyecta adicionalmente, formol al 10% en la cavidad visceral de los ejemplares grandes (>15 cm de longitud total), para evitar su descomposición.
- Una vez transcurrido el tiempo de fijación, los ejemplares se deben enjuagar.
- Los ejemplares se cubren con gasa tipo industrial empapada con alcohol al 70°, y se colocan dentro de bolsas de polietileno con cierre hermético (ver la Figura N° 12).
- Los peces pequeños (<7 cm de longitud total) se colocan en formol al 10% o en alcohol al 96%.
- En el caso de tomar muestras para estudios de ADN, preservar ejemplares completos (peces menores a 7 cm de longitud total) o sus partes (músculo o aletas de peces mayores a 7 cm de longitud total) en alcohol a 96%.



Figura N° 12. Tratamiento de las muestras

Nota: Dada la naturaleza tóxica del formol (formaldehído), su manipulación se debe realizar siguiendo medidas de seguridad como trabajar en un ambiente bien ventilado, usar guantes y recipientes herméticos.

- vii. En caso de análisis de contenido estomacal, luego de capturar los peces y registrar sus datos (peso, longitud estándar, longitud total y sexo), se

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

siguen las siguientes indicaciones:

- Se realiza un corte ventral desde el poro anal hasta el opérculo y extraer el tracto digestivo.
- Se extrae el estómago e inmediatamente se amarran los 2 extremos del estómago con pabilo para evitar la pérdida de material biológico (ver Figura N° 13).
- Se inyecta formol al 40% al estómago y se le coloca en una bolsa de polietileno con cierre hermético con solución de formol al 10%.
- Se realiza una etiqueta interna con los datos de especie (código de punto de muestreo y fecha) en un papel vegetal.
- Se colocan en un frasco de polietileno de 1 L las bolsas con las muestras fijadas y la etiqueta interna. El frasco debe llevar el rótulo de especie, número de muestras, código de punto de muestreo y fecha.



Figura N° 13. Extracción para análisis de contenido estomacal

Nota: Los frascos con estómagos serán previamente lavados exteriormente y colocados dentro de contenedores de plástico con tapa para evitar la emanación de vapores.

Para realizar el muestreo de tejidos ver I-DEAM-PM0303-12 “*Muestreo de biota acuática - Tejido muscular de peces*” del procedimiento PM0313 “*Procedimiento de gestión de ensayos analíticos*”.

2.5 Acciones posteriores al muestreo

a. Aseguramiento de la calidad

El aseguramiento de la validez de los resultados de las actividades en campo toma en cuenta indicaciones de la US EPA⁴ aplicables al tipo de acciones que realiza el OEFA. Las acciones correctivas como aseguramiento de la calidad del muestreo de peces continentales son indicadas en la Tabla N° 2.

⁴ United States Environmental Protection Agency. (2017). National Rivers and Streams Assessment 2018/19: Quality Assurance Project Plan (Version 1.1).

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Tabla N° 2. Actividades de aseguramiento de calidad y acciones correctivas para el muestreo de peces continentales.

Acciones para el aseguramiento de la validez de los resultados	Descripción y requerimientos	Acción correctiva
Configurar el equipo de electropesca	El equipo debe ser configurado por el personal de muestreo con experiencia en su uso para garantizar que el equipo emita la carga necesaria para obtener la captura de peces.	Si el equipo no funciona, se deben hacer ajustes en la amplitud y el voltaje del pulso eléctrico para hacer un muestreo efectivo y minimizar lesiones / mortalidad. Se determina si el pulso eléctrico funciona correctamente; si no, se usa una batería de repuesto.
Esfuerzo comparable Esfuerzo comparable	Se reinicia el equipo de electropesca con el botón de inicio, se considera el tiempo por cada área muestreada (p.ej. 700 segundos por área muestreada).	Si el tiempo no es medido automáticamente, se calcula con un cronómetro y se registran los datos.
	El personal de muestreo como mínimo usarán la red cal - cal para la captura de los peces.	El número de personal de muestreo con las redes cal - cal debe ser el mismo en todos los puntos muestreados.
Procesamiento de muestra (campo)	Los peces deben ser liberados en un lugar que evite la probabilidad de su recaptura.	Se registran los datos si se liberaron peces en el área.
	Los hidrobiólogos identifican los especímenes en campo usando una lista estandarizada de nombres comunes.	El líder encargado contactará con el equipo para resolver discrepancias en los nombres comunes.
Colecta de muestras	Se fijan los especímenes inmediatamente después de finalizado el muestreo en el punto para reducir la posibilidad de pérdida de escamas, ojos blancos, etc.	Calificar las muestras.
Preservación de las muestras	Los peces seleccionados para identificación en laboratorio serán preservados en formaldehído al 10 %. El personal de muestreo debe leer y seguir las pautas apropiadas para el manejo del formaldehído en campo.	Si los especímenes para identificación en laboratorio no están adecuadamente preservados, no se procederá a realizar el análisis de identificación.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO		Código: PM0313
			Versión: 03
			Fecha: 11/06/2025

Almacenamiento de muestras (campo)	Se almacenan las muestras en un lugar fresco y sin exposición directa al sol	Desechar (donar para material didáctico).

	hasta su envío al laboratorio analítico.	

Es importante que después de la identificación de los ejemplares en laboratorio, las muestras de peces se depositen en una colección científica de peces, de tal manera que los especímenes estén disponibles para quien solicite esta información⁵.

b. Conservación y transporte de muestra

- i. Todas las muestras deben ser embaladas y lacradas adecuadamente. Utiliza cinta teflón o cinta de embalaje plomo para sellar la tapa del frasco. Luego se procesan en un ambiente ventilado y con las medidas de seguridad necesarias.
- ii. Las muestras se almacenan dentro de cajas térmicas, de manera vertical para que no ocurran derrames y pérdida de material. En caso la preservación de la muestra fuese con lugol, se mantendrá la cadena de frío de 4 °C a 10 °C, empleando gel refrigerante.
- iii. Las cajas térmicas deben tener la indicación que señale la posición correcta en que deben ser transportados.
- iv. Considerar para el traslado de las muestras al laboratorio, las indicaciones de temperatura, los tiempos de conservación y perecibilidad especificados por el laboratorio encargado del análisis de muestras; o de ser el caso, seguir las indicaciones del Anexo N° 2 “*Condiciones para la conservación de las muestras hidrobiológicas*” del procedimiento PM0314 “*Gestión de ensayos analíticos*”.
- v. Durante su transporte al laboratorio, toda muestra debe estar siempre acompañada de su respectiva cadena de custodia, que detalla la siguiente información:
 - En la columna de Observaciones, indica el origen de la muestra (agua de río, laguna, etc.).
 - En Tipo de matriz se considera Otros y en la parte inferior especifica que se trata de la matriz biológica.
 - En el recuadro Preservante químico, adiciona el nombre del preservante y concentración.
 - En el cuadro de Observaciones generales indica el método (p.ej. red de plancton de 20 µm, etc.).
 - De ser necesario, incluye en Observaciones generales información relevante para el análisis de muestras, como anomalías organolépticas del agua, actividades o condiciones insólitas en el lugar de monitoreo.
- vi. Entre los recipientes coloca material de empaque limpio (plástico preformado para relleno, también puede utilizarse cartón corrugado) para evitar que estos sufran golpes, rajaduras o se rompan durante el transporte al laboratorio.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- vii. 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 asistente de gestión de materiales y muestras ambientales conforme al procedimiento PM0311 “*Gestión de transporte de equipamiento, materiales y muestras*”.
- viii. El área de trabajo debe ser verificada para no dejar residuos.
- ix. Se realiza la limpieza de los equipos empleados, antes de su envío, como se indica en el instructivo I-DEAM-PM0309-18 “*Instructivo de uso y verificación de equipos de muestreo de comunidades hidrobiológicas*” del procedimiento PM0309.
- x. Al finalizar las actividades de muestreo, el equipamiento debe mantenerse en óptimo estado de limpieza y en buenas condiciones de funcionamiento, debiendo comunicar al asistente en mantenimiento de equipos de la OTEC, en caso se presente cualquier desperfecto, daño o pérdida del equipamiento de acuerdo con el procedimiento PM0309.

⁵ Universidad Nacional Mayor de San Marcos Museo de Historia Natural. (2014). Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y neoton (peces) en aguas continentales del Perú. Ministerio del Ambiente

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Instructivo de Muestreo de biota acuática – Peces de mar

I. OBJETIVO

Establecer las acciones de la toma de muestra de los peces de mar durante el desarrollo de la evaluación ambiental.

II. INSTRUCCIONES

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

El/la evaluador/a debe considerar los siguientes criterios:

- La ubicación y georreferenciación de los puntos de muestreo se realiza 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.
- Excepcionalmente, bajo condiciones de operación de equipos GPS se podrá coleccionar datos en el sistema de coordenadas sexagesimal (geográficas), debiendo consignar valores de precisión con 6 decimales como mínimo.
- Para una ubicación rápida de los puntos de muestreo en campo, se registran 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 control del instrumento de gestión ambiental, entre otros.

2.2. Respecto a los registros fotográficos o videos

El/La evaluador/a debe considerar los siguientes criterios:

- Realizar como mínimo dos (2) registros fotográficos en los siguientes casos:
 - la foto panorámica de la zona de muestreo, (ii) durante el muestreo. Además, puede considerarse lo siguiente:
 - Para la procedencia específica de la muestra de peces de mar, el segundo registro fotográfico debe incluir la medición de parámetros de campo y otra durante la colecta de la muestra.
 - Se recomienda 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, realizar el registro fotográfico durante la medición y lectura del equipamiento utilizado.
- 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 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).

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

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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Código del punto de muestreo		
HB-COPE-01		
Coordenada Este →	E: 497372	Fecha: 05/04/2018
Coordenada Norte →	N: 9357009	Hora: 13:44
Profundidad →	Prof: 10 m	Datum: WGS 84
Precisión GPS →	p: ± 3m	Zona UTM: 17 M

Figura N° 1. Modelo de pizarra para el punto de muestreo de peces que habitan en agua de mar.

2.3. Acciones previas al muestreo

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

a. Verificación del equipamiento para el muestreo de peces de mar

- i. Las revisiones, controles y pruebas de funcionamiento del equipamiento son realizados de forma conjunta entre el asistente de mantenimiento de equipos ambientales de la Unidad Funcional de Operaciones Técnicas - OTEC y el personal de muestreo de las áreas usuarias, en dos momentos: (i) previo a la salida a campo; y, (ii) en la devolución del equipamiento, conforme al procedimiento PM0309 “Aprovisionamiento y devolución de equipamiento” (en adelante, el procedimiento PM0309).

b. Respeto de la procedencia específica de la muestra de peces

Para el muestreo en el ambiente marino, revisa el estado del tiempo y se organizan las fechas y horarios de actividad en campo. Para ello, consulta los *sitios web*: <http://www.buoyweather.com/map/peru> y www.windguru.cz.

c. Respeto al muestreo por buceo científico

- i. Debe contar con la certificación de instituciones como CMAS³.
- ii. La actividad de colecta se desarrolla en pareja (2 buzos). Asimismo, se debe contar con un buzo itinerante para intercalar el relevo de uno de los/as evaluadores/as.
- iii. El equipamiento para buceo SCUBA (buceo autónomo) o buceo con compresora Hookah (buceo semiautónomo), tienen que encontrarse en buenas condiciones. El equipo compresor debe contar con filtro de aire.
- iv. Luego de las coordinaciones con el patrón de lancha y el “tender” (personal de la embarcación para la atención del buzo) debe quedar claro el tipo de maniobra de trabajo que se va a desarrollar, como: verificar la

³ CMAS (de sus siglas “La Confédération Mondiale des Activités Subaquatiques”) o PADI (de sus siglas “Professional Association of Diving Instructors”) para actividades subacuáticas

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

profundidad del área de trabajo, el tiempo de buceo, avisar en caso se registre oleaje anómalo, corrientes, etc.

- v. Una vez se haya llegado al punto de muestreo, realiza el registro fotográfico en superficie consignando los datos en la pizarra acrílica.
- vi. Previo a la inmersión, organiza el material y equipos para el desarrollo del trabajo: profundímetro, brújula, cámara fotográfica con carcasa de protección y el tablero acrílico para el registro de datos: caracterización del hábitat (%), caracterización de las estructuras biogénicas (%), visibilidad (m), ensamble de peces (número de especies y número de individuos/especie).
- vii. Los métodos propuestos por censo visual requieren que el/la evaluador/a buzo tenga experiencia en identificar en campo las especies de peces.

2.4. Acciones durante al muestreo

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

a. Rotulado y etiquetado

- i. Los envases se rotulan y etiquetan con tinta indeleble con la siguiente información:
 - Código de la muestra.
 - Fecha (dd/mm/aaaa) y hora del muestreo (hh:mm en formato de 24 horas).
 - Parámetro para analizar.
 - Procedencia específica de la muestra: fitoplancton (continental o marino), zooplancton (continental o marino).
 - Preservante utilizado y concentración.
 - Cuando corresponda, indicar si es muestra dirimente.
 - Las etiquetas se aseguran con cinta adhesiva.
 - De contar con etiquetas del OEFA deben ser utilizadas, caso contrario se pueden emplear etiquetas del laboratorio contratado.
- ii. Posteriormente a la toma de muestra, las etiquetas deben asegurarse con cinta adhesiva de tal manera que estén protegidas de daños de ilegibilidad durante su traslado.

b. Descripción del hábitat

El hábitat se consigna y describe considerando la información solicitada en los siguientes documentos del Anexo N° 2 “*Relación de documentos por componente ambiental*” del procedimiento PM0302:

- Documento N° 24: Diagnóstico de la salud a nivel macroscópico y organoléptico en biota acuática.
- Documento N° 26: Datos de campo de biota acuática - Ecosistema marino costero (ambiente intermareal).
- Documento N° 28: Registro de cala para las artes y puntos de muestreo.
- Documento N° 29: Muestreo biológico de biota acuática – peces.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- Documento N° 30: Datos de campo de biota acuática - Registro de peces por censo visual.

El método de colecta de peces depende de las características del área y objetivo del estudio.

c. Muestreo con artes de pesca

- i. La elección del arte de pesca se realiza según los siguientes criterios:
 - a) Los recursos ícticos que se extraen con mayor frecuencia y volumen, según los registros del Ministerio de la Producción.
 - b) Los hábitats predominantes, del área de estudio, como sustratos blandos (arenosos, areno-conchuela, etc.) y duros (rocoso, peña hundida), praderas de algas, entre otros.
- ii. Se prefiere el arte de pesca divididos en redes, direccionadas a la captura de especies pelágicas, demersales y bentónicas, tales como *“Cortina de superficie o chauchillera”, “Cortina de fondo”, “Rayera de fondo”, “Rayera de superficie”, “Lenguadera”, “Trasmallo”, “Pejerreyera de fondo” y “Pejerreyera de superficie”,* y artes de línea de mano, como *“Espinel de fondo”* para zonas con predominancia de fondos blandos. En áreas con predominancia de sustrato duro se recomienda el uso de *“Cordel”*.
- iii. La colecta se inicia entre las 6:30 horas y las 7:00 horas debido a la mayor dinámica de la comunidad de peces. El arte de pesca debe ser caladas siguiendo siempre un mismo orden de cala. Todos los datos se registran en el Formato PM0313-F22 *“Registro de cala para las artes y los puntos de muestreo”* del procedimiento PM0313 *“Gestión de ensayos analíticos”*
- iv. El punto medio del área que se define como punto de muestreo debe ser considerado y ubicar las diferentes redes y líneas de anzuelos. Este esquema se realiza bajo un supuesto de que el área donde se ubican todas las artes de pesca y sus réplicas corresponde a un área homogénea.
- v. En cada punto de muestreo se realizan como mínimo dos (2) réplicas (o calas), dependiendo del objetivo del estudio.
- vi. Cada réplica (o cala) se distancia entre 100 a 200 m de la posición de la primera cala para cada arte y con un tiempo de permanencia de 30 minutos.
- vii. El calado y recojo de las artes de pesca se realiza con la tripulación de la embarcación, estando conformado por el/la evaluador/a y al menos por 2 pescadores de la zona. Asimismo, los tripulantes proporcionan la información de las características de las artes de pesca.
- viii. El orden de las calas es organizado, así también la correcta segregación de las muestras por réplica (o cala), arte, punto de muestreo y registro fotográfico.

d. Muestreo por buceo científico

Las muestras para la verificación taxonómica con arpones, disparadores de aire comprimido o redes de mano (para especies pequeñas) son colectadas.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

i. Muestreo con métodos de transecto

- La evaluación de peces se realiza tendiendo una línea de transecto de 40 m de largo y 4 m de ancho (2 m a cada lado del transecto), en un rango de 5 m a 15 m de profundidad, perpendicular a la línea de costa (ver Figura N° 2).

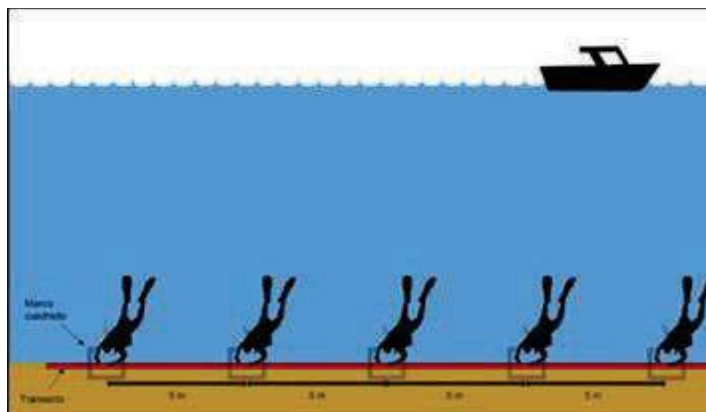


Figura N° 2. Evaluación por transectos

- Un primer lado de la línea del transecto es recorrido a una distancia de 1 m, desde los 15 m de profundidad, y se va realizando el registro de datos hasta los 5 m de profundidad. Este proceso se repite al regreso por el otro lado del transecto (desde los 5 m hasta los 15 m de profundidad).
- Las réplicas (T2 y T3) se realizan después de realizar el T1 (primer transecto), los cuales se encuentran separados 5 m entre sí.
- El registro de datos se realiza en la pizarra acrílica y se fotografía los peces (ver Figura N° 3).



Figura N° 3. Toma de registro de datos

ii. Muestreo con métodos de transecto

- La evaluación de peces se lleva a cabo tendiendo una línea de transecto de 40 m de largo y 4 m de ancho (2 m a cada lado del transecto), en un rango de 5 m a 10 m de profundidad, perpendicular a la línea de costa.
- El buzo se ubica en las cotas de 10 m, 7,5 m y 5 m de profundidad (ver Figura N° 4). Una vez ubicado en la cota, se define una circunferencia y

se procede al registro de datos en la pizarra acrílica.

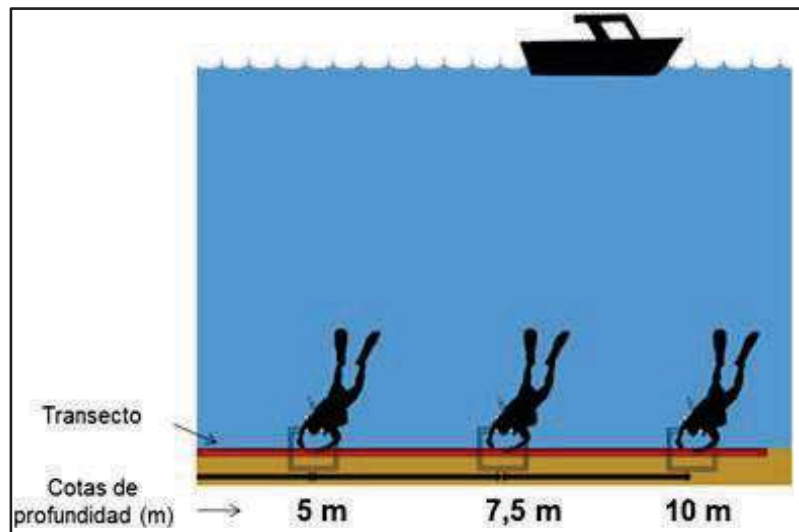


Figura N° 4. Ubicación de buzo en cotas

- En cada cota se realiza un giro pausado de 360° para visualizar y no espantar a los peces. Este procedimiento permite realizar una identificación sin errores y hacer registros fotográficos (ver Figura N° 5).

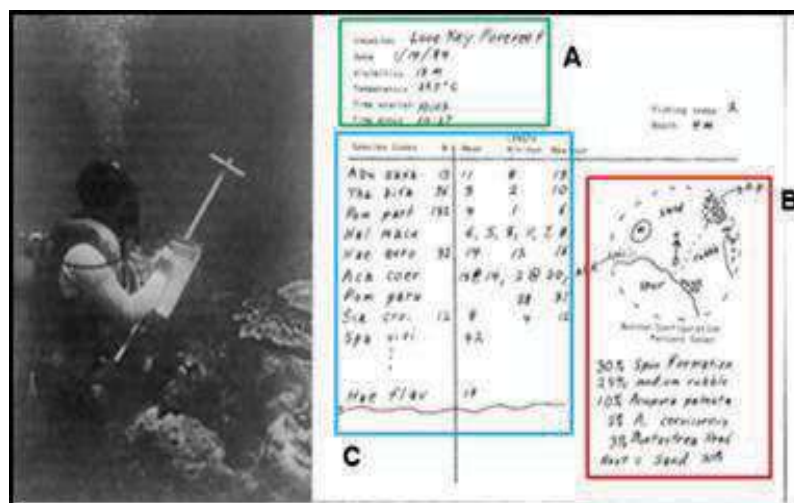


Figura N° 5. Censo visual

- El censo visual de peces se realiza por el método estacionario. En el lado derecho, un modelo de ficha de registro de datos: A) Fecha, hora, visibilidad, profundidad, etc. B) caracterización del hábitat y C) registro de especies y sus abundancias.
- Las réplicas (T2 y T3) se realizan una vez realizado el T1, los cuales se encuentran separados 5 m entre sí.
- Los peces se fotografían luego de realizar el registro de datos en la pizarra acrílica, como se muestra en la foto: i) ejemplares de la familia Antennariidae "pez zanahoria" y ii) lado derecho: ejemplares de la familia Blenniidae "borrachitos"

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- El registro fotográfico debe incluir el nombre científico (al menos familia, género o código de captura), el nombre común (empleado en la zona) y el código de captura: punto de muestreo, arte, cala y fecha.
- Se considera si se requiere colecta de ejemplares para verificación taxonómica en laboratorio.

e. Preservación de muestras de peces de mar

- Las muestras que se deben preservar son aquellos ejemplares que presentan dificultad en su identificación, se escoge un solo ejemplar para aquellas especies repetitivas.
- Las muestras se fotografían para destacar características que ayuden al análisis taxonómico.
- Se emplea formol (10%). Para ejemplares > 15 cm se inyecta formol (10%) a la cavidad visceral.
- Los ejemplares se lavan con abundante agua; después de haber pasado de 24 a 48 horas del fijador.
- Los ejemplares se cubren con gasa empapada con alcohol al 70% y colocadas en bolsas de cierre hermético con una etiqueta de papel vegetal que indique su información de captura.
- Los peces pequeños que no necesitan ser colocados en formol se depositan en alcohol al 70 %.
- La etiqueta (papel vegetal) se cubre con cinta transparente a fin de protegerla de la humedad dentro de una caja térmica, para evitar que se borre la información escrita en dicha etiqueta.

Nota: Dada la naturaleza tóxica del formol, su manipulación se debe realizar siguiendo medidas precautorias (trabajar en un ambiente bien ventilado, usar guantes y recipientes herméticos).

2.5. Acciones posteriores al muestreo

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

a. Aseguramiento de la calidad

El aseguramiento de la validez de los resultados de las actividades en campo toma en cuenta indicaciones de la US EPA⁴ aplicables al tipo de acciones que realiza el OEFA. Las acciones correctivas como aseguramiento de la calidad del muestreo de peces de mar son indicadas en la Tabla N° 1.

Tabla N° 1. Actividades de aseguramiento de calidad y acciones correctivas para el muestreo de peces de mar.

Actividad de aseguramiento de calidad	Descripción y requerimientos	Acción correctiva

⁴ United States Environmental Protection Agency. (2017). National Rivers and Streams Assessment 2018/19: Quality Assurance Project Plan (Version 1.1).

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Verificar la integridad de los frascos y etiquetas	Frascos y etiquetas limpios e intactos.	Obtener suministros de reemplazo.
Revisar la configuración de los aparejos de pesca a emplear (redes y líneas)	El personal de muestreo debe corroborar las características de los aparejos, junto con los pescadores artesanales.	Si los resultados son deficientes, se debe hacer ajustes en los aparejos (cambiar por otros de acuerdo al hábitat) o tiempo de cala.
Esfuerzo comparable (Captura por unidad de esfuerzo homogénea para cada aparejo de pesca)	Al término de una cala, se deben revisar el estado de los aparejos. En caso se identifiquen daños (p. ej. ruptura de la red), se debe especificar el área.	En caso de daño severo reemplazar el arte, con iguales características de configuración.
Procesamiento de muestra (campo)	Los peces deben ser liberados en un lugar que evite la probabilidad de su recaptura.	Registrar datos si se liberaron peces en el área donde la recaptura sería posible.
	Se identifican de forma preliminar los especímenes en campo usando bibliografía taxonómica especializada. La denominación del nombre común se hace con ayuda de los pescadores artesanales.	El líder encargado contacta con el equipo para resolver discrepancias en los nombres comunes y científicos.
Preservación de las muestras	Los peces seleccionados para identificación en laboratorio o como especímenes testigos deben ser preservados en formol al 10 %. El personal de muestreo debe leer y seguir las pautas apropiadas para el manejo del formol en campo.	Si los especímenes testigos no están adecuadamente preservados, nuevos especímenes deben ser colectados en la siguiente salida de campo.

b. Conservación y transporte de la muestra

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

- i. Todas las muestras deben ser embaladas y lacradas adecuadamente. Se utiliza cinta teflón o cinta de embalaje plomo para sellar la tapa del frasco. Luego se procesan en un ambiente ventilado y con las medidas de seguridad necesarias.
- ii. Las muestras se almacenan dentro de cajas térmicas, de manera vertical para que no ocurran derrames y pérdida de material. En caso la preservación de la muestra fuese con lugol, mantiene la cadena de frío de 4 °C a 10 °C, empleando gel refrigerante.
- iii. Las cajas térmicas deben tener la indicación que señale la posición

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

correcta en que deben ser transportados.

- iv. Considerar para el traslado de las muestras al laboratorio, las indicaciones de temperatura, los tiempos de conservación y perecibilidad especificados por el laboratorio encargado del análisis de muestras; o de ser el caso, seguir las indicaciones del Anexo N° 2 “*Condiciones para la conservación de las muestras hidrobiológicas*” del procedimiento PM0314 “*Gestión de ensayos analíticos*”.
- v. Durante su transporte al laboratorio, toda muestra debe estar siempre acompañada de su respectiva cadena de custodia, que detalla la siguiente información:
 - En la columna de Observaciones, indica el origen de la muestra (agua de río, laguna, etc.).
 - En Tipo de matriz considera Otros y en la parte inferior especifica que se trata de la matriz biológica.
 - En el recuadro Preservante químico, adiciona el nombre del preservante y concentración.
 - En el cuadro de Observaciones generales, indica el método (p.ej. red de plancton de 20 µm, etc.).
 - De ser necesario, incluye en Observaciones generales información relevante para el análisis de muestras, como anomalías organolépticas del agua, actividades o condiciones insólitas en el lugar de monitoreo.
- vi. Entre los recipientes coloca material de empaque limpio (plástico preformado para relleno, también puede utilizarse cartón corrugado) para evitar que estos sufran golpes, rajaduras o se rompan durante el transporte al laboratorio.
- vii. 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. Luego, comunica el traslado de las muestras a el/la asistente/a de gestión de materiales y muestras ambientales conforme al procedimiento PM0311 “*Gestión de transporte de equipamiento, materiales y muestras*”.
- viii. El área de trabajo debe ser verificada para no dejar residuos.
- ix. Realiza la limpieza del equipamiento empleado, antes de su envío, como se indica en el instructivo I-DEAM-PM0309-18 “*Instructivo de uso y verificación de equipos de muestreo de comunidades hidrobiológicas*” del procedimiento PM0309.
- 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 asistente/a en mantenimiento de equipos de la OTEC en caso se presente cualquier desperfecto, daño o pérdida del equipamiento de acuerdo con el procedimiento PM0309.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Instructivo de Muestreo de biota acuática – Tejido muscular de peces

I. OBJETIVO

Establecer las acciones de la toma de muestra del tejido muscular de peces durante el desarrollo de la evaluación ambiental.

II. INSTRUCCIONES

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

El/la evaluador/a debe considerar los siguientes criterios:

- La ubicación y georreferenciación de los puntos de muestreo se realiza 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.
- Excepcionalmente, bajo condiciones de operación de equipos GPS, el/la evaluador/a podrá coleccionar datos en el sistema de coordenadas sexagesimal (geográficas), debiendo consignar valores de precisión con 6 decimales como mínimo.
- Para una ubicación rápida de los puntos de muestreo en campo, el/la evaluador/a registran 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 control del instrumento de gestión ambiental, entre otros.

2.2. Respecto a los registros fotográficos o videos

El/La evaluador/a debe considerar los siguientes criterios:

- Realizar como mínimo dos (2) registros fotográficos en los siguientes casos: (i) la foto panorámica de la zona de muestreo; y, (ii) durante el muestreo. Además, puede considerarse lo siguiente:
 - Para la procedencia específica de la muestra de tejido muscular de peces, el segundo registro fotográfico debe incluir la medición de parámetros de campo y otra durante la colecta de la muestra.
 - 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.
- 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 24 horas u horas

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

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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

inicial y final); (iii) el código de punto de muestreo, (iv) la zona; y, (v) las coordenadas (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 tejido muscular de peces que habitan en agua superficial.

2.3. Acciones previas al muestreo

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

a. Verificación del equipamiento

- i. Las revisiones, controles y pruebas de funcionamiento del equipamiento son realizados de forma conjunta entre el/la asistente de mantenimiento de equipos ambientales de la Unidad Funcional de Operaciones Técnicas - OTEC y el personal de muestreo de las áreas usuarias, en dos momentos: (i) previo a la salida a campo; y, (ii) en la devolución del equipamiento, conforme al procedimiento PM0309 “Aprovisionamiento y devolución de equipamiento” (en adelante, el procedimiento PM0309).

b. Respecto de la procedencia específica de la muestra de tejido muscular de peces

Para el muestreo en el ambiente marino se revisan el estado del tiempo y se organizan las fechas y horarios de actividad en campo. Para ello, se consulta los sitios web: <http://www.buoyweather.com/map/peru> y www.windguru.cz.

2.4. Acciones durante al muestreo

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

a. Rotulado y etiquetado

- i. Los envases se rotulan y etiquetan con tinta indeleble con la siguiente información:

- Código de la muestra.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- Fecha (dd/mm/aaaa) y hora del muestreo (hh:mm en formato de 24 horas) .
- Parámetro para analizar.
- Procedencia específica de la muestra: fitoplancton (continental o marino), zooplancton (continental o marino).
- Preservante utilizado y concentración.
- Cuando corresponda, indicar si es muestra dirimente.
- Las etiquetas se aseguran con cinta adhesiva.
- De contar con etiquetas del OEFA deben ser utilizadas, caso contrario puede emplear etiquetas del laboratorio contratado.

- ii. Posteriormente a la toma de muestra, las etiquetas deben asegurarse con cinta adhesiva de tal manera que estén protegidas de daños de ilegibilidad durante su traslado.

b. Descripción del hábitat

El hábitat se consigna y describe considerando la información solicitada en los siguientes formatos del procedimiento PM0313 “Gestión de ensayos analíticos”

- PM0313-F15 Datos de campo de biota acuática - Ecosistemas lóticos (con aplicación de calidad hidromorfológica).
- PM0313-F16 Datos de campo de biota acuática - Ecosistemas lóticos (con aplicación de 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-F23 Muestreo biológico de biota acuática – peces.

c. Consideraciones preliminares

- i. La zona de trabajo se debe limpiar y desinfectar con alcohol de 70%.
- ii. Los utensilios de trabajo (tijera de disección, cuchillo de mesa, bisturí y pinza) se esterilizan con hipoclorito de sodio al 4% y alcohol de 96°. De ser necesario puede realizar un flameado para complementar la esterilización.
- iii. La medición se realiza con un ictiómetro o calibrador la longitud total y estándar del ejemplar. Se recomienda seleccionar los ejemplares adultos y tomar fotografías del lado izquierdo del ejemplar.
- iv. El peso, género, especie o nombre común del ejemplar deben ser anotados.
- v. Las recomendaciones del laboratorio encargado de analizar las muestras de tejido en peces deben ser consideradas.
- vi. Los tejidos se extraen teniendo en cuenta los criterios establecidos en los métodos estandarizados de referencia³, los cuales fueron adaptados para las acciones que realiza la institución.

³ Confederación Hidrográfica del Ebro. (2005). *Metodología para el establecimiento del Estado Ecológico según la Directiva Marco del Agua. Protocolos de muestreo y análisis para fitoplancton, fitobentos, macrófitos, invertebrados bentónicos e ictiofauna*. Ministerio del Medio Ambiente.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- vii. El ejemplar se lava con abundante agua destilada.
- viii. El ejemplar se coloca sobre la bandeja de plástico o aluminio.
- ix. Se realiza un corte en la parte abdominal del ejemplar, desde el orificio anal hasta la base de la cabeza, con la tijera de disección, bisturí o cuchillo.
- x. Todo el contenido de la cavidad visceral debe ser retirado.
- xi. Las gónadas extraídas en la disección se colocan en una placa Petri y anotar el sexo, grado de maduración y la longitud de la gónada (ver Figura N° 2).



Figura N° 2. Extracción de gónadas

- xii. Al terminar la disección, limpia la zona de trabajo con papel toalla o toalla reutilizable para continuar con el muestreo de tejidos.

d. Muestreo de tejido muscular

- i. Antes de llegar a la médula espinal, realiza un corte transversal en el pedúnculo caudal.
- ii. Con mucho cuidado realiza un corte longitudinal (sin hacer sangrar el tejido del ejemplar para evitar contaminarlo) hasta llegar a la parte anterior (cerca a la cabeza del ejemplar).
- iii. La porción de tejido es separada y prosigue de la misma forma con el siguiente lado del ejemplar. A continuación, retira la piel de ambos tejidos.

e. Muestreo de vísceras

- i. Se realiza un corte transversal exponiendo el hígado. En el caso de los bagres (Siluriformes) realiza un corte longitudinal en la parte ventral.
- ii. Al visualizar el hígado, introduce la tijera en la parte anterior y realiza un corte para separarlo del resto de vísceras en una placa Petri (ver Figura N° 3).

Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Museo de Historia Natural. (2014). *Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú*. Ministerio del Ambiente.

American Public Health Association, American Water Works Association Water & Environment Federation. (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Environmental Protection.



Figura N° 3. Extracción de la muestra y placa Petri

Nota: dependiendo del objetivo de estudio realizar la colecta de muestra de cualquier otra víscera (tener en cuenta la misma metodología).

f. Muestreo de branquias

- Se realiza un corte transversal en la parte anterior (cerca del opérculo) exponiendo las branquias.
- Al visualizar la branquia, introduce una tijera fina y realiza un corte en los extremos para separarla del ejemplar.
- Las branquias se colocan en una placa Petri (ver Figura N° 4).



Figura N° 4. Extracción de la muestra

g. Muestreo para análisis de contenido estomacal de peces

- Para la extracción del tracto digestivo de peces óseos, emplea una tijera de disección con la que se inicia el corte en el ano y culmina a la altura de las aletas pélvicas.
- Para la extracción del tracto digestivo de elasmobranquios, emplea una tijera de disección, pinzas de borde ancho y bisturí, amarra los 2 extremos con pabilo para evitar la pérdida de material biológico; e, inyecta al interior del tracto digestivo formol al 5% empleando una jeringa de 10 mL.
- El tracto digestivo se extrae empleando pinzas de borde ancho. Cada estómago se coloca en una bolsa de polietileno o frasco del tamaño adecuado, conteniendo un papel vegetal con datos de especie, código de

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

punto de muestreo y fecha (ver Figura N° 5).



Figura N° 5. Extracción del tracto digestivo

- iv. Las muestras se trasladan a un lugar ventilado y en cada bolsa se agrega formol al 10% y asegurarlas. Luego, un grupo de bolsas con las muestras fijadas son colocadas en un frasco de polietileno de 1 L. El frasco de plástico debe llevar el rótulo de especie, número de muestras, código de punto de muestreo, arte, número de cala y fecha.
- v. Se lavan exteriormente los frascos con tracto digestivo y se colocan dentro de contenedores de plástico con tapa para evitar la emanación de vapores.

h. Preservación de muestras de tejidos de peces

- i. Las muestras deben ser preservadas de acuerdo con el objetivo de estudio: Análisis de hidrocarburos (TPH y HAP), las muestras deben de ser preservadas en papel aluminio. El análisis de metales totales será en bolsas plásticas.
- ii. Las muestras de tejido muscular (sin piel ni huesos), hígado o branquias, se colocan en bolsas plásticas o papel aluminio. Luego, coloca una etiqueta interna, la cual debe contener el código del punto de muestreo y la fecha.
- iii. La cantidad total de tejido muscular, hígado o branquias se pesan para verificar que se está colectando la cantidad mínima de muestra requerida por el laboratorio y luego, congelar a -4 °C.
- iv. En un recipiente hermético se colocan las muestras de tejido muscular, hígado y/o branquias envueltas en bolsas plásticas y/o aluminio acompañadas de gel refrigerante.
- v. Se consideran las indicaciones del laboratorio que analiza las muestras de tejido para el peso mínimo de muestra y la temperatura.

2.5. Acciones posteriores al muestreo

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

a. Aseguramiento de la calidad

 Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

El aseguramiento de la validez de los resultados de las actividades en campo toma en cuenta indicaciones de la US EPA⁴ aplicables al tipo de acciones que realiza el OEFA. Las acciones correctivas como aseguramiento de la calidad del muestreo de peces son indicadas en la Tabla N° 1.

Tabla N° 1. Actividades de aseguramiento de calidad y acciones correctivas para el muestreo de peces continentales.

Acciones para el aseguramiento de la validez de los resultados	Descripción y requerimientos	Acción correctiva
Configurar el equipo de electropesca	El equipo debe ser configurado por el personal de muestreo con experiencia en su uso para garantizar que el equipo emita la carga necesaria para obtener la captura de peces.	Si el equipo no funciona, se deben hacer ajustes en la amplitud y el voltaje del pulso eléctrico para hacer un muestreo efectivo y minimizar lesiones / mortalidad. Se determina si el pulso eléctrico funciona correctamente; si no, se usa una batería de repuesto.
Esfuerzo comparable	Se reinicia el equipo de electropesca con el botón de inicio, se considera el tiempo por cada área muestreada (p.ej. 700 segundos por área muestreada).	Si el tiempo no es medido automáticamente, se calcula con un cronómetro y se registran los datos.
	El personal de muestreo como mínimo usarán la red cal - cal para la captura de los peces.	El número de personal de muestreo con las redes cal - cal debe ser el mismo en todos los puntos muestreados.
Procesamiento de muestra (campo)	Los peces deben ser liberados en un lugar que evite la probabilidad de su recaptura.	Se registran los datos si se liberaron peces en el área.
	Los hidrobiólogos identifican los especímenes en campo usando una lista estandarizada de nombres comunes.	El líder encargado contactará con el equipo para resolver discrepancias en los nombres comunes.
Colecta de muestras	Se fijan los especímenes inmediatamente después de finalizado el muestreo en el punto para reducir la posibilidad de pérdida de escamas, ojos blancos, etc.	Calificar las muestras.

⁴ United States Environmental Protection Agency. (2017). National Rivers and Streams Assessment 2018/19: Quality Assurance Project Plan (Version 1.1).

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Preservación de las muestras	Los peces seleccionados para identificación en laboratorio serán preservados en formaldehído al 10%. El personal de muestreo debe leer y seguir las pautas apropiadas para el manejo del formaldehído en campo.	Si los especímenes para identificación en laboratorio no están adecuadamente preservados, no se procederá a realizar el análisis de identificación.
Almacenamiento de muestras (campo)	Se almacena las muestras en un lugar fresco y sin exposición directa al sol hasta su envío al laboratorio analítico	Desechar (donar para material didáctico).

Es importante que después de la identificación de los ejemplares en laboratorio, las muestras de peces se depositen en una colección científica de peces, de tal manera que los especímenes estén disponibles para quien solicite esta información⁵.

Se realizan las acciones correctivas para el muestreo de peces de mar, indicadas en la siguiente Tabla N° 2.

Tabla N° 2. Actividades de aseguramiento de calidad y acciones correctivas para el muestreo de peces de mar.

Actividad de aseguramiento de calidad	Descripción y requerimientos	Acción correctiva
Verificar la integridad de los frascos y etiquetas	Frascos y etiquetas limpios e intactos	Obtener suministros de reemplazo
Revisar la configuración de los aparejos de pesca a emplear (redes y líneas)	El personal de muestreo debe corroborar las características de los aparejos, junto con los pescadores artesanales	Si los resultados son deficientes, se debe hacer ajustes en los aparejos (cambiar por otros de acuerdo con el hábitat) o tiempo de cala.
Esfuerzo comparable (Captura por unidad de esfuerzo homogénea para cada aparejo de pesca)	Al término de una cala, se deben revisar el estado de los aparejos. En caso se identifiquen daños (p. ej. ruptura de la red), debe especificar el área.	En caso de daño severo reemplazar el arte con iguales características de configuración
Procesamiento de muestra (campo)	Los peces deben ser liberados en un lugar que evite la probabilidad de su recaptura.	Registrar datos si se liberaron peces en el área donde la recaptura sería posible

Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Museo de Historia Natural. (2014). *Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú*. Ministerio del Ambiente.

I-DEAM-PM0313-12

Versión: **03**

Fecha de aprobación: **11/06/2025**

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	Se identifican de forma preliminar los especímenes en campo usando bibliografía taxonómica especializada. La denominación del nombre común se hace con ayuda de los pescadores artesanales	El/la evaluador/a líder contacta con el equipo evaluador para resolver discrepancias en los nombres comunes y científicos.
Preservación de las muestras	Los peces seleccionados para identificación en laboratorio o como especímenes testigos deben ser preservados en formol al 10%. El personal de muestreo debe leer y seguir las pautas apropiadas para el manejo del formol en campo	Si los especímenes testigos no están adecuadamente preservados, nuevos especímenes deben ser colectados en la siguiente salida de campo

b. Conservación y transporte de la muestra

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

- i. Todas las muestras deben ser embaladas y lacradas adecuadamente. Se utiliza cinta teflón o cinta de embalaje plomo para sellar la tapa del frasco. Luego, se procesan en un ambiente ventilado y con las medidas de seguridad necesarias.
- ii. Las muestras se almacenan dentro de cajas térmicas, de manera vertical para que no ocurran derrames y pérdida de material. En caso la preservación de la muestra fuese con lugol, mantiene la cadena de frío de 4 °C a 10 °C, empleando gel refrigerante.
- iii. Las cajas térmicas deben tener la indicación que señale la posición correcta en que deben ser transportados.
- iv. Considerar para el traslado de las muestras al laboratorio, las indicaciones de temperatura, los tiempos de conservación y perecibilidad especificados por el laboratorio encargado del análisis de muestras; o de ser el caso, seguir las indicaciones del Anexo N° 2 “*Condiciones para la conservación de las muestras hidrobiológicas*” del procedimiento PM0314 “*Gestión de ensayos analíticos*”.
- v. Durante su transporte al laboratorio, toda muestra debe estar siempre acompañada de su respectiva cadena de custodia, que detalla la siguiente información:
 - En la columna de Observaciones, indica el origen de la muestra (agua de río, laguna, etc.).
 - En Tipo de matriz considera “Otros” y en la parte inferior especifica que se trata de la matriz biológica.
 - En el recuadro Preservante químico, adiciona el nombre del preservante y concentración.
 - En el cuadro de Observaciones generales de la cadena de custodia,

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

indica el método (p.ej. red de arrastre, atarraya, red de espera, etc.).

- De ser necesario, incluye en Observaciones generales información relevante para el análisis de muestras, como anomalías organolépticas del agua, actividades o condiciones insólitas en el lugar de monitoreo.

- vi. Entre los recipientes coloca material de empaque limpio (plástico preformado para relleno, también puede utilizarse cartón corrugado) para evitar que estos sufran golpes, rajaduras o se rompan durante el transporte al laboratorio,
- vii. 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. Luego, comunica el traslado de las muestras a el/la asistente/a de gestión de materiales y muestras ambientales conforme al procedimiento PM0311 "*Gestión de transporte de equipamiento, materiales y muestras*".
- viii. El área de trabajo debe ser verificada para no dejar residuos.
- ix. Realiza la limpieza del equipamiento empleado, antes de su envío, como se indica en el instructivo I-DEAM-PM0309-18 "*Instructivo de uso y verificación de equipos de muestreo de comunidades hidrobiológicas*" del procedimiento PM0309.
- 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 asistente/a en mantenimiento de equipos de la OTEC, en caso se presente cualquier desperfecto, daño o pérdida del equipamiento de acuerdo con el procedimiento PM0309.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Instructivo de Muestreo de biota acuática – Perifiton

I. OBJETIVO

Establecer las acciones de la toma de muestra del perifiton durante el desarrollo de la evaluación ambiental.

II. INSTRUCCIONES

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

El/la evaluador/a debe considerar los siguientes criterios:

- La ubicación y georreferenciación de los puntos de muestreo se realiza 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.
- Excepcionalmente, bajo condiciones de operación de equipos GPS, el/la evaluador/a podrá coleccionar datos en el sistema de coordenadas sexagesimal (geográficas), debiendo consignar valores de precisión con 6 decimales como mínimo.
- Para una ubicación rápida de los puntos de muestreo en campo, el/la evaluador/a registran 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 control del instrumento de gestión ambiental, entre otros.

2.2. Respecto a los registros fotográficos o videos

El/La evaluador/a debe considerar los siguientes criterios:

- Realizar como mínimo dos (2) registros fotográficos en los siguientes casos: (i) la foto panorámica de la zona de muestreo; y, (ii) durante el muestreo. Además, puede considerarse lo siguiente:
 - Para la procedencia específica de la muestra de perifiton, el segundo registro fotográfico debe incluir la medición de parámetros de campo y otra durante la colecta de la muestra.
 - 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, realiza el registro fotográfico durante la medición y lectura del equipamiento utilizado.
- 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 24 horas u horas

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

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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

inicial y final); (iii) el código de punto de muestreo, (iv) la zona; y, (v) las coordenadas (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 perifiton.

2.3. Acciones previas al muestreo

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

a. Verificación del equipamiento

- i. Las revisiones, controles y pruebas de funcionamiento del equipamiento son realizados de forma conjunta entre el/la asistente/a de mantenimiento de equipos ambientales de la Unidad Funcional de Operaciones Técnicas - OTEC y el personal de muestreo de las áreas usuarias, en dos momentos: (i) previo a la salida a campo; y, (ii) en la devolución del equipamiento, conforme al procedimiento PM0309 “Aprovisionamiento y devolución de equipamiento” (en adelante, el procedimiento PM0309).

2.4. Acciones durante al muestreo

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

a. Rotulado y etiquetado

- i. Los envases se rotulan y etiquetan con tinta indeleble con la siguiente información:
 - Código de la muestra.
 - Fecha (dd/mm/aaaa) y hora del muestreo (hh:mm en formato de 24 horas).
 - Parámetro para analizar.
 - Procedencia específica de la muestra: fitoplancton (continental o marino), zooplancton (continental o marino).
 - Preservante utilizado y concentración.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- Cuando corresponda, indicar si es muestra dirimente.
- Las etiquetas se aseguran con cinta adhesiva.
- De contar con etiquetas del OEFA deben ser utilizadas, caso contrario puede emplear etiquetas del laboratorio contratado.

- ii. Posteriormente a la toma de muestra, las etiquetas deben asegurarse con cinta adhesiva de tal manera que estén protegidas de daños de ilegibilidad durante su traslado.

b. Descripción del hábitat

El hábitat se consigna y describe considerando la información solicitada en los siguientes formatos del procedimiento PM0313 “Gestión de ensayos analíticos”

- PM0313-F15 Datos de campo de biota acuática - Ecosistemas lóticos (con aplicación de calidad hidromorfológica).
- PM0313-F16 Datos de campo de biota acuática - Ecosistemas lóticos (con aplicación de evaluación visual de quebradas).
- PM0313-F17 Datos de campo de biota acuática - Ecosistemas lénticos.

c. Muestreo de acuerdo con el tipo de ambiente

- i. Un segmento del río o del litoral del lago donde sea posible encontrar los sustratos apropiados para la toma de muestras es seleccionado. En lo posible, el tramo de evaluación debe tener entre 3 y 10 m de largo, dependiendo de la naturalidad del canal fluvial y de la disponibilidad de sustrato se puede considerar mayores longitudes.
- ii. Una buena representatividad de la comunidad debe ser asegurada, teniendo en cuenta lo descrito en la Tabla N° 1 para la selección del sustrato.

Tabla N° 1. Consideraciones para la selección del sustrato en el muestreo de perifiton³

Tipo de ambiente	Descripción
Lótico (ríos y quebradas)	- Sobre sustratos duros se muestrean las superficies resbaladizas y de coloración marrón o verdoso, los sustratos deben estar sumergidos, estos pueden ser rocas, piedras o cantos rodados de un tamaño mínimo de 8x8 cm. De no encontrarse este tipo de sustratos se puede realizar el muestreo en estructuras construidas por el hombre (diques, bases, ductos, etc.), siempre y cuando no estén contruidos en madera, ya que la materia orgánica puede descomponerse e influenciar el desarrollo de las poblaciones que componen la comunidad. - Si no se encontrara sustratos duros, puede coleccionar arenas, limos o partes de plantas acuáticas arraigadas, característicos del punto de muestreo.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Léntico (lagunas , cochas)	En las lagunas, lagos o cochas pueden muestrearse los tallos de la vegetación, estructuras construidas que se encuentren permanentemente en la zona o sustratos rocosos. Para uniformizar el muestreo, se recomienda muestrear siempre el mismo tipo de sustrato, si este es un sustrato de origen vegetal, tener en cuenta la disponibilidad de la/s misma/s especies a lo largo de las estaciones.

- iii. El/Los sustratos/s a evaluar son identificados y seleccionados. Estos pueden ser duros (piedras, canto rodado) o blandos (troncos de plantas vivas, sedimento superficial, plantas acuáticas sumergidas). Los sustratos seleccionados deben estar completamente sumergidos y expuestos a la luz.
- iv. El sustrato se ubica sobre una bandeja para proceder a realizar el raspado de la superficie del sustrato elegido, de acuerdo con el plan de la actividad de supervisión o evaluación ambiental (ver Figura N° 2).
- v. En la zona litoral de ambientes lénticos puede existir una cierta dificultad en encontrar rocas o piedras para muestrear el perifiton. Por ello, se debe buscar sustratos representativos y permanentes.



Figura N° 2. Muestreo de Perifiton continental

- vi. La superficie del sustrato elegido se cepilla suavemente y se enjuaga con agua destilada (ver Figura N° 3).

³ American Public Health Association, American Water Works Association & Water Environment Federation. (2017). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Environmental Protection.



Figura N° 3. Muestreo de Perifiton continental

- vii. El cepillo se lava con agua destilada sobre el recipiente rectangular.
- viii. La muestra líquida se trasvasa del recipiente rectangular al frasco donde se depositará lo muestreado (ver Figura N° 4).
- ix. La superficie del recipiente rectangular se enjuaga con agua destilada y se sigue trasvasando la muestra líquida al frasco donde se deposita lo muestreado.



Figura N° 4. Traslase de muestra

- x. La espátula, el cepillo, la cuchilla y la bandeja se lavan con agua destilada, al final de cada punto de muestreo con la finalidad de no contaminar la muestra siguiente.

d. Preservación de muestras de perifiton

- i. El preservante seleccionado es adicionado inmediatamente:
 - Formol: Hasta 3 mL por cada 250 mL de muestra con la ayuda de una jeringa hipodérmica.
 - Lugol: Agrega en una concentración de 1 mL/100 mL de agua o hasta obtener una coloración ligeramente ámbar-naranja.
 - Glutaraldehído al 4%.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- ii. Entre la tapa y contratapa de la muestra coloca una etiqueta interior que debe contar con el código de punto de muestreo y la fecha.
- iii. La zona de cerrado del frasco se cubre con cinta teflón y se cierra con la tapa externa del frasco.
- iv. La tapa se asegura con cinta de embalaje en el borde de la tapa.
- v. La muestra es homogeneizada agitando suavemente el frasco.

2.5. Acciones posteriores al muestreo

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

a. Aseguramiento de la calidad

El aseguramiento de la validez de los resultados de las actividades en campo toma en cuenta indicaciones de la US EPA⁴ aplicables al tipo de acciones que realiza el OEFA. Las acciones correctivas como aseguramiento de la calidad del muestreo del perifiton son indicadas en la Tabla N° 2.

Tabla N° 2. Actividades de aseguramiento de calidad y acciones correctivas para el muestreo de perifiton continental.

Acciones para el aseguramiento de la validez de los resultados	Descripción y requerimientos	Acción correctiva
Verificar la integridad de los frascos y etiquetas	Frascos y etiquetas limpios e intactos	Obtener suministros de reemplazo
Colecta de muestras	Preservar de inmediato para reducir la posibilidad de predación o daño	Calificar las muestras
Procesamiento de muestra (campo)	Tener especial cuidado en la homogeneización de la muestra luego de agregar el preservante	Utilizar agua destilada con ayuda de una piseta para facilitar el desprendimiento de los organismos adheridos
Almacenamiento de muestras (campo)	Almacene las muestras en un lugar fresco y sin exposición directa al sol hasta su envío al laboratorio analítico	Desechar y recolectar una nueva muestra
Tiempo de mantenimiento	Las muestras preservadas con formol y glutaraldehído pueden almacenarse indefinidamente; verificar periódicamente los frascos y agregar agua destilada y preservante si la muestra parece estar degradándose	Calificar las muestras

b. Conservación y transporte de la muestra

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- i. Todas las muestras deben ser embaladas y lacradas adecuadamente. Se utiliza cinta teflón o cinta de embalaje plomo para sellar la tapa del frasco. Luego, se procesan en un ambiente ventilado y con las medidas de seguridad necesarias.
- ii. Las muestras se almacenan dentro de cajas térmicas, de manera vertical para que no ocurran derrames y pérdida de material. En caso la preservación de la muestra fuese con lugol, mantiene la cadena de frío de 4 °C a 10 °C, empleando gel refrigerante.
- iii. Las cajas térmicas deben tener la indicación que señale la posición correcta en que deben ser transportados.
- iv. Considerar para el traslado de las muestras al laboratorio, las indicaciones de temperatura, los tiempos de conservación y perecibilidad especificados por el laboratorio encargado del análisis de muestras; o de ser el caso, seguir las indicaciones del Anexo N° 2 “*Condiciones para la conservación de las muestras hidrobiológicas*” del procedimiento PM0314 “*Gestión de ensayos analíticos*”.
- v. Durante su transporte al laboratorio, toda muestra debe estar siempre acompañada de su respectiva cadena de custodia, que detalla la siguiente información:
 - En la columna de Observaciones, indica el origen de la muestra (agua de río, laguna, etc.).
 - En Tipo de matriz considera Otros y en la parte inferior especifica que se trata de la matriz biológica.
 - En el recuadro Preservante químico, adiciona el nombre del preservante y concentración.
 - En el cuadro de Observaciones generales, indica el método
 - De ser necesario, incluye en Observaciones generales información relevante para el análisis de muestras, como anomalías organolépticas del agua, actividades o condiciones insólitas en el lugar de monitoreo.
- vi. Entre los recipientes coloca material de empaque limpio (plástico preformado para relleno, también puede utilizarse cartón corrugado) para evitar que estos sufran golpes, rajaduras o se rompan durante el transporte al laboratorio,
- vii. 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. Luego, comunica el traslado de las muestras a el/la asistente/a de gestión de materiales y muestras ambientales conforme al procedimiento PM0311 “*Gestión de transporte de equipamiento, materiales y muestras*”.
- viii. El área de trabajo debe ser verificada para no dejar residuos.
- ix. Se realiza la limpieza del equipamiento empleado, antes de su envío, como se indica en el instructivo I-DEAM-PM0309-18 “*Instructivo de uso y verificación de equipos de muestreo de comunidades hidrobiológicas*” del procedimiento PM0309.

⁴ United States Environmental Protection Agency. (2017). National Rivers and Streams Assessment 2018/19: Quality Assurance Project Plan (Version 1.1).

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- 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 asistente/a en mantenimiento de equipos de la OTEC, en caso se presente cualquier desperfecto, daño o pérdida del equipamiento de acuerdo con el procedimiento PM0309.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Instructivo de Muestreo de biota acuática - Macrobenetos y Megabentos

I. OBJETIVO

Establecer las acciones de la toma de muestra del macrobenetos y megabentos durante el desarrollo de la evaluación ambiental.

II. INSTRUCCIONES

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

El/la evaluador/a debe considerar los siguientes criterios:

- a. La ubicación y georreferenciación de los puntos de muestreo se realiza 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.
- b. Excepcionalmente, bajo condiciones de operación de equipos GPS, el/la evaluador/a podrá coleccionar datos en el sistema de coordenadas sexagesimal (geográficas), debiendo consignar valores de precisión con 6 decimales como mínimo.
- c. Para una ubicación rápida de los puntos de muestreo en campo, el/la evaluador/a registran 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 control del instrumento de gestión ambiental, entre otros.

2.2. Respecto a los registros fotográficos o videos

El/La evaluador/a debe considerar los siguientes criterios:

- a. Realizar como mínimo dos (2) registros fotográficos en los siguientes casos: (i) la foto panorámica de la zona de muestreo; y, (ii) durante el muestreo. Además, considera lo siguiente:
 - i. Para la procedencia específica de la muestra de macrobenetos y megabentos, el segundo registro fotográfico debe incluir la medición de parámetros de campo y otra durante la colecta de la muestra.
 - ii. Verificar que la fecha y hora indicada en el equipamiento se encuentre en el mismo formato de la cámara fotográfica o filmadora.
 - iii. En caso aplique, realiza el registro fotográfico durante la medición y lectura del equipamiento utilizado.
- b. 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 dd/mm/aaaa); (ii) hora (considerar el formato de 24 horas u horas

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

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

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

inicial y final); (iii) el código de punto de muestreo, (iv) la zona; y, (v) las coordenadas (ver Figura N° 1).

Código del punto de muestreo		
HB-COPE-01		
Coordenada Este →	E: 497372	Fecha: 05/04/2018
Coordenada Norte →	N: 9357009	Hora: 13:44
Profundidad →	Prof: 10 m	Datum: WGS 84
Precisión GPS →	p: ± 3m	Zona UTM: 17 M

Figura N° 1. Modelo de pizarra para el punto de muestreo de macrobentos y megabentos.

2.3. Acciones previas al muestreo

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

a. Verificación del equipamiento para el muestreo de macrobentos y megabentos

- i. Las revisiones, controles y pruebas de funcionamiento del equipamiento son realizados de forma conjunta entre el/la asistente de mantenimiento de equipos ambientales de la Unidad Funcional de Operaciones Técnicas y el personal de muestreo de las áreas usuarias, en dos momentos: (i) previo a la salida a campo; y, (ii) en la devolución del equipamiento, conforme al procedimiento PM0309 “*Aprovisionamiento y devolución de equipamiento*” (en adelante, el procedimiento PM0309).

b. Respetto de la procedencia específica de la muestra de macrobentos y megabentos

Para el muestreo en el ambiente marino se revisa el estado del tiempo y se organizan las fechas y horarios de actividad en campo. Para ello, se consulta los sitios web: <http://www.buoyweather.com/map/peru> y www.windguru.cz.

c. Respetto al muestreo por buceo científico

- i. Debe contar con la certificación de instituciones como CMAS³.
- ii. La actividad de colecta se desarrolla en pareja (2 buzos). Asimismo, se debe contar con un (1) buzo itinerante para intercalar el relevo de uno de los profesionales.

³ CMAS (de sus siglas “La Confédération Mondiale des Activités Subaquatiques”) o PADI (de sus siglas “Professional Association of Diving Instructors”) para actividades subacuáticas

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- iii. El equipamiento para buceo SCUBA (buceo autónomo) o buceo con compresora Hookah (buceo semiautónomo), tiene que encontrarse en buenas condiciones. El equipo compresor debe contar con filtro de aire.
- iv. Luego de las coordinaciones con el patrón de lancha y el “tender” (personal de la embarcación para la atención del buzo) debe quedar claro el tipo de maniobra de trabajo que se va a desarrollar, como: verificar la profundidad del área de trabajo, el tiempo de buceo, avisar en caso se registre oleaje anómalo, corrientes, etc.
- v. Una vez llegado al punto de muestreo, realiza el registro fotográfico en superficie consignando los datos en la pizarra acrílica.
- vi. Previo a la inmersión, organiza el material y equipamiento para el desarrollo del trabajo: profundímetro, brújula, cámara fotográfica con carcasa de protección y el tablero acrílico para el registro de datos: caracterización del hábitat (%), caracterización de las estructuras biogénicas (%), visibilidad (m).
- vii. Los métodos propuestos por censo visual requieren que el buzo tenga experiencia en identificar *en campo* las especies.

2.4. Acciones durante al muestreo

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

a. Rotulado y etiquetado

- i. Los envases se rotulan y etiquetan con tinta indeleble con la siguiente información:
 - Código de la muestra.
 - Fecha (dd/mm/aaaa) y hora del muestreo (hh:mm en formato de 24 horas).
 - Parámetro para analizar.
 - Procedencia específica de la muestra: fitoplancton (continental o marino), zooplancton (continental o marino).
 - Preservante utilizado y concentración.
 - Cuando corresponda, indicar si es muestra dirimente.
 - Las etiquetas se aseguran con cinta adhesiva.
 - De contar con etiquetas del OEFA deben ser utilizadas, caso contrario puede emplear etiquetas del laboratorio contratado.
- ii. Posteriormente a la toma de muestra, las etiquetas deben asegurarse con cinta adhesiva de tal manera que estén protegidas de daños de ilegibilidad durante su traslado.

b. Descripción del hábitat

El hábitat se consigna y describe considerando la información solicitada en los siguientes documentos del Anexo N° 2 “*Relación de documentos por componente ambiental*” del procedimiento PM0302:

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- Documento N° 24: Diagnóstico de la salud a nivel macroscópico y organoléptico en biota acuática.
- Documento N° 25: Datos de campo de biota acuática - Registro de megabentos mediante buceo científico.
- Documento N° 26: Datos de campo de biota acuática - Ecosistema marino costero (ambiente intermareal).

Dependiendo de los objetivos del estudio existen diferentes metodologías. Las técnicas de muestreo de macrobentos y megabentos marino que se presentan a continuación tienen en cuenta los criterios establecidos en los métodos estandarizados (APA, 2017⁴ y Swartz, 1978⁵) y son los que a continuación se detallan:

c. Muestreo en ambientes intermareales

- Las zonas de la playa arenosa son identificadas en: zona supralitoral (ZS), zona litoral (ZL) y zona sublitoral (ZI) como se visualiza en la Figura N° 2.

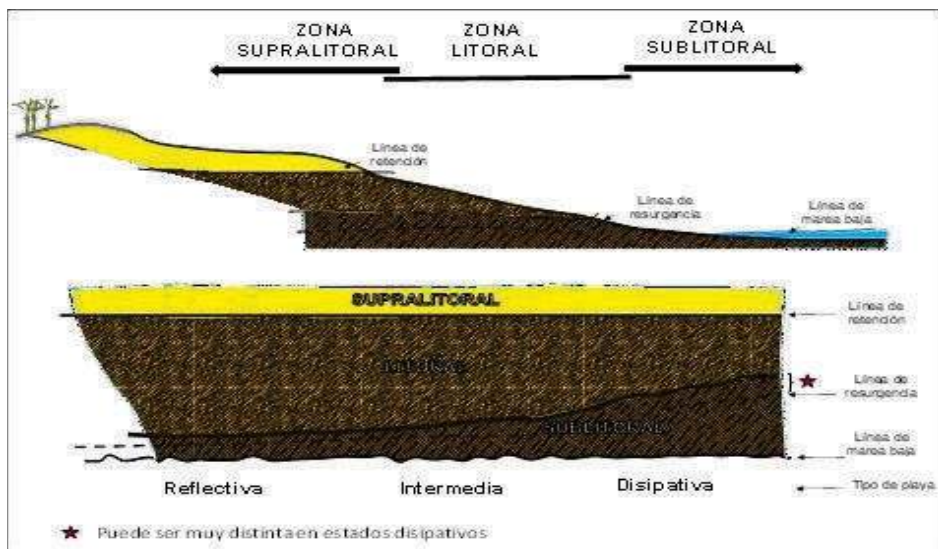


Figura N° 2. Esquema de zonación en el ambiente intermareal de playa arenosa⁶

- Un transecto perpendicular a la línea costera (Transecto T1) y sus respectivos transectos réplicas (T2) son delimitados. Los tres (3) transectos deben estar separados 5 m entre sí como se visualiza en la Figura N° 3.

⁴ United States Environmental Protection Agency. (2017). National Rivers and Streams Assessment 2018/19: Quality Assurance Project Plan (Version 1.1).

⁵ Swartz, R. (1978). Techniques for sampling and analyzing the marine macrobenthos. U.S. Environmental Protection Agency.

⁶ McLachlan, A., & Brown, A. (2006). The ecology of sandy shores. Journal of chemical Information and Modeling. (Vol. 53).

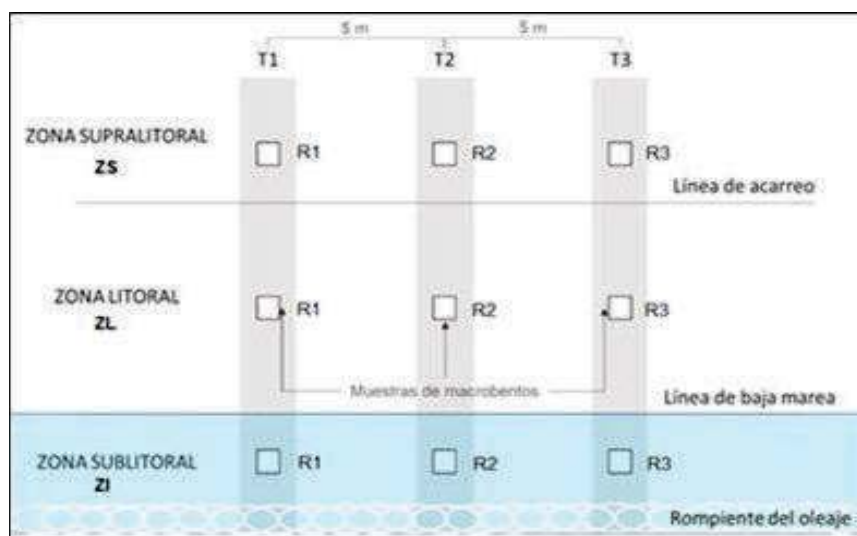


Figura N° 3. Esquema del diseño de muestreo, mostrando la ubicación de los transectos y puntos de muestreo de la comunidad del macrobentos del ambiente intermareal de playa arenosa.

- iii. El tubo Penchaszadeh se introduce, como mínimo, hasta una profundidad de 15 cm - 20 cm, obteniendo 3 réplicas para cada zona (supralitoral, litoral y sublitoral).
- iv. El contenido del tubo Penchaszadeh se vierte en una bolsa tamiz (500 μ m de abertura de poro) para su lavado, con la finalidad de eliminar el sedimento fino y detritus como se visualiza en la Figura N° 4.



Figura N° 4. Toma de muestra en zonas intermareales

- v. El material retenido en la bolsa se trasvasa a un frasco de boca ancha o una bolsa plástica de polietileno, dependiendo del volumen final de la muestra.
- vi. El tamiz se revisa cuidando que no queden organismos adheridos. En caso se quedarán, estos deben ser colocados en su respectivo frasco.
- vii. Para la identificación de cada réplica, después del código del punto de muestreo coloca una abreviatura que identifica a cada zona (zona

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

sublitoral “ZI”, zona litoral “ZL” y zona supralitoral “ZS”) y finalmente el número de la réplica (R1, R2 y R3).

- viii. Al final, cada punto de muestreo debe estar constituido por nueve (9) muestras (3 muestras por cada una de las 3 zonas).

d. Muestreo en ambientes submareales

i. Muestreo por buceo científico

- Macrobenetos

- Desde el punto de muestreo identificado a nivel superficial, desciende buceando (ver Figura N° 5).
- Ubica sobre el sustrato y define el sitio más representativo.
- El equipamiento más adecuado para el tipo de sustrato (duro o blando) debe ser empleado. Así, para sustrato duro, emplea marcos cuadrados, y para sustratos blandos, puede emplear *push corer*, *corers*, marcos cuadrados, entre otros.



Figura N° 5. Muestreo por buceo

- En cada punto de muestreo, debe coleccionar 3 réplicas. Cada réplica se coloca y asegura en bolsas de tela para su traslado hasta la embarcación.
- Cada réplica se debe trasladar a la bolsa tamiz y lavar con agua de mar para eliminar el material fino.
- El material retenido en la bolsa tamiz se trasvasa a un recipiente de plástico de boca ancha o bolsas de polietileno.

- Megabentos

- Desciende buceando y ubica sobre el sustrato y extiende el cabo (transecto).
- Por punto de muestreo, establece uno o más transectos sobre el fondo marino y registra en campo. Cada transecto consiste en un cabo de 30 m, con divisiones cada 5 m. El cabo tiene una boya y un peso en cada uno de sus extremos.

- Cada 5 m coloca el marco cuadrado de 1 m² con la finalidad de hacer el registro en campo de los organismos que se encuentren dentro del área del marco cuadrado como puede observarse en la Figura N° 6.

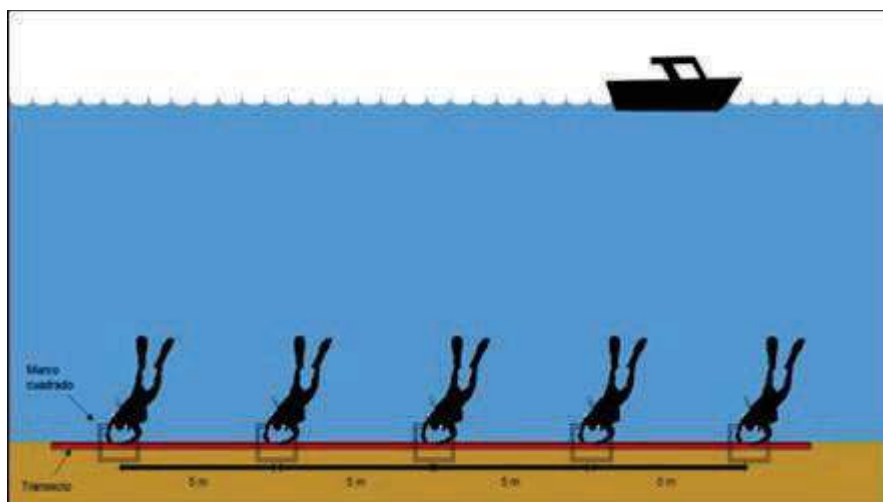


Figura N° 6. Esquema de diseño de evaluación de megabentos por transecto

- Los organismos se identifican en campo, y anota con lápiz de carbón las especies identificadas y su densidad en las pizarras acrílicas (ver Figura N° 7).



Figura N° 7. Identificación y registro en campo de organismos

- Las tomas fotográficas y videos se realizan con el fin de tener registros de las especies identificadas y obtener datos de cobertura de las especies más abundantes (ver Figura N° 8).

Nota: El material fotográfico también sirve para corroborar la identificación de algunas especies que presentan complejidad en el análisis taxonómico.

- Cinco áreas de 1 m² por cada transecto son evaluadas, teniendo en cuenta que puede haber más de un transecto en cada punto de muestreo.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- Las muestras de referencia se colectan para ser verificadas posteriormente en la embarcación o en laboratorio en caso no se puedan identificar durante el tiempo de inmersión.



Figura N° 8. Toma fotográfica de muestras

- En la cubierta de la embarcación se traslada la información de las pizarras acrílicas al formato PM0313-F19 Datos de campo de biota acuática - Registro de megabentos mediante buceo científico, del procedimiento PM0313 "Gestión de ensayos analíticos".

ii. Muestreo por draga

- Se puede emplear una draga tipo Van Veen u otra draga.
- La profundidad se mide con el profundímetro, una vez ubicados en el punto de muestreo, para tener disponible la cantidad de cuerda necesaria en la línea de la draga.
- La draga se lanza sobre el sustrato y se colectan 3 réplicas independientes (ver Figura N° 9).
- La muestra se coloca en un recipiente donde pueda abrirse adecuadamente, agregar agua de mar para lavar la draga y asegurar que todos los organismos sean colectados.



Figura N° 9. Muestreo con Draga

- La muestra se traslada del recipiente a una bolsa tamiz de 500 μm de abertura de malla, y se lava para eliminar el material fino del sedimento muestreado.
- El material retenido en la bolsa se trasvasa a frasco(s) de plástico de boca ancha de 250 mL, 500 mL o 1 L; dependiendo del volumen de sedimento retenido en el tamiz también se puede utilizar bolsas de polietileno con el volumen necesario para contener el sedimento retenido (ver Figura N° 10).

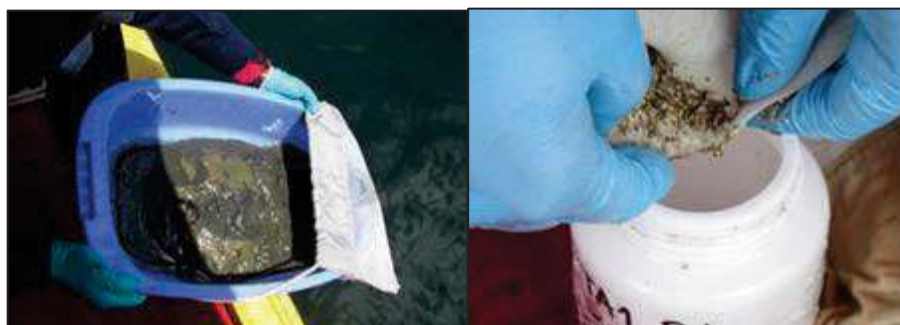


Figura N° 10. Trasvase de material a la bolsa tamiz y al frasco

- El tamiz es lavado cuidando que no queden organismos adheridos en el mismo.

e. Preservación de muestras de megabentos

- i. La muestra tamizada es colocada en una solución de cloruro de magnesio (250 g de MgCl en 4 L de agua destilada), por un tiempo de 5 a 10 minutos. Este reactivo tiene un efecto anestésico sobre los organismos permitiendo la exposición de estructuras retractiles (p. ej. branquias, faringe, etc.) facilitando la identificación taxonómica en el laboratorio.
- ii. La muestra se pasa a alcohol de 96%.
- iii. La muestra se fija con formol al 7% en campo, y luego de 48 horas se preserva en alcohol al 70% si son de interés algunas estructuras de fácil desprendimiento.
- iv. El frasco se cierra herméticamente. Los reactivos se deben manipular de

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

manera adecuada para evitar el contacto con los ojos, labios y piel, teniendo especial cuidado con su transporte y manipulación (apertura y cierre de frascos), así como de las muestras colectadas.

- v. Las indicaciones o procedimientos dados por el laboratorio contratado son seguidas, si es el caso que se envían a un laboratorio externo.

2.5. Acciones posteriores al muestreo

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

a. Aseguramiento de la calidad

El aseguramiento de la validez de los resultados de las actividades en campo toma en cuenta indicaciones de la US EPA⁷ aplicables al tipo de acciones que realiza el OEFA. Las acciones correctivas como aseguramiento de la calidad del muestreo del macrobentos y megabentos son indicadas en la Tabla N° 1.

Tabla N° 1. Actividades de aseguramiento de calidad y acciones correctivas para el muestreo de macrobentos y megabentos del mar.

Acciones para el aseguramiento de la validez de los resultados	Descripción y requerimientos	Acción correctiva
Verificar la integridad de los frascos y etiquetas	Frascos y etiquetas limpios e intactos	Obtener suministros de reemplazo
Colecta de muestras	Mantener húmedas las muestras de macroinvertebrados bentónicos individuales antes de llevarlas a algún recipiente o tamiz para evitar su desecación	Desechar y coleccionar una nueva muestra si no es preservada
	Preservar de inmediato los invertebrados depredadores para reducir la posibilidad de que otros invertebrados sean consumidos o dañados	Calificar las muestras
Procesamiento de muestra (campo)	Asegurar un correcto lavado de la muestra (retirar sedimentos finos). Para una correcta conservación de la muestra, retirar el exceso de agua con ayuda de un tamiz. Vaciar la muestra al frasco y agregar etanol al 96% hasta al menos 2 centímetros por encima del nivel que ocupa la muestra en el frasco.	Calificar la muestra. Si la muestra está deteriorada, desecharla y coleccionar nuevamente

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO		Código: PM0313
			Versión: 03
			Fecha: 11/06/2025
Almacenamiento de muestras (campo)	Obtener un registro fotográfico de las muestras <i>en campo</i> (control de colecta). Luego, almacenar las muestras bentónicas en un lugar fresco y oscuro hasta su envío a laboratorio analítico.	Desechar.	
Tiempo de mantenimiento	Las muestras preservadas pueden almacenarse indefinidamente; verificar periódicamente los frascos y cambiar el etanol si la muestra parece estar degradándose	Calificar las muestras	

b. Conservación y transporte de la muestra

- i. Todas las muestras deben ser embaladas y lacradas adecuadamente. Se utiliza cinta teflón o cinta de embalaje plomo para sellar la tapa del frasco. Luego, se procesan en un ambiente ventilado y con las medidas de seguridad necesarias.
- ii. Las muestras se almacenan dentro de cajas térmicas, de manera vertical para que no ocurran derrames y pérdida de material. En caso la preservación de la muestra fuese con lugol, mantiene la cadena de frío de 4 °C a 10 °C, empleando gel refrigerante.
- iii. Las cajas térmicas deben tener la indicación que señale la posición correcta en que deben ser transportados.
- iv. Considerar para el traslado de las muestras al laboratorio, las indicaciones de temperatura, los tiempos de conservación y perecibilidad especificados por el laboratorio encargado del análisis de muestras; o de ser el caso, seguir las indicaciones del Anexo N° 2 “*Condiciones para la conservación de las muestras hidrobiológicas*” del procedimiento PM0314 “*Gestión de ensayos analíticos*”.
- v. Durante su transporte al laboratorio, toda muestra debe estar siempre acompañada de su respectiva cadena de custodia, que detalla la siguiente información:
 - En la columna de Observaciones, indica el origen de la muestra (agua de río, laguna, etc.).
 - En Tipo de matriz considera Otros y en la parte inferior especifica que se trata de la matriz biológica.
 - En el recuadro Preservante químico, adiciona el nombre del preservante y concentración.
 - En el cuadro de Observaciones generales, indica el método (p.ej. draga, etc).
 - De ser necesario, incluye en Observaciones generales información relevante para el análisis de muestras, como anomalías organolépticas del agua, actividades o condiciones insólitas en el lugar de monitoreo.

⁷ United States Environmental Protection Agency. (2017). National Rivers and Streams Assessment 2018/19: Quality Assurance Project Plan (Version 1.1).

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- vi. Entre los recipientes coloca material de empaque limpio (plástico preformado para relleno, también puede utilizarse cartón corrugado) para evitar que estos sufran golpes, rajaduras o se rompan durante el transporte al laboratorio,
- vii. Las cajas térmicas, se emban con cinta adhesiva y plastifilm (*stretch film*) y se transportan lo antes posible al laboratorio teniendo en cuenta los tiempos de perecibilidad. Luego, comunica el traslado de las muestras a el/la asistente/a de gestión de materiales y muestras ambientales conforme al procedimiento PM0311 “*Gestión de transporte de equipamiento, materiales y muestras*”.
- viii. El área de trabajo debe ser verificada para no dejar residuos.
- ix. Se realiza la limpieza del equipamiento empleado, antes de su envío, como se indica en el instructivo I-DEAM-PM0309-18 “*Instructivo de uso y verificación de equipos de muestreo de comunidades hidrobiológicas*” del procedimiento PM0309.
- 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 asistente/a en mantenimiento de equipos de la OTEC en caso se presente cualquier desperfecto, daño o pérdida del equipamiento de acuerdo con el procedimiento PM0309.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Instructivo de muestreo de biota Terrestre-Flora

I. OBJETIVO

Establecer las acciones de la toma de muestra y evaluación del componente biota terrestre-flora, durante el desarrollo de la evaluación ambiental.

II. INSTRUCCIONES

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

El/La evaluador/a debe considerar los siguientes criterios:

- 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 UTM WGS 84, indicando la zona y la precisión.
- Excepcionalmente, bajo condiciones de operación de equipos GPS, el/la evaluador/a podrá coleccionar datos en el sistema de coordenadas sexagesimal (geográficas), debiendo consignar valores de precisión con 6 decimales como mínimo.
- Para una ubicación rápida de los puntos de muestreo en campo, el/la evaluador/a registran 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 control del instrumento de gestión ambiental, entre otros.

2.2. Respetto a los registros fotográficos y videos

El/La evaluador/a debe considerar los siguientes criterios:

- Realizar como mínimo dos (2) registros fotográficos en los siguientes casos:
 - la foto panorámica de la zona de muestreo, (ii) durante el muestreo.
 Además, puede considerarse lo siguiente:
 - Para la procedencia específica de la muestra de la biota terrestre-flora, el segundo registro fotográfico debe incluir la toma de datos de campo realizando las evaluaciones por transectos, parcelas permanentes, cuadrantes, u otra metodología utilizada.
 - También puede incluir el registro fotográfico de la medición de datos de campo empleando la cinta diamétrica para medir el diámetro de los árboles, entre otros.
 - 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, realiza el registro fotográfico durante la medición y lectura del equipamiento utilizado.
 - En caso aplique, realiza registros fotográficos empleando aeronave no tripulada.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- 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 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), para el caso de cuerpo marino se indica solo la profundidad.



Figura N° 1. Modelo de pizarra para el punto de muestreo de la biota terrestre (Flora).

2.3. Acciones previas al muestreo

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

a. Verificación del equipamiento para el muestreo y evaluación de biota terrestre - flora

Para la verificación del equipamiento para el muestreo flora, considera los siguientes criterios:

- i. Las revisiones, controles y pruebas de funcionamiento del equipamiento son realizados de forma conjunta entre la Unidad Funcional de Operaciones Técnicas - OTEC y el personal de muestreo de las áreas usuarias, en dos momentos: previo a la salida a campo y en la devolución del equipamiento, conforme al procedimiento PM0309 “*Aprovisionamiento y devolución de equipamiento*” (en adelante, el procedimiento PM0309).

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025



Figura N° 2. Equipos, materiales y herramientas a utilizar en la evaluación y colecta

b. Determinación de las zonas de muestreo

- i. Se establecen las zonas a evaluar, de acuerdo con la ubicación de los componentes fiscalizables del administrado y la posible afectación que podrían estar o estén degradando los ecosistemas.
- ii. Se complementa la selección de zonas a evaluar «ecosistemas, formaciones vegetales y unidades de vegetación», validando las zonas propuestas con mapas elaborados usando imágenes satelitales actualizadas.

c. Determinación del método de muestreo

El enfoque de la evaluación ambiental se debe mantener y prevalecer para seleccionar la metodología que debe ser aplicada en los ecosistemas y formaciones vegetales:

- Para las evaluaciones de flora mediante parcelas permanentes, parcelas de 1 m² y transectos, el enfoque y diseño debe considerar monitoreo cada 3 a 4 años (la dinámica de la vegetación puede mostrar, si un determinado ecosistema está siendo alterado o no, por alguna actividad antropogénica).
- Las metodologías mencionadas para el muestreo de Flora pueden ser modificadas y adaptadas según el objetivo de la colecta o estudio.

d. Charla de Inducción de seguridad

Se realiza la inducción correspondiente al personal de apoyo para la evaluación ambiental.

2.4. Acciones durante al muestreo

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

a. Parcelas permanentes de muestreo (PPM)

- i. Se aplica según el Manual de la Red Amazónica de Inventarios Forestales (RAINFOR)¹, considerando modificaciones y/o adaptaciones que requiera la evaluación ambiental. Este método aplica principalmente en ecosistemas amazónicos, para evaluaciones arbóreas como inventarios forestales, y tiene por objeto entender su dinámica a través de monitoreos a largo plazo.
- ii. Asimismo, las parcelas se ubican de forma aleatoria dentro de los estratos geomorfológicos locales, considerando que debe:
 - a) Ubicarse en un terreno homogéneo con un solo tipo de suelo;
 - b) Contar con acceso adecuado;
 - c) Identificar áreas de estudio donde las parcelas se puedan mantener en el tiempo;
 - d) Incluir áreas afectadas por perturbación antropogénica dependiendo de los objetivos del muestreo.
- iii. La homogeneidad del terreno se debe mantener dentro de la parcela, y se verifica la forma de los estratos geomorfológicos; y, decide si las parcelas tendrán forma cuadrangular o rectangular.
- iv. Las parcelas cuadradas tienen menor efecto de borde que las parcelas rectangulares y tienen menos problemas con las decisiones que conciernen a la presencia o ausencia de árboles dentro y fuera de los bordes.
- v. Las parcelas rectangulares pueden ser menos alteradas por las líneas de corte dentro de la misma, siendo menos susceptibles a cualquier sesgo de “bosque maduro” y las dinámicas que registren están menos influenciadas por eventos de caídas de árboles.
- vi. También establece el tamaño (área) y forma de la parcela, considerando como área mínima 0,1 ha y máxima 1 ha, siendo 0,5 ha el área recomendable para zonas que están relacionadas con hidrocarburos. Se recomienda que cada subparcela tenga un tamaño de 20 m x 20 m.
- vii. Las parcelas y subparcelas se deben delimitar. Para ello se requiere, en lo posible, cuatro (4) personas para su delimitación. Un personal de muestreo debe guiar con la brújula, un segundo personal debe hacer una trocha recta donde va a ir la línea, un tercer personal debe medir la distancia y un cuarto personal debe seguir y extender la cuerda. Para la delimitación de las parcelas, el método más preciso es acordonar la línea base de la parcela y luego colocar cuidadosamente cuerdas en cada subparcela. Cualquier corte debe ser mínimo, ya que cualquier impacto puede afectar al crecimiento de los árboles en la parcela y a la selección de otros nuevos a largo plazo.
- viii. Para identificar los árboles, coloca placas con códigos asignados (plaqueado de árboles). Para ello se requiere, en lo posible, tres (3) personas.

¹ PHILIPS, O., BAKER, T., FELDPAUSCH, T., & BRIENEN, R. (2016). Manual de Campo para la remediación y establecimiento de parcelas-RAINFOR. Pan Amazonia. ISO 690.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Un personal de muestreo debe identificar el orden óptimo en el cual los árboles deben ser plaqueados y colocar las placas; otro personal toma las medidas y el tercer personal toma nota y dibuja un mapa aproximado de la parcela. Los árboles son incluidos si más del 50% de sus raíces están dentro de la parcela (Ver Figura N° 3).

- ix. Los árboles deben ser plaqueados sistemáticamente moviéndose alrededor de cada sub-parcela cerrando con el último árbol plaqueado en cada sub-parcela el punto de inicio de la siguiente sub-parcela. Luego, golpea el clavo en un ángulo de alrededor de 30° ligeramente hacia abajo, para que perfora la corteza y sea seguro, pero dejando el máximo de espacio posible para que cuando el árbol crezca no cubra o absorba la placa de aluminio.
- x. Luego, coloca la placa a una altura de 1,60 m o exactamente a 30 cm por encima del punto óptimo de medida (POM), y sistemáticamente en el mismo lado de los árboles en toda la sub-parcela. Es útil marcar una línea 30 cm sobre el martillo así, el martillo puede ser utilizado para medir 30 cm sobre el POM para colocar la placa. Los clavos de acero son necesarios para los árboles con madera externa dura (por ejemplo: palmeras).



Figura N° 3. Colocación de placas (plaqueado de árboles)

- xi. El diámetro se debe medir considerando los estándares que sigue RAINFOR (ver: <http://www.rainfor.org/es/manuales>) para registrar las condiciones del árbol cuando está vivo o las razones de su muerte).
- xii. Registrar la información en el formato PM0313-F28 “*Ficha de evaluación de flora silvestre por el método de parcelas permanentes de muestreo*” del procedimiento PM0313 “*Gestión de ensayos analíticos*”.

² El uso de la presente metodología debe considerar lo indicado en el Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal (Mostacedo y Fredericksen, 2000), además de, los lineamientos establecidos en la Guía de inventario de flora y vegetación (Minam, 2015)

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

b. Transectos “Punto de intercepción”

- i. Aplica el método de transectos denominado “*Punto de intercepción*”² cuando los ecosistemas de muestreo corresponden a flora silvestre altoandina (bofedales, césped de puna, pajonales, roquedales y matorrales) y ecosistemas costeros (arbustivos, matorrales y herbazales).
- ii. Registra los datos utilizando una varilla delgada; la cual se coloca en forma vertical para registrar aquellas plantas que se interceptan en las diferentes alturas. Además, registra la forma de vida (hierba, graminoide, subarbusto, arbusto, árbol, trepadora, epífita, entre otras.) de cada planta. Finalmente, registra en el documento N° 35 “*Ficha de evaluación de flora silvestre por el método de transecto - puntos de intercepción*” del Anexo N° 2 “Relación de documentos por componente ambiental” del procedimiento PM0302.
- iii. Los transectos se ubican de modo que abarque la misma formación vegetal. En cada transecto, evalúa 100 puntos y de acuerdo a la longitud del transecto se deben establecer distancias equitativas. En cada punto, coloca una varilla de 2 mm de diámetro y toma en cuenta las especies que tienen contacto con la varilla y el número de veces que estas la tocan³. Adicionalmente, para cada transecto, registra, en la libreta de campo, datos de pendiente, orientación, ubicación geográfica y altitud (Ver Figura N° 4).



Figura N° 4. Registro mediante el método de transectos

- v. Aplica estudios complementarios, considerando colectas especializadas o específicas que permitan la detección de la presencia de metales y/o restos de hidrocarburos o evidencias de bioacumulación en la flora evaluada, de acuerdo con las indicaciones del contratista del laboratorio), que podrían involucrar el análisis de tejidos y/o fitopatológicos.

c. Colecta de muestras

- i. Emplea la metodología según los fines de estudio, principalmente, registrar los datos obtenidos en el formato PM0313-F29 “*Planilla de evaluación de flora silvestre*” del procedimiento PM0313 “Gestión de ensayos analíticos”.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- ii. Además, realiza la colecta de muestra y/o mediciones necesarias, conforme a las indicaciones establecidas, a mayor detalle en el “Manual de campo para la remediación y establecimiento de parcelas”⁴
- iii. Colecta de dos a cuatro muestras por especie (voucher de espécimen) dependiendo de la complejidad para su determinación taxonómica, asimismo, asigna a cada muestra códigos que las diferencie según sea el caso. Adicionalmente, considera el código de colección correlativo del botánico responsable
- iv. Realiza búsquedas intensivas de especímenes en el área de estudio, con el fin de registrar la mayor cantidad de especies presentes (información cualitativa). Asimismo, hay que considerar que los procedimientos de recolecta y prensado son realizados empleando las metodologías recomendadas⁵ como la “*Manera de preparar plantas para el herbario*”.
- v. Se realizan colectas botánicas denominadas “voucher de espécimen” en el caso que una especie no sea identificada y cuando exista cualquier incertidumbre para su identificación en campo. Todo individuo colectado, debe tener un duplicado además del original. Por otro lado, las colecciones repetidas de plantas estériles son usadas para la distinción confiable de las morfoespecies.
- vi. Se recolecta preferentemente solo los especímenes que se encuentran en estadios de floración y fructificación, aquellos que están en estadio vegetativo solo deben ser registrados en caso se tenga seguridad de su determinación taxonómica.
- vii. Además, fotografía los especímenes de flora colectada, para tener registro adicional de las muestras, que ayuden a su mejor identificación taxonómica.

d. Preservación de muestra de flora

- i. Las muestras colectadas deben ser colocadas en papel periódico manteniendo la disposición de las hojas y sus estructuras, de modo que puedan mostrarse las características importantes para la determinación taxonómica.
- ii. Asigna el código de identificación a cada muestra botánica colectada, siguiendo el correlativo de las colecciones según el personal de muestreo a cargo.
- iii. Asegura que las muestras se encuentren debidamente rotuladas, preservadas e identificadas, considerando las condiciones que requiere cada muestra botánica.
- iv. Luego coloca las prensas por ambos lados, sujeta con una cuerda y amarra ejerciendo presión hasta verificar que las muestras estén inmovilizadas.

³ Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal.

⁴ (Phillips, O. *et al.*, 2016), y el “Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en Ecología Vegetal” (Mostacedo, B. *et al.*, 2000), y Cerrate, E. (1969) “*Manera de preparar plantas para el herbario*”

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- v. Cuando corresponda, para la preservación de las muestras colectadas y prensadas, procede esparciendo alcohol entre 50° a 70° de concentración, permitiendo mantener la muestra hasta el inicio de su tratamiento de secado.
- vi. Para la preservación de flores y frutos, considera el uso de sílica gel en frascos herméticamente sellados.

2.5. Acciones posteriores al muestreo

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

- i. Las muestras colectadas y preservadas que requieran una identificación taxonómica son enviadas a la OTEC para su tratamiento taxonómico por personal calificado en taxonomía botánica.
- ii. Los especímenes de flora identificados deben ser depositados en Herbarios registrados en el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR).

Aseguramiento de la calidad

Se realizan las acciones correctivas indicadas en la Tabla N° 1.

Tabla N° 1. Actividades de aseguramiento de calidad y acciones correctivas para el muestreo de biota terrestre: Flora.

Actividad de aseguramiento de calidad	Descripción y requerimientos	Acción correctiva
Verificar la integridad de los equipos.	Equipos que formen parte de lo indispensable para colecta, procesado y preservación de las muestras.	Obtener equipos de reemplazo.
Revisar funcionamiento correcto de tijeras telescópicas (cabezales y pivotes)	El personal de muestreo debe corroborar las características de las tijeras (cabezales y pivotes), junto con el colector de árboles grandes (muestras en amazonia).	Si el funcionamiento es deficiente, se deben hacer ajustes en los cabezales y pivotes (cambiar por otros de acuerdo con el problema identificado).
Revisar funcionamiento correcto de Arneses de seguridad (líneas de vida y mosquetones)	El personal de muestreo debe corroborar las características de los arneses de seguridad (líneas de vida y mosquetones), junto con el colector de árboles grandes (muestras en amazonia).	Si el funcionamiento es deficiente o se encuentra en mal estado, se debe solicitar reemplazo (cambiar por otros de acuerdo con el problema identificado).

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO		Código: PM0313
			Versión: 03
			Fecha: 11/06/2025

Procesamiento de muestras (esfuerzo de colecta como sustento - voucher de espécimen)	Al término de cada evaluación, se debe revisar la presencia de muestras "voucher" de cada espécimen. Principalmente para especies no determinadas taxonómicamente en campo.	En caso de ser imposible la colecta, considerar toma de fotografías, poniendo énfasis en características morfológicas visibles y reacciones fisiológicas (olor, sabor, color de exudados, etc).
Procesamiento de muestra (campo)	Las muestras botánicas deberán ser prensados y preservados, considerando los tipos de hoja (diferenciando hojas compuestas de hojas simples).	Revisar, si la posición de las hojas (compuestas o simples), mantengan posición del haz y el envés.
Procesamiento de muestra (campo)	Las muestras botánicas deben considerar duplicados necesarios para su correcta determinación taxonómica (más de tres duplicados si las muestras contienen flores y frutos).	Revisar la correcta preservación de las flores y frutos.
	Las muestras colectadas deben ser rotuladas, considerando códigos de proyecto, zona y parcela o transecto.	Revisar la correcta codificación de cada muestra botánica. Asimismo, debe considerar el número correlativo del botánico responsable.
	Las determinaciones taxonómicas deben considerar la más actualizada (existe una serie de cambios por actualización en el tiempo)	Al 2020 se viene trabajando según el APG IV (<i>Angiosperm phylogeny classification of flowering plants</i>).
	Considerar notas sobre la utilidad y la denominación de nombre común de las especies, con ayuda de apoyos locales	La participación de apoyos locales es indispensable para dar veracidad y resolver discrepancias en las utilidades y los nombres comunes.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO		Código: PM0313
			Versión: 03
			Fecha: 11/06/2025
Preservación de las muestras	Las muestras botánicas colectadas para identificación en herbario (voucher de especímenes testigos) serán preservados en alcohol al 70 %.	Si los especímenes testigos no están adecuadamente preservados, nuevos especímenes deberán ser colectados en la siguiente salida de campo.	
Envío de muestras a herbarios	Las muestras botánicas empaquetadas (procesadas y conservadas en alcohol) para envío a herbarios.	Debe llevar etiquetas con rótulo de OEFA, que indique "No abrir" hasta iniciar proceso de secado, ya que abrirlos antes, puede ocasionar daños irreparables (descomponerse).	

⁵ Missouri Botanical Garden, y Cerrate, E. (1969) "*Manera de preparar plantas para el herbario*".

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Instructivo de muestreo de biota terrestre – Fauna - anfibios y reptiles

I. OBJETIVO

Establecer las acciones para la evaluación de las poblaciones de anfibios y reptiles durante el desarrollo de las evaluaciones ambientales.

II. INSTRUCCIONES

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

El/la evaluador/a debe considerar los siguientes criterios:

- La ubicación y georreferenciación de los puntos de muestreo se realiza mediante el empleo de un navegador de posicionamiento global (GPS), las coordenadas se registran en el sistema UTM WGS 84, indicando la zona UTM y la precisión.
- Excepcionalmente, bajo condiciones de operación de equipos GPS, el/la evaluador/a podrán almacenar datos en el sistema de coordenadas sexagesimal (geográficas), debiendo consignar valores de precisión con 6 decimales como mínimo.
- Para una ubicación rápida de los puntos de muestreo en campo, l/la evaluador/a registran las referencias de localización resaltantes, tales como: componentes mineros (depósito de relaves, depósitos de desmontes, etc.), puentes, cuerpos de agua, comunidades campesinas, centros poblados, vías de acceso, puntos de control del instrumento de gestión ambiental, entre otros.

2.2. Respecto a los registros fotográficos y videos

El/La evaluador/a debe considerar los siguientes criterios:

- Realizar como mínimo dos (2) registros fotográficos en los siguientes casos: (i) la foto panorámica de la zona de muestreo, (ii) durante el muestreo. Además, considerar lo siguiente:
 - Se puede incluir el registro fotográfico de los individuos de anfibios y registrados o capturados, medición de parámetros de campo, entre otros.
 - 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, realiza el registro fotográfico durante la medición y lectura del equipamiento utilizado.
- 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 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)

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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 las unidades de evaluación de terrestre anfibios y reptiles

2.3. Acciones previas a la evaluación

- Las revisiones, controles y pruebas de funcionamiento del equipamiento son realizados de forma conjunta entre el asistente de mantenimiento de equipos de la Unidad Funcional de Operaciones Técnicas - OTEC y el personal de muestreo de las áreas usuarias, en dos momentos: previo a la salida a campo y en la devolución del equipamiento.
- Deben establecer las zonas o puntos definitivos a evaluar de acuerdo con la ubicación de los componentes fiscalizables del administrado y la posible afectación de los ecosistemas y especies de fauna silvestre.
- Deben establecer el número adecuado de unidades de evaluación en las zonas propuestas (de forma preliminar), con el objetivo de obtener una muestra representativa de las comunidades de fauna silvestre y responder a los objetivos planteados en el estudio.
- Realiza un checklist de los materiales (bolsas de plástico, frascos herméticos, cintas marcadoras, etiquetas, material de colecta, redecilla de acuario, etc.) necesarios para realizar las evaluaciones de campo.

2.4. Acciones durante la evaluación de anfibios y reptiles

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

- Registra en las libretas de campo, los datos referidos a la unidad de muestreo o evaluación y en cada unidad de muestreo toma nota de cada uno de los individuos registrados durante la evaluación.
- Cuando corresponda, colecta especímenes para su posterior identificación taxonómica o para la toma de muestras de tejidos con la finalidad de realizar algún estudio específico (ejemplo: análisis de contenido de metales totales).

a. Búsqueda por encontrar visual o “Visual Encounter Survey” (VES)

- Se debe tener en consideración la toma de datos correspondiente a las

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

horas de inicio y final de la evaluación, coordenadas UTM y elevación con respecto al nivel del mar del punto inicial y final del VES, condiciones climáticas, así como las características del tipo de hábitat, formación vegetal y otras características referidas al tipo de evaluación realizada.

- ii. La búsqueda de anfibios y reptiles debe realizarse a través de caminatas aleatorias o con un rumbo definido en una zona específica por un tiempo determinado (30-60 minutos)¹, en el que se revisa la vegetación, cuerpos de agua, piedras, rocas y material diverso que sirva de refugio para anfibios y reptiles (Ver Figura N° 2).
- iii. Evitar que el muestreo se realice en zonas de trochas y caminos utilizados por los pobladores locales para disminuir un sesgo en la detectabilidad de anfibios y reptiles.
- iv. Las unidades de muestreo deben encontrarse distanciadas por al menos 50 m.
- v. En cada VES se anota la especie y abundancia de los individuos registrados, hora de avistamiento, tipo de registro (visual, captura o colecta), punto de georreferenciación, sexo, edad reproductiva (adulto, subadulto, juvenil, larva), peso, medidas morfológicas (largo total, longitud hocico-cloaca, etc.), actividad (termorregulando, alimentándose, en interacciones sociales, etc.), substrato y tipo de microhábitat y otras características relevantes para el estudio realizado.
- vi. Al culminar la evaluación del VES los individuos capturados son identificados hasta el nivel de especie, se toman los datos mencionados en el ítem v y son posteriormente liberados en el mismo lugar de colecta. La manipulación de individuos de anfibios y reptiles se realiza utilizando guantes de nitrilo.
- vii. Cuando corresponda, colecta especímenes para su posterior identificación taxonómica en gabinete o para la toma de muestras de tejidos con la finalidad de realizar algún estudio específico (ejemplo: análisis de contenido de metales de totales), estos procedimientos se indican más adelante.



Figura N° 2. Búsqueda de anfibios y reptiles por “Visual Encounter Survey” (VES)

¹Ministerio del Ambiente – MINAM (2015). Capítulo 5 (paginas 33 - 34) Guía de inventario de Fauna Silvestre.

Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural – Lima. 83 pp.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

b. Transectos de banda fija (BTF)

- i. Debe considerarse la toma de datos correspondiente a las horas de inicio y final de la evaluación, coordenadas UTM, elevación con respecto al nivel del mar del punto inicial y final del transecto, condiciones climáticas y características del tipo de hábitat, formación vegetal y otras características correspondientes al tipo de evaluación realizada.
- ii. Los transectos pueden ser establecidos y aperturados 24 horas antes de las evaluaciones para aumentar las probabilidades del registro de especies.
- iii. El tiempo de muestreo debe estandarizarse y ser similar para todos los transectos realizados.
- iv. El transecto se ubica de manera perpendicular a los caminos, a una distancia de 10 m -20 m de la trocha². Además, debe estar a una distancia mínima de 50 metros del próximo transecto.
- v. La búsqueda de anfibios y reptiles puede realizarse en bandas o transectos de 100 x 2 metros para zonas abiertas; y, transectos de 50 x 2 metros para zonas agrestes y poco accesibles.
- vi. El recorrido debe realizarse en horario diurno y nocturno a una velocidad constante.
- vii. En cada transecto, anota la especie y abundancia de los individuos registrados, hora de avistamiento, tipo de registro (visual, auditivo, captura o colecta), punto de georreferenciación, sexo, edad reproductiva (adulto, subadulto, juvenil, larva), peso, medidas morfológicas (largo total, longitud hocico-cloaca, etc.), actividad (termorregulando, alimentándose, en interacciones sociales, etc.), substrato y tipo de microhábitat y otras características relevantes para el estudio realizado.
- viii. Al culminar la evaluación del transecto, los individuos capturados son identificados hasta el nivel de especie, se toman los datos mencionados en el ítem vii; y, posteriormente son liberados en el mismo lugar de colecta. La manipulación de individuos de anfibios y reptiles se realiza utilizando guantes de nitrilo.
- ix. Cuando corresponda, colecta especímenes para su posterior identificación taxonómica en gabinete o para la toma de muestras de tejidos con la finalidad de realizar algún estudio específico (ejemplo: análisis de contenido de metales totales), estos procedimientos se indican más adelante.

² Angulo A., J. V. Rueda-Almonacid, J. V. Rodríguez-Mahecha & E. La Marca (Eds) (2006). Técnicas de Inventario y Monitoreo para los Anfibios de la Región Tropical Andina. Conservación Internacional. Serie Manuales de Campo N°2. Panamericana Formas e Impresiones SA, Bogotá DC.
Ministerio del Ambiente – MINAM (2015). Capítulo 5 Guía de inventario de Fauna Silvestre. Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural – Lima. 83 pp

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

c. Transectos en hábitats acuáticos

- i. Se debe tomar en consideración datos correspondientes a las horas de inicio y final de la evaluación, coordenadas UTM, y elevación con respecto al nivel del mar del punto inicial y final, condiciones climáticas, características de hábitat tales como: clasificación cualitativa de caudal, tipo de lecho (rocoso, limoso, arenoso, otros), pendiente, vegetación acuática y sustrato de orilla.
- ii. Antes de iniciar la evaluación del transecto, mide los parámetros de pH, conductividad, temperatura y oxígeno disuelto con un equipo multiparámetro de campo, en el punto de inicio del transecto.
- iii. Los transectos pueden ser de 50 m o 100 m y se establecen a lo largo de cursos de hábitats acuáticos (quebradas, riachuelos, etc.) o bordes de lagos y lagunas. El ancho del transecto varía según el ancho del curso de agua evaluada (Ver Figura N° 3).
- iv. La evaluación de cada transecto debe ser ejecutada con el apoyo de al menos dos (2) personas, realizando búsquedas intensivas bajo piedras, huecos, acumulaciones de algas, entre otros. El tiempo de evaluación puede variar según la dificultad de evaluación de cada hábitat, pero debe ser similar para todos los transectos del estudio.
- v. Las evaluaciones se realizan en contra de la corriente para evitar que el enturbiamiento del agua ocasione perturbación y disminuya la visibilidad y detección de anfibios.
- vi. En cada transecto en hábitats acuáticos anota la especie y abundancia de los individuos registrados, hora de avistamiento, tipo de registro (visual, captura o colecta), punto de georreferenciación, sexo, edad reproductiva (adulto, subadulto, juvenil, larva), peso, medidas morfológicas (largo total, longitud hocico-cloaca, etc.), actividad (nadando, alimentándose, en interacciones sociales, etc.), sustrato, tipo de microhábitat y otras características relevantes para el estudio realizado.
- x. Al culminar la evaluación del transecto en hábitat acuático, los individuos capturados son identificados hasta el nivel de especie, se toman los datos mencionados en el ítem vi; y, posteriormente son liberados en el mismo lugar de colecta. La manipulación de individuos de anfibios y reptiles se realiza utilizando guantes de nitrilo.
- vii. Cuando corresponda, colecta algunos especímenes para su posterior identificación taxonómica en gabinete o para la toma de muestras de tejidos con la finalidad de realizar algún estudio específico (ejemplo: análisis de contenido de metales de totales), estos procedimientos se indican más adelante.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025



Figura N° 3. Búsqueda de anfibios en transectos acuáticos.

d. Parcelas de hojarasca

- i. Debe considerarse la toma de datos correspondiente a las horas de inicio y final de la evaluación, coordenadas UTM, elevación con respecto al nivel del mar, condiciones climáticas y características del tipo de hábitat y formación vegetal y otras características correspondientes al tipo de evaluación realizada
- ii. La toma de datos se realizará en horario diurno o nocturno con una duración de 30 a 60 minutos, pudiendo ser 30 minutos en caso de que se tenga el apoyo de al menos cuatro (4) personas de muestreo y 60 minutos si participan dos evaluadores.
- iii. Las parcelas a emplearse deben ser cuadrángulos de dos metros de lado (2 x 2 m), cinco metros de lado (5 x 5 m) o de 10 metros de lado (10 x 10 m) en el que se debe remover la cubierta del suelo que está conformada por hojarasca, musgo, raíces, piedras, bromelias y troncos (Minam, 2015).
- iv. El recorrido de las parcelas de 5 metros de lado se realiza por lo menos con dos (2) personas, y las parcelas de 10 m de lado son recorridas por cuatro (4) personas, empezando desde los extremos hacia el centro de la parcela.
- v. Para cada parcela, anota la especie y abundancia de los individuos registrados, hora de avistamiento, tipo de registro (visual, captura o colecta), sexo, edad reproductiva (adulto, subadulto, juvenil, larva), peso, medidas morfológicas (largo total, longitud hocico-cloaca, etc.), actividad (termorregulando, alimentándose, en interacciones sociales, etc.), substrato y tipo de microhábitat y otras características relevantes para el estudio realizado.
- vi. Al culminar la evaluación de la parcela, los individuos capturados son identificados hasta el nivel de especie, se toman los datos mencionados en el ítem v; y, posteriormente son liberados en el mismo lugar de colecta. La manipulación de individuos de anfibios y reptiles se realiza utilizando guantes de nitrilo.
- vii. Cuando corresponda, colecta algunos especímenes para su posterior identificación taxonómica en gabinete o para la toma de muestras de tejidos con la finalidad de realizar algún estudio específico (ejemplo:

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

análisis de contenido de metales de totales), estos procedimientos se indican más adelante.

- viii. Al finalizar todas las actividades, retorna la cubierta removida de hojarasca para evitar cualquier tipo de afectación en el hábitat.

e. Evaluación especializada de anfibios y reptiles

Colecta de especímenes de anfibios y reptiles para identificación taxonómica

- Algunos individuos son colectados para una posterior identificación taxonómica en gabinete, con este fin, los anfibios son sacrificados con una solución de lidocaína al 10% y los reptiles con una inyección de pentobarbital sódico en el corazón.
- Mediante el uso de tijeras y pinzas esterilizadas, realiza la extracción de hígado o tejido muscular, los cuales deben ser preservados en una solución de alcohol al 96% y almacenadas en crioviales herméticos de 2.5 ml, los cuales son almacenados en un congelador.
- Posteriormente, los especímenes son fijados en una solución de formol al 10%, preservados en una solución de alcohol al 70% y almacenados en frascos herméticos para su posterior entrega a una Institución Científica Nacional Depositaria de Material Biológico³
- Cada espécimen colectado debe tener un código de colecta asociado a la siguiente información: fecha, información de localidad (georeferenciada), técnica de colecta o unidad de evaluación, información del tipo de hábitat, en caso hubiera, código de archivo de grabación, código de las fotos de hábitat o espécimen.

Colecta de tejidos para análisis de metales y cianuro

- Algunos individuos son colectados para la detección y análisis de metales, con este fin, los anfibios son sacrificados con una solución de lidocaína al 10% y los reptiles con una inyección de pentobarbital sódico en el corazón.
- Luego, con el uso de una pizeta y frascos transparentes el espécimen es enjuagado en agua ultrapura.
- En el caso de individuos grandes (>10 gr.) mediante el uso de tijeras y pinzas esterilizadas se realiza la extracción de hígado, riñón y tejido muscular hasta reunir mínimamente 3 - 5 gr. de tejido que es almacenado en bolsas proveídas por el laboratorio y se conserva a una temperatura no mayor a 4° C. El resto del espécimen debe ser fijado siguiendo el procedimiento indicado en el ítem “*Colecta de especímenes de anfibios y reptiles para identificación taxonómica*”.
- Respecto a los individuos pequeños (< 10 gr.) e individuos en fase larval el individuo completo se almacena en bolsas proveídas por el laboratorio y se conserva a una temperatura no mayor a 4° C.
- Todas las muestras deben ser etiquetadas con el código, fecha, hora de colecta y el nombre del responsable.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

2.5. Acciones posteriores al muestreo

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

- i. En el registro fotográfico de los individuos de anfibios y reptiles colectados o capturados, debe considerar una posición dorsal, ventral y lateral del espécimen y de ser posible algunos acercamientos a detalle de características morfológicas externas relevantes para la identificación taxonómica (por ejemplo: escamas de la cabeza en lagartijas, coloración de la superficie interna de los muslos en ranas, coloración del iris, etc.).
- ii. El transporte de las muestras se realiza en frascos herméticos, baldes de plástico resistentes o cajas térmicas debidamente embaladas y aseguradas con cinta de embalaje.
- iii. Los especímenes de fauna silvestre (anfibios y reptiles) colectados y conservados se depositarán en Instituciones Científicas Nacionales Depositarias de Material Biológico.

³ Estas instituciones son reguladas por el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR (<https://www.serfor.gob.pe/portal/servicios-de-investigacion/instituciones-cientificas-nacionales-depositarias>).

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Instructivo de muestreo de biota terrestre-fauna - aves

I. OBJETIVO

Establecer las acciones de la toma de muestra y evaluación del componente biota terrestre-fauna - aves durante el desarrollo de la evaluación ambiental.

II. INSTRUCCIONES

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

El/La evaluador/a debe considerar los siguientes criterios:

- Deben establecer las zonas definitivas a evaluar de acuerdo con la ubicación de los componentes fiscalizables del administrado y la posible afectación que podrían estar o estén degradando los ecosistemas, se establece las zonas a evaluar.
- Deben establecer la intensidad del muestreo en las zonas propuestas a evaluar (de forma preliminar), con el objeto de poder ser monitoreados en el tiempo.
- Se complementa la selección de zonas a evaluar “ecosistemas, hábitats”, validando las zonas propuestas con mapas elaborados usando imágenes satelitales actualizadas.
- La ubicación y georreferenciación de los puntos de muestreo se realiza 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.

2.2. Respecto a los registros fotográficos y videos

El/La evaluador/a debe considerar los siguientes criterios:

- Realizar como mínimo dos (2) registros fotográficos en los siguientes casos: (i) la foto panorámica de la zona de muestreo; y, (ii) durante el muestreo. Además, puede considerar lo siguiente:
 - Para la procedencia específica de la muestra de la biota terrestre Fauna - Aves, el segundo registro fotográfico incluye la toma de datos de campo realizando las búsquedas por transecto lineal, conteos totales, búsquedas intensivas, puntos de conteo, playback y grabaciones de canto, así como redes de niebla
 - En caso aplique, realiza el registro fotográfico durante la medición morfométrica de los individuos muestreados.
- El registro fotográfico de cada punto de muestreo debe indicar la siguiente información en la pizarra acrílica: (i) la fecha (cuando corresponda utilizar el

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

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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

formato 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).

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 la biota terrestre - fauna – aves

2.3. Acciones previas al muestreo

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

- Las revisiones, controles y pruebas de funcionamiento del equipamiento son realizados de forma conjunta entre el/la asistente de mantenimiento de equipos de la Unidad Funcional de Operaciones Técnicas - OTEC y el personal de muestreo de las áreas usuarias, en dos momentos: (i) previo a la salida a campo; y, (ii) en la devolución del equipamiento.
- Preparar las etiquetas para identificar los especímenes colectados.

2.4. Acciones durante al muestreo

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

- Registra en las libretas de campo, los datos de la hora de avistamiento, registro, punto de georreferenciación, sexo, edad reproductiva (adulto, subadulto, juvenil o polluelo), peso, medidas morfológicas (largo total, longitud hocico-cloaca, largo de orejas, patas, etc.), actividad (termorregulando, alimentándose, en interacciones sociales, etc.), substrato y tipo de microhábitat.
- Cuando corresponda, colecta especímenes para determinar su taxonomía o análisis de sus tejidos.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

a. Búsqueda por transectos lineal

- Establece transectos lineales de 1 km de longitud en promedio, continua o subdividida en unidades de muestreo de 100 m o 250 m, dependiendo del hábitat a evaluar.
- Para el caso de hábitats altoandinos, establece transectos con una longitud aproximada de 0,5 km, los cuales para un mejor análisis se subdividen en transectos de 100 m dependiendo del tamaño de los hábitats estudiados, con un ancho de banda variable, anotando la distancia del ave al transecto.
- La evaluación se realiza en horas de la mañana aproximadamente entre las 06:00 hasta las 11:00 horas y en horas de la tarde desde las 14:00 hasta las 17:00 horas.
- La evaluación se realiza mediante desplazamiento por transectos y se registran todas las especies de aves mediante escaneos visuales y/o auditivos, anotando el número de individuos de cada especie registrada.
- Mediante binoculares de 10 x 42, visualiza todas las aves y las identifica usando guías de campo de aves especializadas, siendo la más recomendada la Guía de Aves de Perú³ siguiendo la clasificación taxonómica de Plenge⁴.
- Los registros fotográficos se realizan utilizando una cámara fotográfica profesional para tener evidencias directas de las especies de aves registradas en los transectos evaluados.
- El registro (de forma auditiva o visual) se realiza mediante una lista, tomando en cuenta los siguientes datos: fecha, hora de inicio, hora final, coordenada en UTM, así como algunas observaciones ecológicas (hábitat y registros reproductivos).
- En caso la zona de muestreo sea pequeña, evita que haya otro personal de muestreo evaluando en la misma área debido a que pueden causar alteraciones en las evaluaciones para espantar las aves.

b. Conteo total

- El conteo total se aplica en ambientes acuáticos, el/la evaluador/a se ubica en un punto fijo alrededor del cuerpo de agua o en una parte alta del cuerpo de agua, con el objetivo de tener una mejor visibilidad.^{5 6}
- Registra la totalidad de individuos de cada especie en el cuerpo de agua y en los hábitats de los alrededores.
- Registra las especies que se ubiquen en el borde de los cuerpos de agua, para lo cual realiza un recorrido a pie o en bote por el borde de aquellas lagunas donde la vegetación y la topografía de la zona lo permita (Ver Figura N° 2).

³ Schulenberg, T.S., Stotz, D. F., Lane, D. F., O'Neill, J. P., y Parker III, T. A. (2010) Aves de Perú. (Serie Biodiversidad Corbidi 01). Centro de Ornitología y Biodiversidad.

⁴ Plenge, M. A. (2020). Lista de las aves del Perú. Unión de Ornitólogos del Perú. Disponible: <https://sites.google.com/site/boletinunop/checklist>

⁵ Ministerio del Ambiente. (2015). Guía de inventario de la fauna silvestre. Ministerio del Ambiente. <http://www.minam.gob.pe/patrimonionatural/wcontent/uploadscontent/uploads/sites/6/2013/10/GU%C3%83-A-DE-FAUNASILVESTRE.compressed.pdf>

⁶ Bibby, C., Burgers, N., & Hill, D. (1993). Bird Census Techniques. Academic Press, Cambridge.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- iv. El tiempo de evaluación en promedio para esta metodología varía entre 20 a 60 minutos, dependiendo del tamaño del cuerpo de agua.
- v. Debe tomarse en cuenta los siguientes datos: número de individuos de cada especie, registros reproductivos, hora de inicio, hora de fin, así como la coordenada de ubicación.



Figura N° 2. Conteo total de aves.

c. Búsqueda intensiva

- i. La búsqueda intensiva debe aplicarse por área, por tiempo o por ambos parámetros. La aplicación por área y por ambos parámetros (área y tiempo) es utilizada para monitoreos específicos y la aplicación por tiempo se utiliza para evaluaciones rápidas^{7 8}.
- ii. El recorrido del área estudiada en busca de aves se realiza siguiendo una ruta libre a criterio del personal de muestreo durante un período de tiempo entre 60 a 240 minutos, pudiendo separar sus registros por unidades de tiempo (10 min, 30 min, 1h). Durante este recorrido el/la evaluador/a registra las especies mediante escaneos visuales o auditivos.
- iii. El recorrido debe iniciarse desde horas de la mañana, aproximadamente desde las 05:00 horas hasta las 12:00 horas y en horas de la tarde, desde las 14:00 horas hasta las 17:00 horas, coincidiendo con las horas de mayor actividad de las aves.
- iv. Para tener evidencias fotográficas de las especies en la evaluación, utiliza una cámara fotográfica profesional. En líneas generales este método permite obtener un inventario de las especies presentes.

d. Puntos de conteo

- i. En cada punto de conteo (PC) el/la evaluador/a permanece por un tiempo de 10 minutos, no obstante, antes de iniciar la evaluación, deja transcurrir un minuto luego de su llegada al lugar a ser evaluado (PC) con la finalidad de reducir el disturbio originado (Minam, 2015).
- ii. Todas las especies detectadas por escaneos visuales y auditivos y la distancia a la que se encuentran (en el caso de evaluarse sin límite de

⁷ Ministerio del Ambiente. (2015). Guía de inventario de la fauna silvestre. Ministerio del Ambiente. <http://www.minam.gob.pe/patrimonionatural/wcontent/uploadscontent/uploads/sites/6/2013/10/GU%C3%83-A-DE-FAUNASILVESTRE.compressed.pdf>

⁸ Franke, I., Nolzco, S., y León, F., (2014). Evaluación de Aves en Ecosistemas Altoandinos. Blog Aves, Ecología y Medio Ambiente. http://avesecologaymedioambiente.blogspot.com/2014/02/evaluacion-de-la-avifaunaen-la-zona_23.html

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

distancia de observación, aunque también se suelen utilizar radios fijos de observación), deben ser registradas.

- iii. En lugares con una abundancia de aves relativamente baja, como son en general los ambientes de la zona altoandina, el tiempo más apropiado por punto de conteo en pajonales es entre 5 y 10 minutos. Este tiempo se puede estandarizar y mantener para todas las unidades de vegetación.
- iv. Todas las especies detectadas de forma visual o auditiva deben ser anotadas considerando detallar: la especie, el número de individuos y algunas observaciones ecológicas (hábitat y registros reproductivos).
- v. Se inicia en las primeras horas de la mañana (aproximadamente desde las 5:30 horas hasta las 11:30 horas) y en horas de la tarde (desde las 15:00 horas hasta las 17:30 horas), coincidiendo con las horas de mayor actividad de aves.
- vi. Se emplea binoculares 10 x 42 para la visualización y la determinación se realiza usando la guía de aves especializadas, siendo la más recomendada la Guía de Aves de Perú⁹ y en gabinete que el listado de las aves siga la clasificación taxonómica de Plenge (2020)¹⁰.

e. Playback y grabación de cantos

- i. Complementa con este método el uso de grabaciones que ayuda a familiarizarse con los cantos de estas especies y sirve para llamar y atraerlas a el/la evaluador/a. Esta metodología es usada mayormente en ambientes boscosos¹¹.
- ii. Utiliza un reproductor digital, una grabadora profesional y un micrófono direccional.
- iii. Se realiza en las primeras horas de la mañana, al finalizar el día o en la noche dependiendo el objetivo de estudio.
- iv. Este método se aplica al momento de realizar los recorridos de evaluación o durante la aplicación de otra metodología, cuando se escuche un canto de una especie que no conoce, debe hacer una pausa y utilizar la grabadora de cantos.
- v. La vocalización de las aves se registra haciendo el menor ruido.
- vi. Los detalles como: tipo de vegetación, hora, características del canto, localidad y hasta la sospecha posible de la especie, deben ser anotados.
- vii. El playback se realiza con las mismas grabaciones de la especie en campo con ayuda de la grabadora profesional o con referencias vocales bibliográficas utilizando un reproductor digital.
- viii. También se realiza cuando el ave vocaliza y no se expone a la presencia de el/la evaluador/a en campo. Se reproduce el mismo canto por 30 segundos, por tres (3) veces y si el ave no responde, bajo la forma de canto o presencia, continúa con el trabajo con el fin de no perturbarla.

⁹ Schulenberg, T.S.; Stotz, D.F.; Lane, D.F.; O'Neill, J. P. & Parker III, T. A. (2010). Aves de Perú. Serie Biodiversidad Corbidi 01. Centro de Ornitología y Biodiversidad-CORBIDI. Lima, Perú.

¹⁰ Plenge, M. A., Schulenberg, T. S., & Thomas Valqui, T. (2020). Species lists of birds for South American countries and territories: Peru.

¹¹ MINAM (2015). Ministerio del Ambiente Guía de inventario de la fauna silvestre. Dirección General de Evaluación Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima. MINAM.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- ix. Se realizan grabaciones de cantos de algunas especies de aves; así como, registros fotográficos para obtener evidencias de la presencia de las diferentes especies de aves.
- x. Las grabaciones de las vocalizaciones de aves y llamadas de identificación dudosas son revisadas posteriormente y luego comparadas con las referencias vocales de “*Birds of Peru*”¹², “*Voices of Amazonian Birds*”, Volumen I, II y III¹³ y de la base de datos de vocalizaciones de aves disponibles en internet “*Xeno-Canto*” (link: <http://www.xeno-canto.org>).
- xi. Para no afectar a la especie, debido a la territorialidad de las aves, se usa de manera moderada y con ética.

f. Redes de Niebla

- i. Se aplica de manera complementaria a las otras metodologías mencionadas anteriormente.
- ii. Instala entre 10 redes de niebla (costa y sierra) y 20 redes-niebla (selva) de una medida promedio de 12 x 28 m, malla de 36 mm.
- iii. Las redes se instalan en las unidades de vegetación a evaluar y en las zonas de intersección de unidades de vegetación denominada ecotono, por ejemplo, una zona de pajonal con roquedal cerca, o una zona de transición de césped de puna con matorral denso (Ver Figura N° 3).
- iv. La distancia que se debe tener en cuenta es, aproximadamente, de 75 m y 100 m entre ellas, en terrenos planos y en terrenos irregulares o inclinados, las redes deben estar más concentradas.
- v. Se debe usar desde las primeras horas del día, desde las 05:30 horas hasta las 12:00 horas, luego se cierra la red desde las 12:00 horas hasta las 14:30 horas, si es una zona con altas temperaturas, luego se reapertura las redes desde las 14:30 horas hasta las 17:30 horas, estos horarios de cierre y apertura de redes pueden variar dependiendo de las condiciones ambientales que se presenten en la evaluación. Es importante indicar que, si se acerca una tormenta o lluvia promedio, las redes niebla deben cerrarse para evitar muertes de aves por las condiciones de lluvia y frío.
- vi. Para estudiar aves nocturnas, estas redes deben permanecer abiertas durante la noche.
- vii. Las aves capturadas son identificadas, fotografiadas y liberadas en el más corto plazo posible. La información que se registra antes de la liberación consiste en el nombre de la especie, código de la red, hábitat, peso, presencia del parche de incubación, muda, sexo (en especies con dimorfismo sexual), medidas morfométricas (pico, tarso, ala) y condición

¹² Boesman, P. (2009). *Birds of Peru – MP3 Sound Collection* (1.0) (Product code MP10). Merelbeke, Belgium.

¹³ Schulenberg, T., Marantz, C. A., & English, P. H. (2000a). *Voices of Amazonian birds. Birds of the rainforest of southern Peru and northern Bolivia, Vol 1: Tinamous (Tinamidae) through barbets (Capitonidae)* (CD). Cornell Laboratory of Ornithology / Cornell Lab Publishing Group.

Schulenberg, T., Marantz, C. A., & English, P. H. (2000b). *Voices of Amazonian birds. Birds of the rainforest of southern Peru and northern Bolivia, Vol 2: Toucans (Ramphastidae) through antbirds (Thamnophilidae)* (CD). Cornell Laboratory of Ornithology / Cornell Lab Publishing Group.

Schulenberg, T., Marantz, C. A., & English, P. H. (2000c). *Voices of Amazonian birds. Birds of the rainforest of southern Peru and northern Bolivia, Vol 3: Ground antbirds (Formicariidae) through jays (Corvidae)* (CD). Cornell Laboratory of Ornithology / Cornell Lab Publishing Group.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- general. Los individuos que mueren accidentalmente en las redes deben ser preparados siguiendo procedimientos estandarizados.
- viii. Para evitar el maltrato de las aves que pudieran quedar atrapadas, las redes deben ser revisadas cada 30 minutos y las aves capturadas deben ser colocadas en bolsas de tela. Esta metodología ayuda con el registro fotográfico de las especies presentes en la zona y puede contribuir a aportar información sobre la historia natural y el estado reproductivo de los individuos capturados.
 - ix. En caso de lluvias, granizo o condiciones adversas climáticas se recomienda el cierre de las redes, para evitar el estrés y maltrato de las aves.



Figura N° 3. Capturas de aves con redes de niebla.

g. Consideraciones finales

- i. Región Amazonía o selva baja: se utiliza el método de puntos de conteo (10 a 20 unidades), transectos lineales (0,5 km), búsqueda intensiva, redes niebla (20 a más unidades), conteos totales en cuerpos de agua y listas fijas.
- ii. Región yunga o selva alta: se utiliza el método de puntos de conteo (10 a 15 unidades), transectos lineales (0,5 km), búsqueda intensiva, redes de niebla (10) y conteos totales en cuerpos de agua.
- iii. Región de la costa: Se utiliza el método de transectos lineales (0,5 km), puntos de conteo, redes de niebla (5 a 10 unidades), búsqueda intensiva y conteos totales en cuerpos de agua.
- iv. Región andina: se utiliza el método de transectos lineales (0,5 km), redes niebla (5 a 10 unidades), puntos de conteo (10 a 15 puntos) y conteos totales en cuerpos de agua.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

2.5. Acciones posteriores al muestreo

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

El registro fotográfico de los individuos colectados en posición dorsal, ventral y lateral para anfibios y reptiles, además de frontal para aves y mamíferos se realiza considerando el acercamiento a detalle de características morfológicas externas relevantes para la identificación taxonómica (por ejemplo: escamas de la cabeza en lagartijas, coloración de la superficie interna de los muslos en ranas, coloración del iris, pico, narinas, orejas, cola, patas en aves y mamíferos, etc.).

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Instructivo de muestreo de biota Terrestre - Fauna - Mamíferos menores no voladores

I. OBJETIVO

Establecer las acciones de la toma de muestra biota Terrestre - Fauna - Mamíferos menores no voladores durante el desarrollo de la evaluación ambiental.

II. INSTRUCCIONES

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

El/la evaluador/a debe considerar los siguientes criterios:

- 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 UTM WGS 84, indicando la zona y la precisión.
- Excepcionalmente, bajo condiciones de operación de equipos GPS, el/la evaluador/a podrá coleccionar datos en el sistema de coordenadas sexagesimal (geográficas), debiendo consignar valores de precisión con 6 decimales como mínimo.
- Para una ubicación rápida de los puntos de muestreo en campo, el/la evaluador/a registran 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 control del instrumento de gestión ambiental, entre otros.

2.2. Respetto a los registros fotográficos y videos

Se deben considerar los siguientes criterios:

- Realizar como mínimo dos (2) registros fotográficos en los siguientes casos:
 - la foto panorámica de la zona de muestreo; y,
 - durante el muestreo. Además, puede considerarse lo siguiente:
 - Para la procedencia específica de la muestra de la biota terrestre (mamíferos menores), el segundo registro fotográfico debe incluir la toma de datos de campo realizando la instalación de las trampas de captura viva tipo Sherman y/o Tomahawk, trampa tipo pitfall y la colecta de roedores.
 - La cámara fotográfica debe presentar activada la opción de fecha y hora para que quede constancia de la evaluación realizada.
- El registro fotográfico de cada punto de muestreo debe indicar la siguiente información en la pizarra acrílica:
 - la fecha (cuando corresponda utilizar el formato de dd/mm/aaaa);
 - hora (considerar el formato de 24 horas u horas inicial y final);
 - el código de punto de muestreo,
 - la zona;
 - las

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

coordenadas (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 la biota terrestre (mamíferos menores no voladores)

2.3. Acciones previas al muestreo

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

Preparación de las trampas de captura viva tipo Sherman y/o Tomahawk

- Verifica el mecanismo disparador de las trampas para comprobar su ajuste y sensibilidad.
- Realiza una mezcla de avena, mantequilla de maní, pasas, esencia de vainilla y miel u otros similares como alimento (cebo) para atraer a los mamíferos menores.

2.4. Acciones durante al muestreo¹

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

a. Colocación de las trampas de captura viva tipo Sherman y/o Tomahawk:

- Coloca y ceba todas las trampas durante el transcurso de la mañana (antes del mediodía) o antes de que oscurezca.
- Coloca las trampas, en lo posible, en áreas donde no exista actividad antropogénica.
- Para identificar las trampas, coloca una cinta “flagging” con el número de trampa correspondiente y correlativo.
- Las trampas deben ser colocadas en áreas de superficie homogénea, con

la abertura de la trampa a nivel del suelo, y cerca de madrigueras u otros lugares que proveen refugio a los roedores (Ver Figura N° 2).

¹ Ministerio del Ambiente – MINAM (2015). Guía de Evaluación de Fauna Silvestre elaborado por la Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural del Ministerio del Ambiente.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025



Figura N° 2. Instalación y cebado de las trampas de captura viva tipo Sherman.

- v. Al colocar cada trampa se registran las coordenadas UTM de su ubicación.
- vi. Realizar registro fotográfico de la metodología empleada.

b. Recolección de mamíferos menores no voladores:

- i. Las trampas deben revisarse al día siguiente de haber sido colocadas. Se recomienda su revisión a partir de las 6 horas.
- ii. Verifica la posible captura cuando la abertura de la trampa se encuentre cerrada. De ser así, eleva la trampa sin sacudirla. Empuja suavemente y con cuidado la abertura cerrada para confirmar la presencia de un mamífero menor capturado.
- iii. Si la trampa contiene un mamífero menor capturado, lo extrae cuidadosamente en una bolsa de tela y coloca una cinta “masking” para indicar el número de trampa donde fue capturado. Posteriormente, continúa con las revisiones de las otras trampas.
- iv. Si no hay captura o se captura una especie distinta de la que se buscaba (anfibios, reptiles, aves u otras), debe ser liberada en el mismo sitio de captura; posteriormente, volver a cebar las trampas (controlando su ajuste) y colocarla en el transecto inicial correspondiente.

c. Trampa sin el uso de cebo

- i. Se utiliza la trampa de caída o “pitfall” que consta de un transecto de 100 m, en el que se coloca un plástico oscuro en posición vertical en todo el largo del transecto, que es sujetado por troncos cubriendo desde el suelo hasta un metro de altura (Figura N° 3).
- ii. Además, coloca baldes enterrados a nivel del suelo a un intervalo de distancia de 10 m y son llenados hasta la mitad con agua y detergente. Este tipo de trampa debe tener una distancia mínima de 100 m con otros transectos.

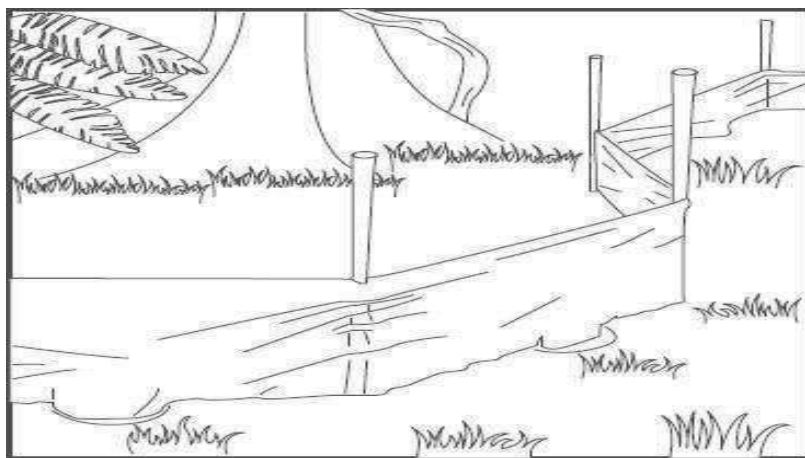


Figura N° 3. Disposición de trampas *pitfall*
Fuente: Minam (2015)

d. Toma de medidas biométricas mamíferos menores no voladores capturados

El personal de muestreo (especialista de mamíferos menores) debe usar guantes de látex para revisar a los mamíferos menores capturados. Se realiza las siguientes actividades:

- Anota el sexo y edad del espécimen y verificar su condición reproductiva.
- Realiza las medidas biométricas de los especímenes²: largo total (LT), largo de la cola (LC), largo de pata posterior derecha (LP) y el largo de oreja (LO). Las medidas se registran en milímetros (mm), tal como se muestra en la Figura N° 4.

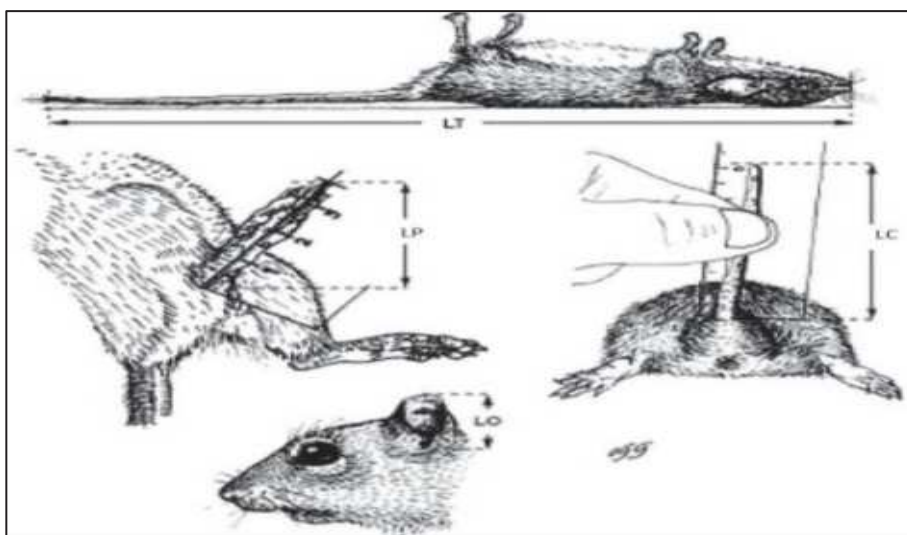


Figura 4. Toma de medidas biométricas de mamíferos menores

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

e. Identificación de los mamíferos menores no voladores capturados

Los especímenes capturados son identificados en campo teniendo en cuenta su distribución en el área de estudio³. Para su nomenclatura taxonómica se utiliza la referencia de Patton⁴.

2.5. Acciones posteriores al muestreo

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

- a. Realiza registro fotográfico del espécimen capturado en posición dorsal, ventral, lateral y frontal; considerando a detalle de características morfológicas externas relevantes para la identificación taxonómica: coloración del iris, narinas, orejas, cola, patas, entre otras.
- b. Si el mamífero menor capturado no puede ser identificado en campo se colecta y preserva para su posterior identificación en gabinete, realizando las siguientes actividades:
 - i. Los especímenes serán sacrificados con una inyección de Halatal 10 % o Pentobarbital sódico directo en el corazón.
 - ii. Se deben preparar las pieles, cráneos y esqueletos de los especímenes colectados de forma que pueda preservar sus características físicas.
 - iii. En casos particulares las muestras colectadas deben ser almacenadas en frascos con alcohol al 70%.
 - iv. Las muestras deben ser embaladas, preservadas y transportadas en baldes de plástico resistentes o cajas térmicas y aseguradas con cinta de embalaje. Se utiliza bolsas con cierre hermético para evitar el escape del líquido preservante.
- c. Las muestras colectadas y preservadas que requieran una identificación taxonómica son enviadas a la OTEC para su tratamiento taxonómico por personal calificado en taxonomía de fauna silvestre.
- d. Los especímenes colectados y preservados se depositan en Instituciones Científicas Nacionales Depositarias de Material Biológico⁵.

³ Pacheco V., Cadenillas R., Salas E., Tello C. & Zeballos H. (2009). Diversidad y endemismo de los mamíferos del Perú. Revista Peruana de Biología. 16(1): 5-32.

⁴ Patton J. L., Pardiñas U. F. J. & D'Elia G. (2015). Mammals of South America, Volume 2 - Rodents. University of Chicago Press, Chicago.

⁵ Estas instituciones son reguladas por el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR (<https://www.serfor.gob.pe/portal/servicios-de-investigacion/instituciones-cientificas-nacionales-depositarias>). De acuerdo con los "Lineamientos para el otorgamiento de la autorización de Institución Científica Nacional Depositaria de Material Biológico" (Resolución de Dirección Ejecutiva N.º 067-2016-SERFOR/DE).

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Anexo N° 1

Definiciones

Trampas de captura viva tipo *Sherman*: Son trampas construidas en aluminio y en variedades no plegables y plegables, lo que las hace livianas y de fácil transporte. Se suele utilizar cebo (por ejemplo, cebos con mantequilla de maní y avena), el que es depositado al interior de la trampa. El peso ejercido por el animal al ingresar en la trampa, libera el mecanismo de acción que mantiene la puerta abierta. Una ventaja de este tipo de trampa es la baja tasa de mortalidad de los especímenes capturados.

Trampas de captura viva tipo *Tomahawk*: Trampa tipo jaula con malla de alambre, pueden tener una o dos puertas en forma de V, impidiendo que el animal escape de la jaula. Presentan un mecanismo de captura con el uso de cebo para atraer a los mamíferos, los cuales son capturados al accionarse un dispositivo que hace que se cierre la puerta. Al entrar a comer el cebo, los animales accionan un dispositivo que hace que se cierre la puerta.

Trampas tipo *pitfall*: Consiste de un contenedor con uno de los extremos abierto que puede ser cilíndrico o cónico, de plástico, polivinil (PVC), aluminio o metal. La trampa se coloca dentro del sustrato de tal manera que el extremo abierto se encuentre al nivel de la superficie de éste. Los animales son capturados cuando caen al contenedor a través del extremo superior abierto el cual, puede contener agua o alcohol, si el sacrificio del animal es necesario. Estas trampas pueden acompañarse de un dispositivo de conducción, fabricado de malla, plástico u otro material.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Instructivo de muestreo de biota Terrestre - Fauna - Mamíferos menores voladores

I. OBJETIVO

Establecer las acciones de la toma de muestra biota Terrestre - Fauna - Mamíferos menores voladores durante el desarrollo de la evaluación ambiental.

II. INSTRUCCIONES

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

El/la evaluador/a debe considerar los siguientes criterios:

- a. 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 UTM WGS 84, indicando la zona y la precisión.
- b. Excepcionalmente, bajo condiciones de operación de equipos GPS se podrá coleccionar datos en el sistema de coordenadas sexagesimal (geográficas), debiendo consignar valores de precisión con 6 decimales como mínimo.
- c. Para una ubicación rápida de los puntos de muestreo en campo, se registran 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 control del instrumento de gestión ambiental, entre otros.
- d. La información se consigna en los formatos que correspondan para cada procedencia de la muestra listados en el procedimiento PM0313 "Gestión de ensayos analíticos".

2.2. Respecto a los registros fotográficos y videos

El/La evaluador/a debe considerar los siguientes criterios:

- a. Realizar como mínimo dos registros fotográficos en los siguientes casos:
 - (i) la foto panorámica de la zona de muestreo; y, (ii) durante el muestreo.
 Además, considera lo siguiente:
 - i. Para la procedencia específica de la muestra de la biota terrestre, el segundo registro fotográfico debe incluir la toma de datos de campo realizando la instalación de las redes de captura: redes de niebla, redes de mano o mariposeras y trampas arpa¹².

¹ Jones et al., 1996; Jones, C.; McShea, W. J.; Conroy, M. J. & Kunz, T. H. (1996). Capturing Mammals. En: D. E. Wilson, F. R. Cole, J. D. Nichols, R. Rudran & M. S. Foster (ed.). Measuring and monitoring biological diversity: Standard Methods for Mammals (pp. 115- 155). Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press.

² Kunz, T. H., Hodgkinson, R. & Weisw, C. (2009). Methods of capturing and handling bats. En: T. H. Kunz & S. Parsons (ed.). Ecological and behavioral methods for the study of bats. (2da ed.) (pp. 36-56). The Maryland, USA: Johns Hopkins University Press.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- ii. La cámara fotográfica debe presentar activada la opción de fecha y hora para que quede constancia de la evaluación realizada.
- b. 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 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).



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 la biota terrestre (mamíferos menores voladores)

2.3. Acciones previas al muestreo

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

a. Instalación de las redes de captura

- i. Se debe considerar la compra de varillas de aluminio o carrizos resistentes como soporte para las redes de niebla (Figura N° 2), las cuales deberán ser instaladas días antes de la evaluación en el área de estudio.

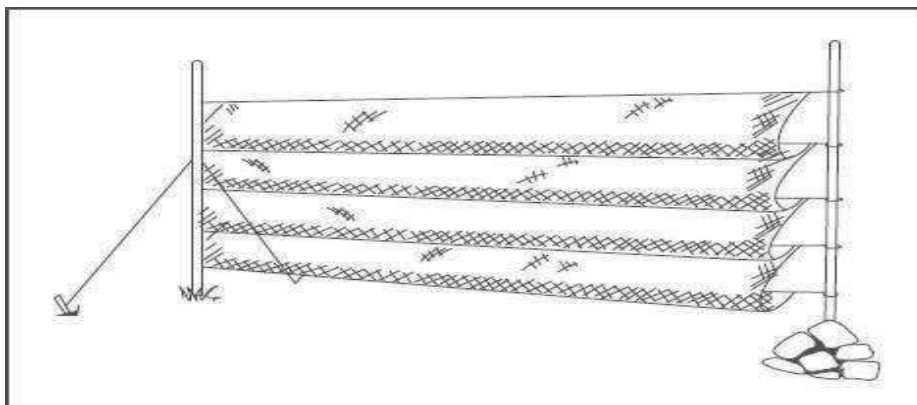


Figura N° 2. Instalación de las redes de niebla para la evaluación de los mamíferos menores voladores. **Fuente:** Nagorsen y Peterson (1980), en: Minam (2015).

- ii. En casos donde la evaluación se realice en zonas de mayor altura (dosel) se debe considerar la instalación de redes de niebla tal como se muestra en la Figura N° 3.

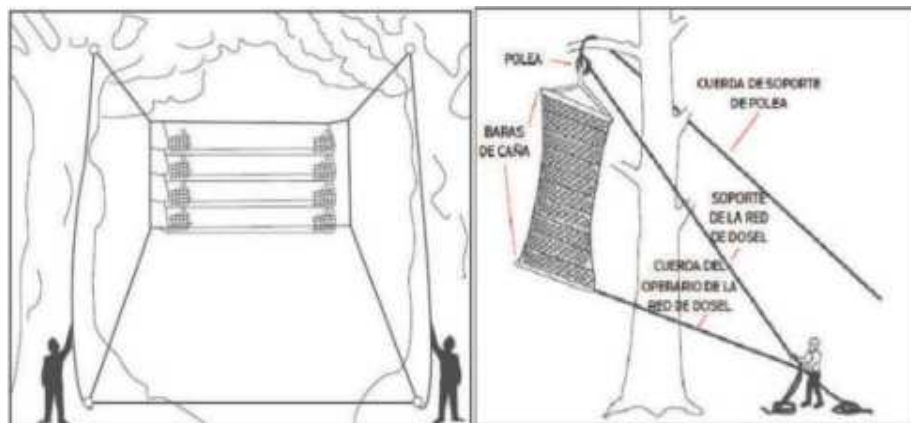


Figura N° 3. Instalación de las redes de dosel para la evaluación de los mamíferos menores voladores. **Fuente:** Minam (2015).

- iii. Instala un mínimo de diez (10) redes de niebla por unidad muestral por noche de muestreo y unidad de vegetación, dispuestas en dos transectos de cinco (5) redes cada una y con una separación promedio de 20 m entre una y otra.
- iv. Los transectos deben estar dispuestos en sitios representativos, como cauces de quebradas, caminos antiguos, lugares de vegetación con flores y/o frutos, cavernas cercanas a roquedales, entre otros, procurando que se encuentren separados al menos unos 200 m; pero igualmente el especialista determina las distancias “*in situ*”.
- v. Las redes instaladas deberán mantenerse cerradas hasta el momento de la evaluación.

b. Registro acústico

Previo al inventario en campo con detectores acústicos, elabora una biblioteca acústica de diversas especies de murciélagos que incluya un repertorio de las llamadas de ecolocación en diferentes ambientes³.

2.4. Acciones durante al muestreo⁴

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

a. Revisión de las redes de niebla

³ Rivera-Parra, P. & Burneo, S. F. (2013). Primera biblioteca de llamadas de ecolocación de murciélagos del Ecuador. *Therya*, 4(1), 79-88.

⁴ Ministerio del Ambiente – MINAM (2015). Guía de Evaluación de Fauna Silvestre elaborado por la Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural del Ministerio del Ambiente.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- i. Apertura las redes de niebla en las zonas designadas para la evaluación diaria.
- ii. La captura debe realizarse durante la mayor actividad de forrajeo de los murciélagos⁵, por ello, las redes deben ser abiertas entre las 18 y 24 horas (Ver Figura N° 4).



Figura N° 4. Captura de murciélagos con redes de niebla.

- iii. La revisión de las redes no debe ser mayor a los 30 minutos⁶ y debe ser realizado por al menos dos (2) personas (especialista y apoyo de campo).
- iv. Los especímenes capturados deben ser colocados en bolsas de tela, para luego ser identificados, fotografiados y posteriormente liberados en una zona lejana al lugar donde se instalaron las redes. Se considera una noche efectiva equivalente a 6 horas.

b. Detección acústica

- i. Para la identificación de gran parte de murciélagos, se evalúan las ecolocaciones mediante detectores acústicos o ultrasonidos, debido a que estas llamadas presentan características particulares que difieren de cada grupo taxonómico (familia, género e incluso especies) y puede ser aprovechadas durante las acciones de inventario⁷ (Ver Figura N° 5).
- ii. El registro de las llamadas de ecolocación de los murciélagos se realiza usando detectores con grabación pasiva o activa. Los equipos de grabación pasiva son colocados en el sitio seleccionado, donde graba de forma automática cada vez que pasa un murciélago. Con los equipos de

⁵ Jones, C.; McShea, W. J.; Conroy, M. J. & Kunz, T. H. (1996). Capturing Mammals. En: D. E. Wilson, F. R. Cole, J. D. Nichols, R. Rudran & M. S. Foster (ed.). Measuring and monitoring biological diversity: Standard Methods for Mammals (pp. 115-155). Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press.

⁶ Kunz, T. H., Hodgkinson, R. & Weisw, C. (2009). Methods of capturing and handling bats. En: T. H. Kunz & S. Parsons (ed.). Ecological and behavioral methods for the study of bats. (2da ed.) (pp. 36-56). The Maryland, USA: Johns Hopkins University Press.

⁷ Kalko, E. K. V. & Aguirre, L. F. (2007). Comportamiento de ecolocación para la identificación de especies y evaluación de la estructura de comunidades de murciélagos insectívoros en Bolivia. En: L. F. Aguirre (ed.). Historia natural, distribución y conservación de los murciélagos de Bolivia (pp. 41-53). Santa Cruz, Bolivia: Centro de Ecología y Difusión Simón I. Patino.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

grabación activa se escucha las llamadas de ecolocación en tiempo real, seleccionando y grabando aquellos de interés para el profesional que evalúa. En ambos casos, los equipos de grabación pueden ser ubicados fuera de los refugios o en sitios de forrajeo⁴.

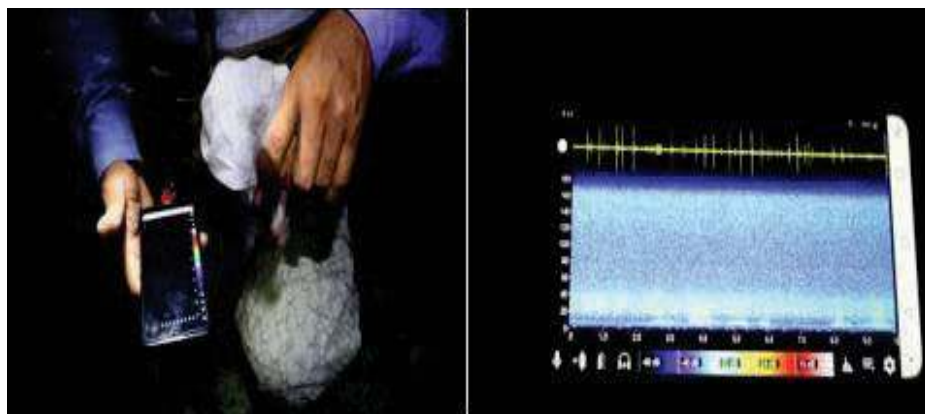


Figura N° 5. Grabación de ultrasonidos de murciélagos.

c. Toma de medidas biométricas mamíferos menores voladores capturados

i. El personal de muestreo (especialista de mamíferos menores) debe usar guantes de cuero para revisar a los mamíferos menores capturados. Posteriormente, realizan las siguientes actividades:

- Anotar el sexo y edad del espécimen y verificar su condición reproductiva.
- Realizar las medidas biométricas de los especímenes: Peso (g), longitud total, cola, pata y oreja; además longitud del antebrazo y del trago (lóbulo vertical de piel prominente dentro de la oreja). Las medidas se registran en milímetros (mm), tal como se muestra en la Figura N° 6.

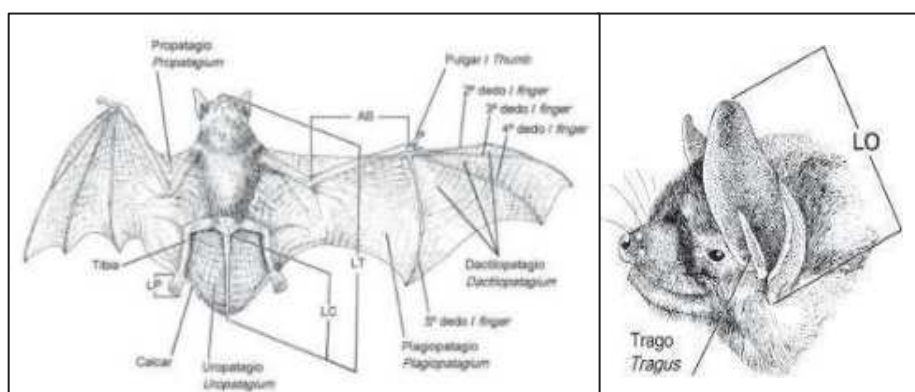


Figura N° 6. Toma de medidas biométricas de mamíferos menores voladores (murciélagos). Fuente: Díaz *et al.* (2011)⁸

8

Díaz M. M., L. F. Aguirre & R. M. Barquez. (2011). Clave de identificación de los murciélagos del cono sur de Sudamérica. Centro de Estudios en Biología Teórica y Aplicada. Cochabamba, Bolivia. 94 pp.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

d. Identificación de los mamíferos menores voladores capturados

Los especímenes capturados son identificados en campo teniendo en cuenta su distribución en el área de estudio⁸

2.5. Acciones posteriores al muestreo

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

- a. Realiza el registro fotográfico del espécimen capturado en posición dorsal, ventral, lateral y frontal; considerando a detalle de características morfológicas externas relevantes para la identificación taxonómica: coloración del iris, narinas, orejas, cola, patas, entre otras.
- b. Si el mamífero menor capturado no puede ser identificado en campo debe ser colectado y preservado para su posterior identificación en gabinete, realizando las siguientes actividades:
 - i. Los especímenes serán sacrificados con una inyección de Halatal 10 % o Pentobarbital sódico directo en el corazón.
 - ii. Se deben preparar las pieles, cráneos y esqueletos de los especímenes colectados de forma que pueda preservar sus características físicas.
 - iii. En casos particulares las muestras colectadas deben ser almacenadas en frascos con alcohol al 70%.
 - iv. Las muestras deben ser embaladas, preservadas y transportadas en baldes de plástico resistentes o cajas térmicas y aseguradas con cinta de embalaje. Utilizar bolsas con cierre hermético para evitar el escape del líquido preservante.
- c. Las muestras colectadas y preservadas que requieran una identificación taxonómica son enviadas a la Unidad Funcional de Operaciones Técnicas - OTEC para su tratamiento taxonómico por personal calificado en taxonomía de fauna silvestre.
- d. Los especímenes colectados y preservados se depositan en Instituciones Científicas Nacionales Depositarias de Material Biológico.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Anexo N° 1

Definiciones

Redes de niebla: Consisten de una malla fina de fibra sintética (nylon o poliéster) sostenida por un marco rectangular de varias líneas de nylon. Esta red es colocada en los sitios de captura empleando dos tubos de metal. Las más comunes son las redes monofilamentosas de 38 mm de abertura de malla. Cada red tiene usualmente cuatro espacios separados por las líneas del marco y pueden ser de longitudes de 3, 6, 9, 12 y 18 m y pueden alcanzar alturas de 2.1 a 2.6 m cuando están extendidas.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Instructivo de muestreo de biota Terrestre - Fauna - Mamíferos medianos y grandes

I. OBJETIVO

Establecer las acciones de la toma de muestra biota Terrestre - Fauna - Mamíferos medianos y grandes durante el desarrollo de la evaluación ambiental.

II. INSTRUCCIONES

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

El/la evaluador/a debe considerar los siguientes criterios:

- 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 UTM WGS 84, indicando la zona y la precisión.
- Excepcionalmente, bajo condiciones de operación de equipos GPS, el/la evaluador/a podrá coleccionar datos en el sistema de coordenadas sexagesimal (geográficas), debiendo consignar valores de precisión con 6 decimales como mínimo.
- Para una ubicación rápida de los puntos de muestreo en campo, el/la evaluador/a registran 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 control del instrumento de gestión ambiental, entre otros.
- La información se consigna en los formatos que correspondan para cada procedencia de la muestra listados en el procedimiento PM0313 "Gestión de Ensayos analíticos"

2.2. Respetto a los registros fotográficos y videos

El/La evaluador/a debe considerar los siguientes criterios:

- Realizar como mínimo dos (2) registros fotográficos en los siguientes casos: (i) la foto panorámica de la zona de muestreo; y, (ii) durante el muestreo. Además, considera lo siguiente:
 - Para la procedencia específica de la muestra de la biota terrestre (mamíferos medianos y grandes), el segundo registro fotográfico debe incluir la toma de datos de campo realizando la instalación de las cámaras trampa, radiocollares – rastreadores satelitales y los recorridos realizados.
 - La cámara fotográfica debe presentar activada la opción de fecha y hora para que quede constancia de la evaluación realizada.
- 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 24 horas u horas

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

inicial y final); (iii) el código de punto de muestreo, (iv) la zona; y, (v) las coordenadas (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 la biota terrestre (mamíferos medianos y grandes)

2.3. Acciones previas al muestreo

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

a. Programación de las cámaras trampa

- Verifica que la hora y fecha de la cámara sean las correspondientes al nombre y estación de muestreo establecido. Asimismo, programa el tipo de registros (videos o fotografías), el tiempo entre fotografías y la cantidad de fotografías por evento, entre otros datos¹.
- A continuación, detalla la programación de las cámaras trampa marca “Bushnell” (Figura N° 2) cuya programación dependerá de los conocimientos del personal de muestreo (especialista en fauna) y del sitio de la evaluación.

1

Díaz-Pulido, A. y E. Payán Garrido. (2012). Manual de fototrampeo: una herramienta de investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Panthera Colombia. 32 pp.



Figura N° 2. Programación de las cámaras trampa

- iii. Previo a la salida de campo, requiere hacer pruebas del funcionamiento de las cámaras trampa. Estas pruebas consisten en verificar que el sistema eléctrico de la cámara no presente fallas (revisión con baterías), que el sensor de movimiento y/o térmico se active adecuadamente, que el flash o sistema infrarrojo responda como es esperado y que el sistema de almacenamiento de imágenes y de registro de información de cada fotografía corresponda a lo programado.
- iv. Si todos los componentes mencionados anteriormente funcionan a cabalidad durante la revisión de las fotos de prueba, encontrará de cuerpo completo, con una buena iluminación y con la información asociada (fecha y hora, por ejemplo) correctas.

b. Programación de Radiocollares – Rastreadores satelitales

- i. Verifica que la hora y fecha de los rastreadores satelitales sean las correspondientes al nombre y estación de muestreo establecido.
- ii. Previo a la salida de campo, requiere hacer pruebas del funcionamiento de los rastreadores satelitales. Estas pruebas consisten en verificar que el sistema eléctrico no presente fallas (revisión con baterías).
- iii. Si todos los componentes mencionados anteriormente funcionan a cabalidad durante la revisión de los registros satelitales de prueba,

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

obtendrán las coordenadas donde se encuentra el equipo.

2.4. Acciones durante al muestreo²

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

a. Rastros y fotografías

- i. El registro de los mamíferos medianos y grandes se realizan usualmente a través de huellas, heces, refugios, huesos, pelos, rasguños, madrigueras y otros³; puesto que, gran parte de este grupo de fauna silvestre son animales terrestres de comportamiento tímido, presentes en baja densidad y por lo general se desplazan de forma solitaria o en grupos reducidos (Ver Figura N° 3).



Figura N° 3. Restos óseos de Vicuña (*Vicugna vicugna*) y huella de Suri (*Rhea pennata*)

b. Cámaras trampa

- i. La instalación de las cámaras trampa debe obedecer al objetivo deseado. Por ejemplo, para el caso de detección de grandes felinos e inventarios de vertebrados, estas estarán ubicadas en zonas donde el paso de fauna haya sido registrado con anterioridad, como en caminos usados por animales y/o cazadores.
- ii. Se coloca como mínimo diez (10) cámaras trampa por unidad de vegetación, distribuidas en dos transectos con una distancia de separación de 500 m entre ambos.
- iii. La cantidad de cámaras puede variar en función a la dimensión del área de estudio y ser instaladas en aquellos lugares donde se pueda evidenciar mayor actividad de los mamíferos. Por ejemplo: en la selva deben ser colocadas en parches de bosque primario, bosque secundario, abrevaderos, collpas, caminos y quebradas; mientras que, en la sierra, deberán ser colocadas en los bosques relictos de *Polylepis*, pajonal, roquedal, entre otros.

² Ministerio del Ambiente – MINAM (2015). Guía de Evaluación de Fauna Silvestre elaborado por la Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural del Ministerio del Ambiente.

³ Wilson D. E., Cole F. R., Nichols J. D., Rudran R. & Foster M. S. (1996). Measuring and monitoring biological diversity: Standard Methods for Mammals. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- iv. La cámara debe estar en posición perpendicular al camino para maximizar la probabilidad de detectar todo el flanco del animal.
- v. Se asegura que la ubicación de la cámara se encuentre sobre un sector del camino nivelado y plano.
- vi. En selva las cámaras se ubican sobre árboles rectos y con poco ángulo de engrosamiento del tronco.
- vii. En sierra las cámaras se instalan en piedras o matorrales (Ver Figura N° 4).



Figura N° 4. Instalación de cámaras trampa en sierra.

c. Entrevistas

- i. Las entrevistas deben ser realizadas a los pobladores locales de manera informal sin estructura específica, que no involucren el uso de cuestionarios, cartillas o libretas que puedan desorientar o confundir al entrevistado.
- ii. Se debe pedir a los pobladores locales que describan a las especies presentes en el área de la forma más detallada posible y luego contrastar la información con láminas, procurando obtener detalles morfológicos y ecológicos que ayuden a la determinación taxonómica de la especie.
- iii. La presencia de la especie debe estar respaldada por el hábitat y la altitud adecuada; es decir, su distribución debería corresponder a la zona de evaluación. Sin embargo, en la medida de lo posible, debe conseguir restos de los mamíferos descritos por la comunidad local con el fin de respaldar la información obtenida durante las entrevistas.

d. Radiocollares – Rastreadores Satelitales

- i. La instalación de los rastreadores satelitales debe obedecer al objetivo deseado. Por ejemplo: para el caso de animales domésticos se instalan previo acuerdo con el dueño.
- ii. La cantidad de rastreadores satelitales puede variar en función a la dimensión del área de estudio y ser instaladas en aquellos lugares donde se pueda evidenciar mayor actividad de animales domésticos.
- iii. Los rastreadores satelitales deben estar colocados en el cuello del animal a monitorear (Figura N° 5).

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025



Figura N° 5. Instalación de rastreadores satelitales.

2.5. Acciones posteriores al muestreo

El/La evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

- Los datos fotográficos de las cámaras trampa serán analizados con el programa “CameraBase”, en una base de datos del programa “Acces”, específicamente diseñada para analizar fotos de cámaras trampa⁴.
- Para el análisis de datos se deben considerar todas las fotos, excepto aquellas en blanco o las que registraron a personas. Se calcula la frecuencia de captura de cada especie usando el número de apariciones en 1000 días – cámara.
- La frecuencia de cámara es el número de cámaras en las cuales aparecen los mamíferos medianos y grandes. El número de apariciones cuenta los eventos independientes (cada evento tiene un intervalo de 30 minutos).
- La identificación taxonómica de las especies de mamíferos medianos y mayores será realizada mediante la revisión de bibliografía especializada, como las descripciones originales de las especies o aquellas que indiquen su rango de distribución. Adicionalmente, consulta bases de datos en línea y sitios web especializados.
- Los datos de ubicación proporcionados por los rastreadores satelitales serán descargados y analizados en una base de datos. Para el análisis de datos considera todas las coordenadas de ubicación proporcionadas por los rastreadores satelitales.

4

Tobler M. W. & Powell G. V. N. (2013). Estimating jaguar densities with camera traps: Problems with current designs and recommendations for future studies. *Biological Conservation*. 159(0):109–118. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.12.009>.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Anexo N° 1 Definiciones

Cámaras trampa: Funcionan mediante un sensor infrarrojo que, dadas ciertas condiciones de movimiento, gatilla la cámara para la toma de fotos. Las condiciones de movimiento o sensibilidad del sensor (baja, media, alta) pueden ser establecidas por el usuario, por lo que su ajuste dependerá de la especie objetivo.

Radiocollares - Rastreadores Satelitales: Utilizan un sistema vía satélite GPS para transmitir datos por medio de la red de satélite de *Globalstar*, del cual se obtiene la posición georreferenciada del animal por medio de su latitud y longitud, son configurados para registrar la posición cada cinco (5) minutos.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Instructivo para la determinación de los niveles de fondo

I. OBJETIVO

Establecer directrices para la determinación de los niveles de fondo de sustancias químicas de interés no vinculadas a la actividad específica bajo análisis.

II. ALCANCE

Aplicado para la determinación de los niveles de fondo mediante el enfoque estadístico de sustancias químicas en el agua, sedimento y suelo.

III. INSTRUCCIONES

3.1. Localización de sitios de muestreo

La selección de los sitios comprende áreas adyacentes al espacio de estudio, donde las concentraciones de las sustancias químicas pueden encontrarse de forma natural o ser generados por determinada actividad potencialmente contaminante distinta a las que están siendo objeto de evaluación (adaptado del Minam, 2014).

En caso de lugares con antecedentes de presencia natural de sustancias potencialmente tóxicas en el área de estudio, se requiere la toma de muestras fuera de la influencia directa de las sustancias químicas, pero de características geográficas similares. Esta estrategia permite establecer los niveles de fondo de dichos químicos.

Se sugiere tener un mínimo de 10 muestras para realizar inferencias estadísticas confiables bajo ciertas condiciones. En general, se debe hacer todo lo posible para recolectar tantas muestras como lo determine la ecuación para el cálculo del tamaño de la muestra y otros criterios establecidos (USEPA, 2022).

Es fundamental que las zonas seleccionadas deben estar en la misma área climática y de vegetación que compartan características similares con las zonas afectadas en relación con la geología, orografía, actividades industriales cercanas, movimiento de desplazamiento de masa, data histórica de la zona y otras características del componente ambiental a evaluar, que el/la evaluador/a considere pertinente su análisis.

3.2. Metodología de toma de muestra

Para el muestreo de los componentes ambientales, se debe considerar lo establecido en los instructivos I-DEAM-PM0303-01 "Muestreo de agua superficial", I-DEAM-PM0303-05 "Muestreo de sedimento continental y marino" y I-DEAM-PM0303-06 "Muestreo de suelo" u otro diseño muestral para la toma de muestras.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

3.3. Método estadístico

La metodología estadística para el cálculo de los niveles de fondo y referencia comienza desde la recolección de muestras, seleccionando el diseño muestral adecuado, y se procede al tratamiento de valores censurados, perdidos y atípicos, lo cual asegura la limpieza de los datos.

Posteriormente, se lleva a cabo un análisis descriptivo que proporciona una mayor comprensión de los datos. Durante este análisis, se evalúa la naturaleza de las distribuciones de cada variable para determinar si es posible ajustar los datos a un modelo o una distribución conocida, o si es necesario emplear técnicas no paramétricas.

El ajuste del modelo desvela las características en el conjunto de datos, y en caso de que los datos no se ajusten a un modelo paramétrico o surjan dudas sobre la distribución, se aplican métodos no paramétricos.

Los pasos que se describirán a continuación están alineados con las directrices establecidas en la Guía Técnica ProUCL Versión 5.2.0 de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (USEPA, 2022).

3.3.1 Organización de datos

Una vez recopiladas las muestras según el diseño de muestreo elegido, se procede a llevar a cabo un tratamiento adecuado de los datos.

La organización de datos comienza con el análisis exploratorio, el cual permite comprender la estructura y distribución de estos, así como evaluar la existencia de relaciones entre las variables. En caso de que se confirmen dichas relaciones, resulta esencial abordar su tratamiento teniendo en cuenta la dependencia subyacente.

El análisis descriptivo implica la identificación de valores censurados, perdidos y atípicos, los cuales se describen a continuación:

a. Valores censurados (valores por debajo del límite de cuantificación)

Los valores censurados o valores por debajo del límite de cuantificación o no detectados, son un aspecto crítico en el análisis de datos, la identificación y recuento de valores censurados se analiza en cada variable.

Según Helsel (2011), si más del 80% de los datos de una variable están por debajo del límite de cuantificación, se considera que esa variable debe ser excluida del análisis principal. A pesar de esta exclusión, es esencial registrar estos datos para su evaluación posterior. Además, es importante considerar

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

que los valores censurados pueden no ser únicos y variar dentro del mismo conjunto de datos.

Para abordar los valores censurados, se emplean diversos métodos de aproximación con el objetivo de obtener una estimación precisa del estadígrafo relevante, ya sea la media, el percentil u otro indicador. La elección de estas técnicas depende de factores como la naturaleza de los datos, la proporción de valores censurados, los objetivos del análisis y las limitaciones metodológicas.

Se debe evitar el uso de técnicas como el método de la mitad del límite de cuantificación, a menos que el conjunto de datos presente características específicas como una baja proporción de valores no detectados y una asimetría leve.

b. Valores perdidos

Los valores perdidos, o registros faltantes, son aquellos valores que no se registraron o no se obtuvieron en un conjunto de datos. Su tratamiento depende de las características y condiciones de cada variable y del análisis a realizar, siguiendo criterios estadísticos.

Según Österlund (2020), es posible reemplazar estos valores por un estadígrafo adecuado o utilizar métodos de estimación que consideren que estos valores no siguen un patrón específico en otras variables, es decir, que estén distribuidos al azar.

Otra alternativa es descartar la variable que contiene los valores perdidos o considerar únicamente los valores detectados.

c. Valores atípicos (outliers)

Los valores atípicos son aquellos valores que difieren significativamente del resto de valores en un conjunto de datos. Es importante detectarlos y verificar si se presentan simultáneamente en otras variables.

A través del análisis exploratorio, se pueden identificar utilizando herramientas visuales como gráficos de cajas y bigotes (boxplot), dispersión e histograma. Luego, se confirman mediante pruebas estadísticas. Los valores atípicos confirmados se excluyen de la muestra; sin embargo, se debe reportar para su evaluación posterior.

En el caso paramétrico, donde es necesario ajustar los datos a una distribución conocida al calcular el nivel de fondo y referencia, se excluyen los valores atípicos de la muestra. Sin embargo, en el caso no paramétrico, no se puede discernir la distribución y, por lo tanto, no se pueden determinar los valores atípicos, por lo que se deben conservar todos los valores del conjunto de datos.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

3.3.2 Análisis descriptivos

El análisis descriptivo busca obtener una comprensión más profunda de la información disponible. Durante este análisis, se consideran los valores perdidos y los valores atípicos previamente analizados.

En el caso de que el conjunto de datos incluya valores censurados, se utilizan métodos apropiados para calcular las estadísticas descriptivas y obtener estimaciones precisas de estos estadígrafos.

Si no presentan valores censurados, se aplican las estadísticas descriptivas estándar, que incluyen la media, el mínimo, el máximo, la varianza, el coeficiente de variación, los percentiles, el coeficiente de asimetría y la curtosis.

3.3.3 Identificación de la distribución estadística de datos

En el proceso de identificación de la distribución estadística de datos, se verifica si los datos se ajustan a una distribución estadística conocida, como la normal, lognormal, gamma, entre otras, para cada variable.

En caso de no lograr identificar una distribución conocida que se adapte a los datos, se recurre a técnicas no paramétricas para calcular los niveles de fondo y referencia.

3.3.4 Cálculo de los niveles de fondo y niveles de referencia

Para el cálculo de los niveles de fondo y referencia, se recomienda utilizar el software ProUCL versión 5.2.0 o versiones anteriores, siguiendo las directrices de la Guía Técnica ProUCL Versión 5.2.0 de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (USEPA, 2022).

El cálculo de los niveles de fondo y de referencia se realiza según la distribución estadística identificada. Para el nivel de fondo, se utiliza el límite superior del intervalo de confianza para la media, mientras que, para el nivel de referencia, se emplea el límite superior del intervalo de confianza para el percentil 95.

El uso del percentil 95 es un enfoque conservador en la estimación de umbrales ambientales, puesto que considera el 95% de la distribución de datos, en el cual se incluye en la mayoría de las observaciones, excluyendo sólo el 5% superior, que tiende a contener valores extremos y/o atípicos. Esta estrategia asegura que el umbral establecido no sea influenciado indebidamente por estos valores extremos y/o atípicos, al mismo tiempo que garantiza la pertinencia del umbral.

Cuando la distribución estadística de los datos no es clara, el cálculo de los niveles de fondo y de referencia adopta un enfoque no paramétrico.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Cabe señalar que, si el análisis es complejo, se recomienda consultar con un especialista o profesional en estadística aplicada en la rama ambiental. Esto es especialmente relevante para la selección de métodos estadísticos, como el cálculo de los niveles de fondo y de referencia, en contextos donde existen valores censurados que requieren un manejo detallado de los datos y la aplicación de técnicas estadísticas especializadas adaptadas a sus características particulares.

3.3.5 Acciones posteriores al análisis del nivel de fondo y referencia

Los valores obtenidos del cálculo de nivel de fondo y nivel de referencia, cuyas definiciones están señaladas en el Anexo 2, deben ser presentados en los informes técnicos o reportes correspondientes. Estos documentos deben incluir tanto los valores obtenidos como los conjuntos de datos analizados, permitiendo así su revisión y replicación por terceros si es necesario.

IV. ANEXOS

Anexo 1. Pasos para el tratamiento de datos antes de aplicar el nivel de fondo y referencia

Anexo 2. Definición de los niveles de fondo y referencia

V. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Chen, J., Zhang, Q., Wang, X., & Wang, J. (1999). Distribution and characteristics of heavy metals in soils of the Songhua River basin, China. *Environmental Pollution*, 106(1), 13-22.
- De Miguel, E. (2002). Niveles de fondo de metales pesados en suelos de España. Madrid: Organismo Autónomo de Parques Nacionales.
- Helsel, D. R. (2011). *Statistics for censored environmental data using Minitab and R* (Vol. 77). John Wiley & Sons.
- MMA (Ministerio del Medio Ambiente de Chile). (2012). Guía Metodológica Para La Gestión de Suelos Con Potencial Presencia de Contaminantes. Enlace: <https://sqi.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/07/g4-Guia-Metodologica-Evaluacion-y-Gestion-de-Riesgo-SPPC.pdf>
- Ministerio del Ambiente (Minam). (2014). Guía para muestreo de suelos. Lima: Mavet impresiones. [Enlace: <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/publicaciones-2/>]
- Österlund, V. (2020). Missing Data-A Gentle Introduction.
- Ramos, J. A. (2002). Los niveles de fondo de metales pesados en suelos: una revisión. *Revista Española de Protección Ambiental*, 12(1), 11-20.
- USEPA (2022). ProUCL Version 5.2.0 Technical Guide. [Enlace: <https://www.epa.gov/land-research/proucl-software>]

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- Recio del Bosque, F. H. (2012). Química inorgánica. Quinta Edición. Editorial McGraw Hill [Enlace: https://librosdeconsultaparabachillerato.files.wordpress.com/2018/08/quimica_i_norganica_recio_5ed.pdf].

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Anexo 1. Pasos para el tratamiento de datos antes de aplicar el nivel de fondo

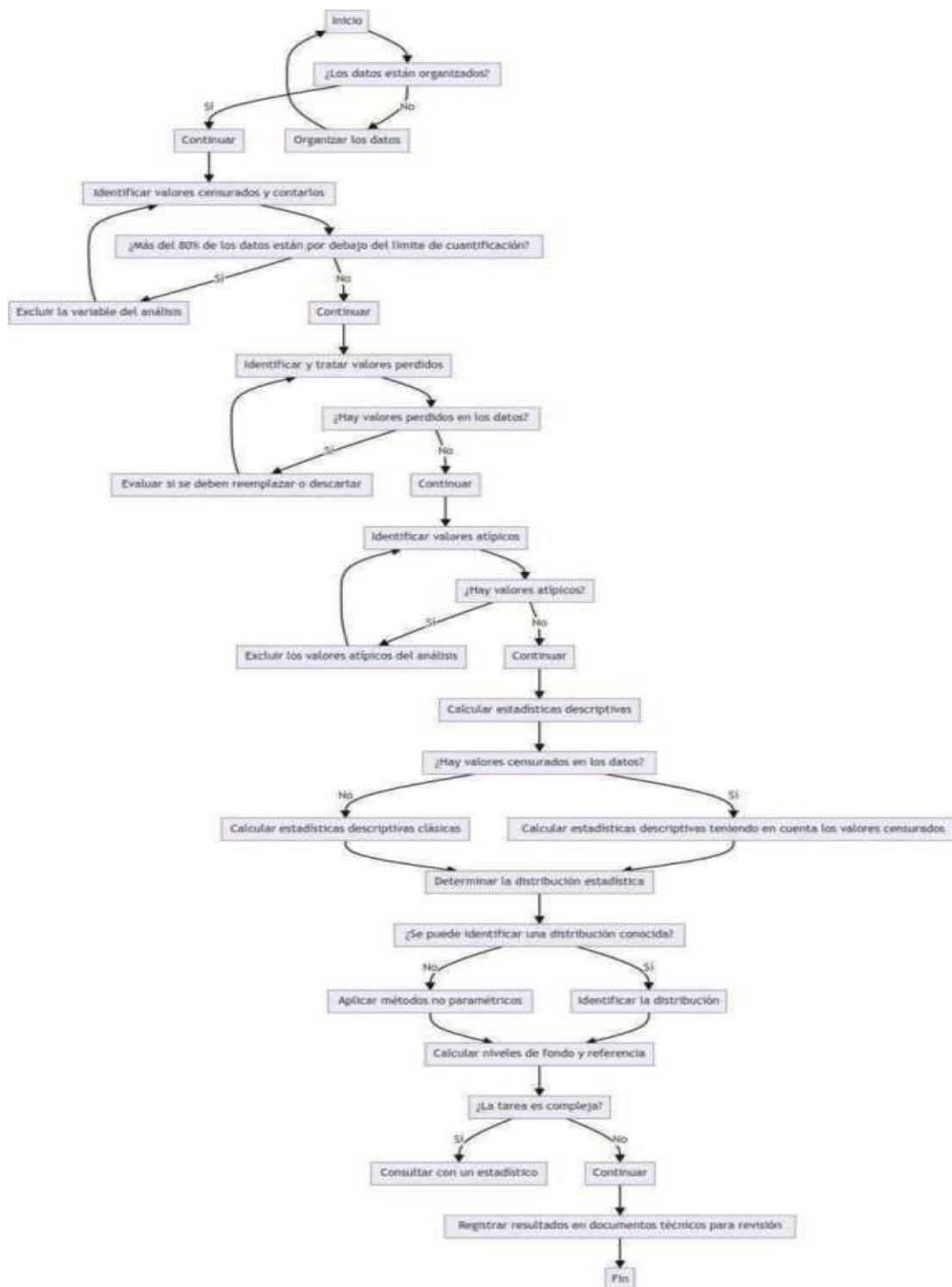


Figura 1. Esquema del proceso de tratamiento de datos para el cálculo de nivel de fondo

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Anexo 2. Definición de los niveles de Fondo y Referencia

1.- Niveles de Fondo

Ramos (2002) señala que no existe un criterio común universalmente aceptado para la definición de los niveles de fondo. Sin embargo, diferentes autores como Chen et al. (1999), definen al nivel de fondo como el rango de concentración alrededor de la media en suelos no contaminados. Asimismo, el Model Toxics Control Act (MTCA, Ch. 173-340-200 WAC), lo define como la concentración de sustancias peligrosas, presentes de forma sistemática en el medio natural que no han sido influenciadas por actividades humanas localizadas.

De Miguel (2002) menciona que los valores de fondo caracterizan la situación real de los suelos naturales de una región en el momento de su estudio. En consecuencia, dichos valores de fondo describen la distribución de valores de concentración de los diferentes elementos químicos, en los suelos de una región no afectada por actividades antrópicas.

2.- Niveles de Referencia

De acuerdo con De Miguel (2002), se entiende por valor de referencia a aquel valor tal que su superación por una unidad muestral de la población actual caracterizada sea poco probable y que, por tanto, si no ha habido modificaciones en las condiciones de muestreo, sea también poco probable su superación por una unidad muestral obtenida posteriormente.

- **Límite Superior de Confianza (UCL 95%):** Cota superior del intervalo de confianza para la media poblacional, el cual comúnmente se considera a un 95% de confianza. Este valor frecuentemente se usa como un umbral fijo para comparar con los datos muestreados de un sitio y determinar que este se encuentre limpio (USEPA, 2022).
- **Límite Superior de Tolerancia (UTL 95-95%):** Cota superior del intervalo de confianza para el percentil 95, el cual comúnmente se considera a un 95% de confianza. Un límite de tolerancia superior (UTL) está diseñado para contener, un porcentaje de la población (es decir, 95%) de las posibles concentraciones de fondo, se utiliza para comparar con los datos muestreados de un sitio y establecer que este se encuentre contaminado (USEPA, 2022).

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

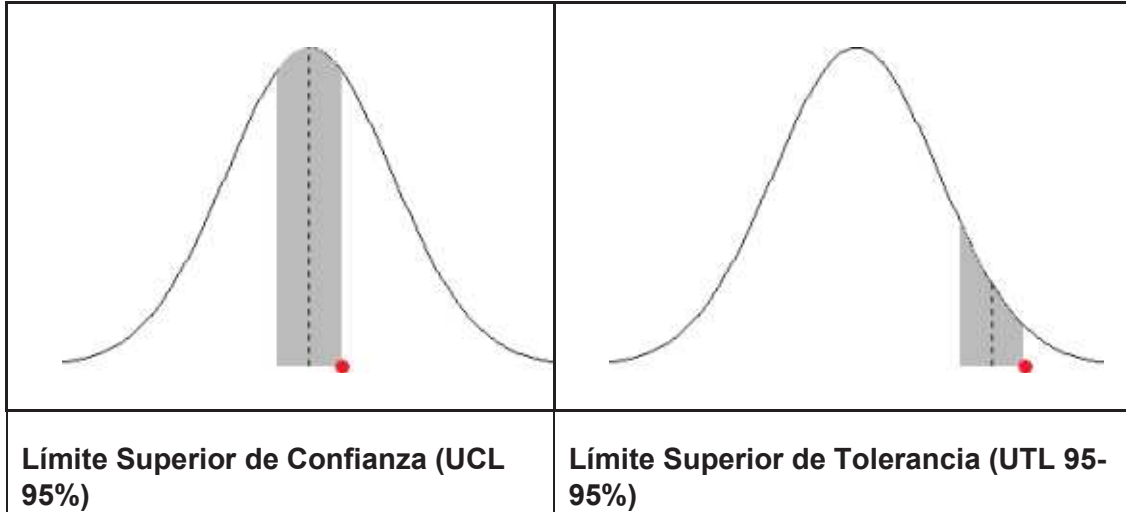


Figura 2. Representaciones del Límite Superior de Confianza (UCL) en la parte izquierda y el Límite Superior de Tolerancia (UTL) en la parte derecha.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Actividad potencialmente contaminante:** Aquellas actividades que producen, utilizan, manipulan, manejan, almacenan, tratan o disponen sustancias, que, por sus características fisicoquímicas, biológicas y toxicológicas, producen o pueden producir daños momentáneos o permanentes a la salud humana, animal o vegetal (MMA, 2012).
- **Estadígrafo:** Es un valor numérico que resume una característica específica de un conjunto de datos, como la media, percentil o la desviación estándar (Samuels et al., 2012).
- **Valores atípicos (outliers):** Son observaciones en un conjunto de datos que se desvían significativamente de la mayoría de las otras observaciones. Pueden ser el resultado de variabilidad en la medición, errores, o representar una variación genuina en el fenómeno estudiado. En el análisis ambiental, estos valores pueden afectar significativamente los resultados y conclusiones de las pruebas estadísticas y, por lo tanto, deben manejarse con cuidado (Helsel, 2011).
- **Valores detectados:** Los valores detectados son observaciones en un conjunto de datos que han sido medidos y cuantificados con precisión (Helsel, 2011).
- **Valores censurados (valores por debajo del límite de cuantificación):** Son observaciones en un conjunto de datos que están limitados en uno o ambos extremos del rango de medición y usualmente ocurren cuando los resultados de las mediciones caen fuera del rango que los instrumentos pueden medir:

Por Debajo del Límite de Detección (LD): Si un valor es más bajo que el LD, significa que el instrumento no puede detectar la presencia de una sustancia.

Por Debajo del Límite de Cuantificación (LQ): Aunque la sustancia se detecta (está por encima del LD), su concentración es tan baja que no se puede medir con exactitud. Por lo tanto, estos valores también se consideran censurados porque no proporcionan una medición precisa de la cantidad (USEPA, 2022).

- **Valores perdidos:** Son observaciones que no están presentes en un conjunto de datos (Österlund, 2020).
- **Sustancia química o pura:** Las sustancias químicas tienen composición definida e invariable, y pueden ser elementos o compuestos. Los elementos son sustancias simples, elementales, que no pueden descomponerse en otra más sencilla mediante procedimientos químicos ordinarios, mientras que los compuestos son sustancias que resultan de la unión química de dos o más elementos diferentes, por tanto, puede experimentar descomposición ulterior (Recio del Bosque, 2012).

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Instructivo para el modelamiento numérico ambiental de gases, partículas, olores y ruidos

I. OBJETIVO

Establecer las acciones para realizar el modelamiento numérico ambiental de gases, partículas, olores y ruido durante el desarrollo de la evaluación ambiental.

II. INSTRUCCIONES

Para la construcción del modelamiento se debe seguir los siguientes pasos:

2.1. Elección del modelamiento numérico ambiental

El/la evaluador/a debe considerar la siguiente información:

- Se debe elegir el modelo comprendiendo el problema que se está tratando de resolver.
- Se debe definir el objetivo del modelamiento numérico ambiental, respondiendo a la pregunta ¿Cuál es el objetivo del modelamiento?

2.2. Obtención de datos para el modelamiento numérico ambiental

Los datos requeridos para el modelamiento numérico ambiental podrán ser recopilados de fuentes externas o ser generados mediante estimaciones y/o monitoreo ambiental. Para ello el/la evaluador/a debe realizar las siguientes acciones:

- Realizar el inventario de emisiones, identificar las fuentes de emisión y calcular sus tasas de emisión, mediante estimaciones y/o monitoreos directos e indirectos.
- Recopilar, registrar y/o estimar la información de variables meteorológicas de acuerdo con la necesidad de información para el modelamiento numérico ambiental.
- Recopilar y/o registrar información de variables de calidad ambiental.
- Recopilar y/o generar datos estáticos como de topografía y uso de suelos.

2.2.1 Recopilación de información sobre el inventario de emisiones

- El/la evaluador/a debe realizar la revisión de información de los instrumentos de gestión ambiental y relacionados al componente o unidad fiscalizable bajo evaluación, además de documentos emitidos por OEFA, como resultados de supervisiones, evaluaciones ambientales anteriores, entre otros. De esta forma, se obtendrá una mejor comprensión del flujo de procesos, los insumos y equipos utilizados, los productos generados, etc. antes de realizar el reconocimiento del área de estudio; además, debe identificar las posibles fuentes de emisión de contaminantes atmosféricos y registrar la información de interés para estimar estas emisiones.

2.2.2 Reconocimiento en campo de las posibles fuentes de emisión

- El/la evaluador/a debe realizar el reconocimiento del área de estudio para la identificación de los procesos de operación o componentes y las potenciales fuentes de emisión, fuera o alrededor de la unidad fiscalizable, vinculados a estos procesos de operación. Además, servirá para corroborar la información declarada

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

por el administrado en el instrumento de gestión ambiental.

- El reconocimiento implica la obtención de la ubicación geográfica de los procesos de operación mediante un instrumento GPS, así como la denominación y codificación exacta de los procesos empleados por el administrado, dentro del área de estudio.
- Asimismo, se recopilarán las características principales de los procesos que lleva a cabo la Unidad Fiscalizable (tales como equipos e insumos utilizados, productos generados, capacidad de producción, etc.).
- La identificación de fuentes en el reconocimiento debe estar acompañada de una pizarra, la cual debe contener el código del punto, las coordenadas geográficas en UTM (este y norte), datum, fecha, hora y la denominación del proceso. Asimismo, para generar evidencias del reconocimiento, deben realizarse registros fotográficos y de video, de cada una de las fuentes identificadas.
- Es importante destacar que, para llevar a cabo esta actividad de manera efectiva, el/la evaluador/a podrá requerir la colaboración del personal de la unidad fiscalizable, quien puede aportar con información sobre las actividades y procesos que se llevan a cabo en la unidad fiscalizable. Cabe precisar que la actividad indicada, se realiza con la finalidad de incrementar la confiabilidad del inventario de emisiones.
- El/la evaluador/a registra mediante fichas, fotografías, videos y otros medios probatorios, la información proporcionada por el personal de la Unidad Fiscalizable y procede a elaborar el "Acta de Supervisión".

2.2.3 Establecer la metodología numérica adecuada

- El/la evaluador/a, en gabinete, y con la información recopilada de fuentes de emisión, determinará la metodología adecuada para registrar y/o estimar las tasas de emisiones de cada fuente específica, considerando la información disponible y el tipo de fuente de emisión (lineal, área y puntual o fija).
- Se determinará qué parámetros y/o variables serán necesarios recopilar, registrar y/o estimar para el uso de la metodología propuesta. Estos parámetros y/o variables son lo que pueden ser medidos directamente en campo y/o recopilados de fuentes externas.
- En caso corresponda, el/la evaluador/a podrá requerir información al administrado de la Unidad Fiscalizable que incluye información de los parámetros y/o variables necesarias para la estimación de emisiones.

2.2.4 Registro de variables y/o parámetros durante la ejecución

- El/la evaluador/a debe registrar la información recopilada durante el reconocimiento del área de estudio o recopilada por información enviada por el administrado, en los formatos *PM0313-F30 "Ficha de identificación para emisiones de gases, partículas, olores y ruidos en áreas de disposición final de residuos sólidos"* y *PM0313-F31 "Datos de campo de identificación de fuentes de emisión"*. En estas fichas se registran las características de la(s) fuente(s) de emisión como: coordenadas geográficas, área, perímetro, longitud, volumen, altura, tiempo de operación, entre otras características.
- El/la evaluador/a, de acuerdo con la planificación y alcance del estudio, realizará muestreos de variables necesarias para el cálculo de las tasas de emisiones, como, por ejemplo: porcentaje de limo, contenido de humedad del suelo, velocidad de flujo en chimeneas, entre otros.
- El/la evaluador/a deberá registrar todas las fuentes de emisión determinadas en gabinete mediante fotografías. El registro fotográfico de cada punto de muestreo

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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 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).

Código del punto de la posible fuente de emisión		
ZPG - 01		
Denominación del proceso	Plataforma 11 Quebrada 1 – Chimenea N° 50	
Coordenada Este	E: 654321	Fecha: 30/12/24
Coordenada Norte	N: 7654321	Hora: 10:30 horas
Altitud	Altitud: 100 m.s.n.m.	Datum WGS-84
Precisión del GPS	Precisión: ± 3	Zona UTM: 18 L

Figura N° 1. Modelo de pizarra para el punto de identificación de fuente

2.2.5 Aplicar los métodos de estimación

- El/la evaluador/a realiza el cálculo de las tasas de emisión por cada contaminante y proceso que se puede realizar mediante el uso de: factores de emisión, balance de masas, modelos de emisiones y mediciones directas e indirectas (estos últimos son aplicables para fuentes de tipo puntual). Si bien la medición directa es el método más preciso, especialmente para fuentes puntuales, también resulta ser el más costoso y escaso (como la instalación de sistemas de monitoreo continuo de emisiones). Por esta razón, se recurre ampliamente al uso de factores de emisión cuando las mediciones directas durante todo el periodo de evaluación no están disponibles, siendo un método recomendado por diversas guías¹.
- En caso de no contar con factores de emisión a nivel local o regional (determinados a través de mediciones directas de muestras representativas según la categoría de la fuente con monitoreos continuos o puntuales), el/la evaluador/a puede utilizar factores de emisión de referencia y actualizados como las compilaciones del AP-42 de la USEPA², de la EMEP/EEA³ (de la agencia europea ambiental, EEA), y/o otras agencias gubernamentales⁴. Estas compilaciones reportan factores de emisión para una variedad de tipos de fuentes de emisión.
- Para el cálculo de las tasas de emisión de fuentes tipo puntual, como chimeneas, el/la evaluador/a puede usar mediciones de las concentraciones de los contaminantes liberados a la atmósfera, obtenidos por el administrado o el OEFA mediante monitoreos de emisiones puntuales. Asimismo, se puede determinar mediante métodos indirectos, por ejemplo, utilizando mediciones de flujo medidos

¹ Tales como el Manual Técnico para la Elaboración de Documentos Técnicos sobre Modelamiento de Dispersión de Contaminantes Atmosféricos del SENAMHI (2021); Guía para el Uso de Modelos de Calidad del Aire en el SEIA del SEA Chile (2023); Guideline on Air Quality Models. Air Quality Dispersion Modeling de la USEPA (2017); Guía para la elaboración de emisiones atmosféricas de la MADS de Colombia (2017).

² US EPA: United States Environmental Protection Agency

³ EMEP/EEA: European Monitoring and Evaluation Programme/European Environment Agency

⁴ AP-42: Compilation of Air Emissions Factors from Stationary Sources; EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook, Emission Estimation Technique Manuals from National Pollutant Inventory Guide; Guía metodológica para la Estimación de Emisiones provenientes de Fuentes Puntuales de Chile; Manuales del programa de inventario de emisiones en México.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

con anemómetros.

- Una vez obtenidos los datos, pueden extrapolarse para estimar emisiones anuales, sólo si la operación del proceso no varía de forma significativa. Cuando ocurren variaciones estacionales es necesario contar con una serie de mediciones representativas de cada estación del año para incluir esta variación en la estimación anual.

2.2.6 Realizar el control de calidad de la estimación de emisión

- El/la evaluador/a debe asegurarse que los parámetros y variables recopilados por fuentes externas, registrados en la ejecución o trasladados por el administrado, describan de manera coherente la actividad que se está evaluando y sea representativa para el periodo de modelamiento.
- En el caso de uso de factores de emisión, debe asegurarse que los utilizados sean los más adecuados por el tipo de actividad y las condiciones ambientales del área de estudio, y además, el cálculo de estos debe estar bien documentado.
- En caso de tener mediciones en fuente y estimaciones con factores de emisión, se puede comparar ambas emisiones (validación cruzada).

2.2.7 Elaboración del reporte de inventario de emisiones

- El/la evaluador/a debe elaborar el Reporte de Inventario de Emisiones utilizando el formato PM0306-F02 "Reporte de EAF", el cual debe comprender la descripción de las metodologías usadas para estimar las tasas de emisión, análisis y cálculos utilizados en el inventario.
- Los cálculos realizados son para el nivel de actividad, el enfoque y los supuestos considerados sobre el comportamiento de las fuentes de emisión, así como, los criterios para su inclusión. Los resultados se deben presentar utilizando cuadros y figuras.

2.3. Respecto a los datos meteorológicos

2.3.1. Elección del modelo meteorológico

- Para el modelamiento de contaminantes atmosféricos, el/la evaluador/a debe realizar el modelamiento de variables meteorológicas de superficie y altura, esto debido a que dicho modelamiento requiere datos grillados meteorológicos con alta resolución espacial (como mínimo 1 km) y temporal (1 hora), tanto en superficie, como en altura (perfil atmosférico).
- El modelamiento meteorológico se podrá generar mediante la aplicación del modelo WRF (*Weather Research and Forecasting*), el cual es un modelo numérico que sirve para la simulación y predicción del estado atmosférico a escalas de corto, mediano y largo plazo. Además, existen otros modelos también referenciados por la comunidad científica, como son MPAS⁵, ARPS⁶, ETA⁷, MM5⁸, entre otros. Estos modelos también podrían ser usados.

⁵ MPAS: Model for Prediction Across Scales. Modelo de predicción a través de escalas utilizando una malla hexagonal.

⁶ ARPS: Advanced Regional Prediction System. Modelo meteorológico.

⁷ ETA: Modelo hidrostático, cuya característica es el empleo de la coordenada vertical "Eta" (η)

⁸ MM5: Modelo mesoescala de quinta generación.

2.3.2. Pasos para generar el modelo meteorológico

El/la evaluador/a debe realizar la siguiente secuencia:

- **Preparación de datos de entrada:** el/la evaluador/a recopilará y preparará los datos de entrada necesarios, que incluyen información sobre topografía, uso del suelo, cobertura vegetal, datos iniciales y de límites (condiciones iniciales y de borde), así como datos de observación para la validación.
- **Configuración del dominio:** el/la evaluador/a definirá el área geográfica de interés y la resolución espacial para el modelo. Esto implica seleccionar el número de puntos de cuadrícula en la dirección este-oeste (NX), norte-sur (NY) y vertical (NZ), así como, la ubicación y el tamaño del dominio de modelado.



Figura N° 2. Modelo de Representación gráfica del dominio y grilla meteorológica.

- **Configuración de esquemas físicos:** Se seleccionará los esquemas físicos atmosféricos que utilizará el modelo, como los esquemas de radiación, microfísica de las nubes, capa límite planetaria, turbulencia, etc. Estos esquemas influyen en la precisión y el rendimiento del modelo.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- **Configuración de la integración temporal:** Se determinará de manera interna la configuración temporal del modelo, que incluye la longitud del paso de tiempo de integración y la duración total de la simulación.
- **Ejecución del modelo:** Para ejecutar el modelo con la configuración definida. Esto implica la compilación del modelo y la ejecución del ejecutable principal de modelo utilizando un conjunto de archivos de configuración.
- **Postprocesamiento de resultados:** Una vez completada la simulación, se procesan los resultados para analizar la información meteorológica generada por el modelo. Esto puede incluir la visualización de campos meteorológicos, la generación de productos derivados (como mapas de temperatura, viento, precipitación, etc.) y la comparación con datos de observación.
- **Validación y ajuste:** Se deberá realizar una validación cruzada de los resultados del modelo, comparándolos con datos observados disponibles (dentro del dominio meteorológico). Realizar ajustes en la configuración del modelo, según sea necesario para mejorar la precisión y la habilidad del modelo.
- **Aplicaciones específicas:** El/la evaluador/a utilizará los resultados del modelo, para las aplicaciones específicas del modelo numérico ambiental seleccionado, como por ejemplo: para su uso en Calpuff⁹, Aermod¹⁰, Hysplit¹¹, Flexpart¹², Cmaq¹³, WRF-Chem¹⁴, Scichem¹⁵, entre otros.

2.3.3. Elaboración del reporte

- El/la evaluador/a debe elaborar el Reporte del Modelo Meteorológico utilizando el formato PM0306-F02 "Reporte de EAF", el cual debe indicar la metodología usada en las simulaciones, la descripción del modelo utilizado, además de los mapas de ubicación del dominio meteorológico, grilla meteorológica, topografía y uso de suelos. Además, se deberá describir el comportamiento de las variables meteorológicas para un punto dentro del dominio meteorológico. Este punto debe ser representativo para el área de estudio y se llamará Estación Meteorológica Virtual. Finalmente se deberá realizar una validación cruzada entre la información modelada y la información registrada en campo o recopilada por estaciones meteorológicas.

2.4. Obtención de los datos estáticos

- **Datos topográficos:** El/la evaluador/a deberá obtener datos de elevación digital (DEM) de alta resolución para el área de estudio. Puede utilizar fuentes como USGS EarthExplorer, el Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), datos LiDAR, vuelo de drones, imágenes satelitales, entre otros.

Además, el/la evaluador/a deberá procesar los datos DEM para corregir errores, llenar

- 9 Calpuff: Modelo tipo puff, modelo que simula las emisiones de contaminantes del aire desde una fuente dada como una serie de "soplos" (Puff en inglés, de allí su nombre)
- 10 Aermod: Modelo estacionario para análisis de contaminantes atmosféricos, de distribución Gausiana.
- 11 HYSPLIT: Modelo que simula la dispersión y trayectoria de sustancias a través de la atmósfera a escalas locales y globales.
- 12 Flexpart: FLEXible PARTicle, modelo lagrangiano de dispersión de contaminantes. Simula transporte de contaminantes para cualquier punto del planeta y cualquier alcance temporal.
- 13 CMAQ: El sistema comunitario multiescala de modelización de la calidad del aire. (The Community Multiscale Air Quality, sus siglas en inglés)
- 14 WRF-Chem: Weather Research and Forecasting-Chemistry. Modelo de investigación y pronóstico meteorológico junto con la química.
- 15 Scichem: Modelo fotoquímico, modelo tipo "Puff"

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

vacíos, y ajustar la resolución según sea necesario para sus necesidades de modelado. La resolución para los datos topográficos, de preferencia menor a 10m.

- **Datos de uso del suelo:** El/la evaluador/a debe obtener datos de uso del suelo para el área de estudio. Estos datos deben describir la distribución de diferentes tipos de suelo, como áreas urbanas, agrícolas, bosques, y cuerpos de agua. La resolución para los datos del uso de suelo, de preferencia debe ser menor a 30m.

2.5. Cálculo del modelamiento numérico ambiental

- **Preparación de datos:** El/la evaluador/a deberá reunir los datos de entrada generados para el modelamiento, de acuerdo con la necesidad del modelo.
- **Realizar el pre procesamiento de los datos de entrada:** El/la evaluador/a de acuerdo con la información y la estructura de datos que necesita el modelo numérico ambiental escogido, deberá realizar un pre procesamiento a los datos generados en las actividades anteriores, para que estos puedan ser procesados por el modelo de forma adecuada. Por ejemplo: en el caso del uso del modelo Aermot, se debe preprocesar los datos meteorológicos generados con el modelo Aermot.
- **Configurar los parámetros de modelado:** El/la evaluador/a deberá configurar el modelo de acuerdo con sus objetivos, se deberá configurar el dominio de modelamiento, la resolución temporal y espacial del modelo, la altura de la capa límite atmosférica, y otras parametrizaciones específicas del modelo, con la finalidad de que el modelo logre replicar de manera más parecida las condiciones del área de estudio.
- **Ejecución del modelo:** Una vez completada la simulación, el/la evaluador/a debe analizar los resultados generados. Esto puede incluir la visualización de mapas de concentración de contaminantes, la evaluación de la exposición humana, y la comparación de los resultados con estándares de calidad ambiental.
El/la evaluador/a deberá realizar cualquier ajuste necesario en los datos de entrada o en los parámetros del modelo y repetir la simulación según sea necesario para refinar los resultados.



Figura N° 3. Representación gráfica del dominio de modelamiento

2.6. Validación y verificación del modelamiento numérico ambiental:

El/la evaluador/a debe:

- Validar los resultados del modelo numérico ambiental comparándolos con datos observacionales si están disponibles y si la actividad evaluada está activa durante la ejecución¹⁶.
- Según sea necesario, debe verificar la sensibilidad del modelo a diferentes configuraciones y parámetros.
- Según sea necesario, debe realizar los ajustes en el modelo o en los datos de entrada para mejorar la precisión y la confiabilidad de las simulaciones.
- Documentar todos los pasos del proceso de modelado, incluyendo los datos utilizados, los parámetros del modelo, los resultados obtenidos, y cualquier otro aspecto relevante. Esto debe ser consignado en el formato PM0302-F05 Anexo 1 Detalle del Informe de

¹⁶ Subcapítulo 6.9.8 "Validación" del Manual Técnico para la Elaboración de Documentos Técnicos sobre Modelamiento de Dispersión de Contaminantes Atmosféricos del SENAMHI (2021)

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

EA o en el formato PM0306-F03 Informe de EAF.

- El modelo numérico cuenta con su propia incertidumbre, sin embargo, si no se podría validar los resultados de este, se debe usar la validación del modelo meteorológico para expresar cuán válida es la simulación del modelo numérico ambiental¹⁷.

III. Anexos

Anexo : Glosario de términos

Formatos :

- 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”

¹⁷ Capítulo 6 “Análisis de Incertidumbre” de la Guía para el uso de modelos de calidad del aire en el SEIA (SEIA, 2023).

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Anexo Glosario de Términos

- **Actividad:** Es el tipo de actividad que genera la emisión; por ejemplo, minería (explotación, procesamiento de mineral), manufactura, generación de electricidad.
- **Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA):** La EEA es una agencia de la Unión Europea que proporciona conocimientos y datos para apoyar los objetivos medioambientales y climáticos de Europa.
- **Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US-EPA):** Es la agencia estatal que se encarga de proteger la salud de los seres humanos, el medio ambiente y los recursos naturales en los Estados Unidos. Previene y controla la contaminación del aire y el agua mediante el desarrollo de estándares para la calidad del aire y las emisiones de automóviles, programas para asegurar la limpieza del agua e información sobre la salud ambiental.
- **Componente:** Es la ubicación (área) donde se realiza un proceso o actividad determinada que puede encontrarse en estado de operación o cierre; por ejemplo, un depósito de desmonte, tajo, depósito de mineral, depósito de relaves, etc.
- **Datos meteorológicos modelados:** Datos meteorológicos modelados, son aquellos que se generan mediante el uso de modelos numéricos dentro de un sistema informático, también se considerará como datos meteorológicos modelados a aquellos que provengan de plataformas de reanálisis.
- **Dominio de modelamiento:** Se define como el área geográfica para la cual se realizan los análisis de calidad de aire requeridos para su regulación (USEPA, 2017). Este dominio se determina en función de las fuentes de emisión, así como de la presencia de receptores discretos susceptibles de ser afectados. Asimismo, dicho dominio puede requerir ser ajustado (ampliado) en relación con los resultados de una modelación preliminar, para encontrar el punto máximo del impacto. El dominio elegido debe abarcar un área de influencia tal que dentro de este se encuentren los receptores discretos.
- **Dominio meteorológico:** Se define como el área geográfica para la cual se realizan los análisis de condiciones meteorológicas. Este dominio se determina en función al área de estudio.
- **Eficiencia de control:** Es la medida de control o equipo de control aplicada en reducir las emisiones generadas por una fuente, se expresa en %.
- **Estación Meteorológica Virtual:** Es una estación virtual que proporciona información meteorológica local más precisa para cualquier latitud y longitud a partir del modelo meteorológico.
- **Factor de emisión:** Es un valor representativo que relaciona la cantidad de un contaminante emitido a la atmósfera con un proceso (o actividad) específico. Por lo general, se expresan como la masa del contaminante dividido por una unidad de masa, volumen, distancia o duración de la actividad (por ejemplo, kg de material particulado emitido por toneladas de carbón quemado, kg de material particulado emitido por km recorridos de un vehículo)
- **Fuente de emisión:** Es el proceso o unidad de una actividad determinada que genera emisiones de gases y/o material particulado, siendo este la causa u origen de las emisiones. Pueden ser de tipo puntual, lineal, de área y volumen.
- **Inventario de emisiones:** Describe las diversas fuentes de emisión de contaminantes

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

atmosféricos (material particulado, gases y/o olores) de una determinada actividad, así como la cantidad de contaminantes emitidos por cada fuente identificada en un intervalo de tiempo determinado, por lo general en un periodo anual.

- **Modelo meteorológico:** Es una representación matemática del comportamiento de las condiciones meteorológicas para un área determinada, a través de un sistema informático.
- **Nivel de actividad:** Es un parámetro necesario para estimar la tasa de emisión, indica la intensidad o magnitud en la que se desarrolla un proceso identificado como fuente de emisión, tales como la cantidad de combustible, horas de operación, distancia recorrida por un vehículo, número de perforaciones, cantidad de material manejado o transportado, tasa de producción. Depende de las unidades en las que se encuentra el factor de emisión.
- **Proceso:** Las actividades industriales y mineras involucran la realización de varios procesos (etapas) con la finalidad de obtener un producto o servicio final, estos pueden estar involucrados en la liberación de contaminantes al aire.
- **Receptor discreto:** Se definen como aquellos puntos donde es importante evaluar el comportamiento de la concentración de contaminantes. Están conformados por: (i) las estaciones de monitoreo de calidad del aire; y, (ii) los receptores de interés social que corresponden a centros poblados donde se encuentran viviendas, centros educativos, establecimientos de salud (en estos 2 últimos lugares se albergan a un gran número de personas que se encuentran expuestas a los contaminantes atmosféricos por ciertos periodos de tiempo), entre otros.
- **Tasa de emisión:** Es la cantidad emitida de un contaminante atmosférico en unidades de masa por un intervalo de tiempo, se expresa en t/año o g/s. Se puede obtener a través de mediciones o estimaciones.
- **Validación cruzada:** Procedimiento para comprobar la calidad de una distribución de datos prevista.

Bibliografía

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2017). Guía para la elaboración de emisiones atmosféricas. Bogotá, D.C.: Colombia.
- SENAMHI. (2021), Manual técnico para la elaboración de documentos técnicos sobre modelamiento de dispersión de contaminantes atmosféricos.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). (2023). Guía para el Uso de Modelo de Calidad del Aire en el SEIA. Santiago: Chile.
- USEPA. (2017). Guideline on Air Quality Models. Air Quality Dispersion Modeling, Appendix W(10), 54.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Instructivo de verificación de parámetros de campo en calidad de agua

I. OBJETIVO

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

II. INSTRUCCIONES

2.1. Definiciones

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.

2.2. Criterios para la medición (verificación y ajuste)

- Las mediciones de **parámetros** de campo, se realizan en base a los tipos de agua **como agua natural, residual y salina**.
- 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

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

PM0313-F01 “Verificación operacional de equipos de medición de campo”.

- c. Las mediciones obtenidas y los resultados del aseguramiento de validez de **los** resultados se registran en el formato PM0313-F02 “Datos de campo **de agua**”
- d. Se enjuagan 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.
- e. Para el manejo de los equipos se tomará en cuenta los siguientes documentos: I-DEAM-PM0309-02 “**Instructivo de verificación del multiparámetro**” y el I-DEAM-PM0309-04 “Instructivo uso y verificación de turbidímetro”.
- f. 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.

a. 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:

a.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.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- 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-F01 **“Verificación operacional de equipos de medición de campo”**, 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-F01 **“Verificación operacional de equipos de medición de campo”**; 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 **a.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.

a.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.
- 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-F01 **“Verificación operacional de equipos de medición de campo”**.

a.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

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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-F02 “Datos de campo **de agua**”
- 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 “Instructivo de verificación del multiparámetro”**

b. 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 de agua realizará las siguientes acciones:

b.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 $\mu\text{S}/\text{cm}$ o de otra concentración según el tipo de agua que se va medir (18000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ o 80000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) 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-F01 “**Verificación operacional de equipos de medición de campo**”.
- La verificación debe cumplir con el criterio establecido en el formato PM0313-F01 “**Verificación operacional de equipos de medición de campo**”, 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

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

sustituir el equipo observado.

b.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-F01 **“Verificación operacional de equipos de medición de campo”**.
- Luego enjuagar la sonda con agua desionizada y secar con papel tissue.

b.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 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-F02 **“Datos de campo de agua”**.
- 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 **“Instructivo de verificación del multiparámetro”**.

c. Verificación y Medición de Temperatura:

La **verificación** de temperatura se realizará con la sonda de pH **y la sonda de conductividad eléctrica** 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 Temperatura del Multiparámetro usando la sonda de pH y la sonda de conductividad eléctrica:

- La verificación de **la temperatura** se realizará **sumergiendo las sondas de pH y de conductividad eléctrica en la misma**

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

solución y que se tenga disponible, la cual podría ser una muestra, agua desionizada, algún buffer, entre otras, luego se registran las temperaturas de cada una de las sondas sumergidas en el formato PM0313-F01 “Verificación de equipos de medición de campo”, donde se evaluará la conformidad de las mediciones de acuerdo al criterio establecido en el respectivo formato mencionado.

- *En el caso de no cumplir con el criterio de aceptación, se procederá a realizar la verificación con otra sonda calibrada con el mismo multiparámetro en uso.*
- *En el caso que no replique la verificación de temperatura con las sondas disponibles, se desestimará el registro de la temperatura en campo, esto se evidenciará en el campo de observaciones de la ficha de campo: PM0313-F01 “Verificación de equipos de medición de campo”.*

d. 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:

d.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-F01 “**Verificación operacional de equipos de medición de campo**”, 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

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

problema persiste se notificará al área de mantenimiento para sustituir el equipo observado.

d.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.
- 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-F01 **“Verificación operacional de equipos de medición de campo”**.

d.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-F02 **“Datos de campo de agua”**.
- 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 verificación del multiparámetro”**.
- 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 **“Instructivo de verificación del multiparámetro”**.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

e. 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 de agua realizará las siguientes acciones:

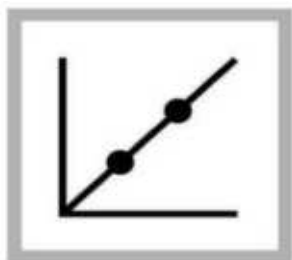
e.1 Verificación del turbidímetro:

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-F01 “**Verificación operacional de equipos de medición de campo**”; 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.

e.2 Ajuste del turbidímetro:

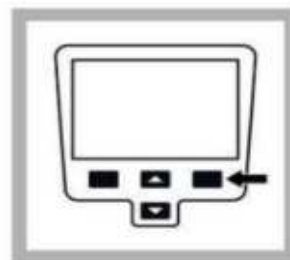
Se realizará el ajuste del turbidímetro y se registrará en el formato PM0313-F01 “**Verificación operacional de equipos de medición de campo**”, según las siguientes indicaciones:



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.



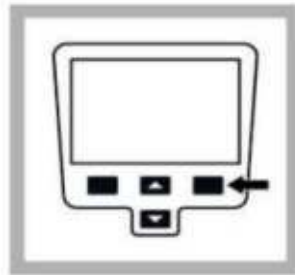
2. Inserte el Estándar **StabilCal** para 20 NTU y coloque la tapa.
Nota: El estándar a ser insertado aparece en el display en un recuadro.



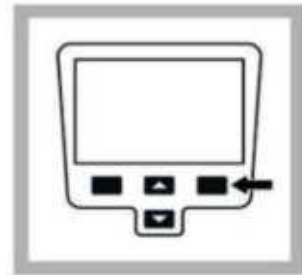
3. Pulse **Medición**. La pantalla muestra Estabilizando y luego muestra el resultado.



4. Repita el Paso 2 y 3 con el Estándar StabiCal 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.

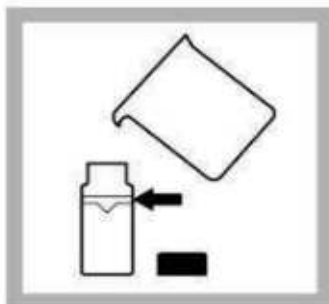


6. Pulse **Guardar** para guardar los resultados. Después de terminar la calibración, el medidor automáticamente pasa al modo Verificar cal. Consulte **Verification calibration**.

e.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).

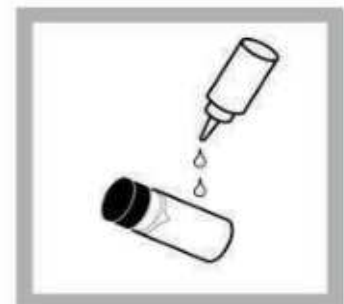
La medición de turbiedad se realizará según las siguientes indicaciones:



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.

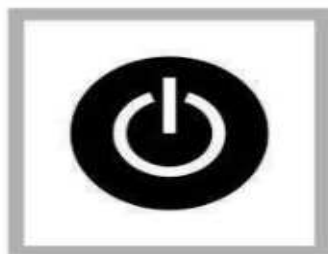


2. Limpie la cubeta con un paño suave, sin pelusas, para eliminar las gotas de agua y huellas de dedos.



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**).

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

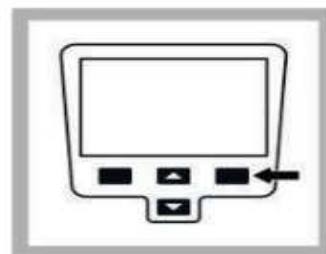


4. Pulse el botón **ENCENDIDO** para encender el medidor. Coloque el instrumento sobre una superficie plana y resistente.

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-F02 “Datos de campo **de agua**”, (luego de estabilizada la medición). Para la interpretación de resultados, informe la lectura de turbidez según lo indicado en el formato PM0313-F02 “Datos de campo **de agua**”.
- 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”.

2.3. Medición de los parámetros de campo

Para las mediciones de parámetros en campo se recomienda tener en cuenta lo siguiente:

En el caso de ríos accesibles y de bajo caudal, se toma los parámetros de campo directamente en el cuerpo de agua, caso contrario se utiliza un balde limpio y transparente.

Medir los parámetros de campo como oxígeno disuelto, pH, conductividad eléctrica, temperatura, entre otros de forma inmediata, luego de tomada la muestra de agua.

Si se producen variaciones significativas entre dos muestras duplicadas es necesario verificar y si fuera necesario ajustar el equipo.

Las mediciones en campo y el aseguramiento de calidad de los resultados son registrados en el formato PM0313-F02 “Datos de campo de agua”.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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

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: 03
		Fecha: 11/06/2025

- 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 PM0309 “Aprovisionamiento y devolución de equipamiento”, PM0310 “Aprovisionamiento de materiales”, PM0311 “Gestión de transporte de

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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 de analizadores automáticos de gases”**, PM0309-F10 **“Verificación de equipos - componente aire (GRIMM)”** y PM0309-F11 **“Verificación de equipos - componente aire (PALAS)”**, ejecutado por la UF-OTEC **o personal autorizado**. Esto se realiza en dos (2) momentos: previo a la salida a campo y en la devolución del equipamiento, conforme al procedimiento PM0309 **“Aprovisionamiento y devolución de equipamiento”**
- Para la verificación de los equipos de calidad de aire gases (SO₂, CO y NO₂) y material particulado (PM10, PM2.5) se realiza por la UF-OTEC o personal autorizado.**
- La verificación intermedia se realiza según los instructivos I-DEAM-PM0309-10 “Instructivo de verificación de analizadores de gases (SO₂, NO_x, CO), I-DEAM-PM0309-11 “Instructivo de uso y verificación operacional Grimm” y I-DEAM-PM0309-21 “Instructivo de verificación de monitor de partículas modelo FIDAS SMART 100E-Palas”, registrando en los formatos PM0309-F07 “Verificación de analizadores automáticos de gases”, PM0309-F10 “Verificación de equipos - componente aire (GRIMM)” y PM0309-F11 “Verificación de equipos - componente aire (PALAS)”**
- Cuando la verificación de los equipos es realizada por los operadores de ensayo de calidad de aire, la conformidad es otorgada por el responsable técnico y/o gestor de ensayos. En caso de que el gestor de ensayo de calidad de aire realice la verificación de los equipos, la conformidad será otorgada por el responsable técnico de calidad de aire.**
- 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:

- a. La ubicación y georreferenciación de los puntos de muestreo,

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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.

- b. 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 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.*

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

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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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 PM10 y PM2.5 modelo EDM 180- GRIMM..
I-DEAM-PM0313-28	Instructivo del Sistema Automático de Medida para PM10 y PM2.5 modelo FIDAS SMART 100E- PALAS.
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-PM0313-36	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	Mayor o igual a 2,5 veces la diferencia de las	Se consideran obstáculos a cualquier barrera física

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Características	Criterios técnicos	Otros aspectos por considerar
más altos que el equipo de monitoreo.	alturas (altura del obstáculo - altura de la entrada de la muestra).	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 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 asegurarse 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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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.
- 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.

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

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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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 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.

$\bar{M}$: 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

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: 03
		Fecha: 11/06/2025

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”.

2.5. 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:



En la segunda etapa, la molécula excitada de SO₂^{*}, retorna a su estado de base inicial, emitiendo un fotón de energía $h\nu$ como la siguiente reacción:

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025



Posteriormente la intensidad de la radiación fluorescente es proporcional al número de moléculas de SO₂ en el volumen de detección, y es, por tanto, proporcional a la concentración molar de SO₂.

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

Donde:

- I: Intensidad de la radiación fluorescente;
- K: factor de proporcionalidad;
- [SO₂]: concentración molar de SO₂

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 (NO₂) – Método de quimioluminiscencia

El principio de medición consiste en hacer reaccionar el NO de la muestra con el O₃ generado por el equipo. De esta manera, se forman moléculas de NO₂ 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 NO₂. Por esa razón, es necesario realizar luego el siguiente procedimiento complementario:

- La muestra de aire que contiene NO_x (NO₂ + NO), ingresa al equipo y pasa por un convertidor de molibdeno, el cual reduce el NO₂ 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 NO₂ 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.
- Posteriormente, para la determinación del NO₂, el analizador procede a calcular la diferencia aritmética del NO (identificado con el procedimiento inicial) y el NO_x (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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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: 03
		Fecha: 11/06/2025

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 **ensayos de calidad de aire** 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 de analizadores automáticos de gases”, ejecutado por la UF-OTEC .
- El mantenimiento preventivo y correctivo es ejecutado por la UF-OTEC de acuerdo al procedimiento PM0312 Gestión de mantenimiento y calibración de equipamiento.
- La verificación, ajuste del analizador, así como las configuraciones necesarias, son ejecutados por UF-OTEC o personal autorizado y se registra en el formato PM0309-F07 “Verificación de analizadores automáticos de gases”.**
- El Gestor de ensayos 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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

2.2. Descripción del equipo

El Analizador consta de las siguientes partes y equipos:

Figura 1. Partes del Analizador Automático (Vista posterior)

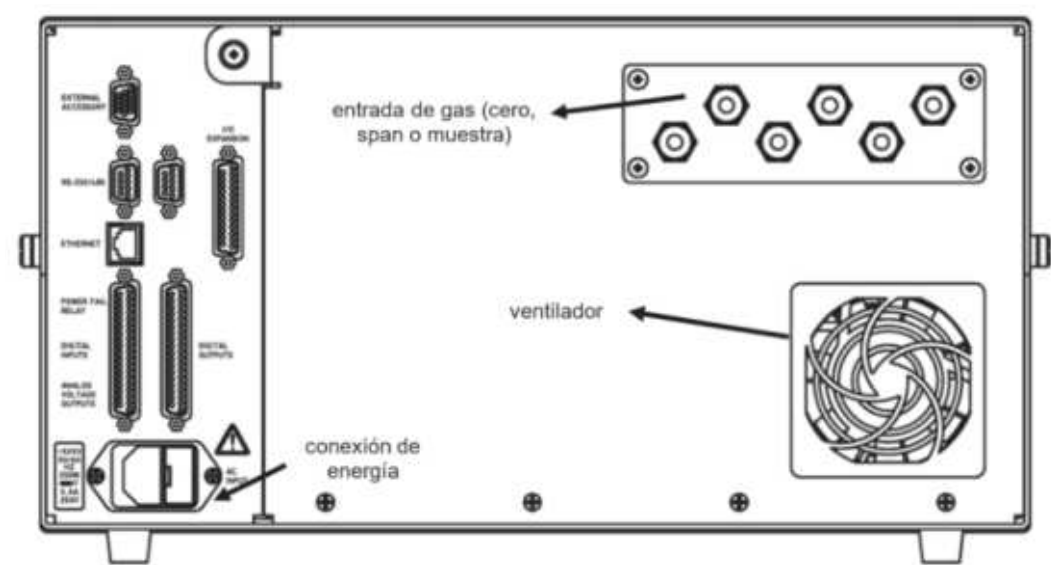
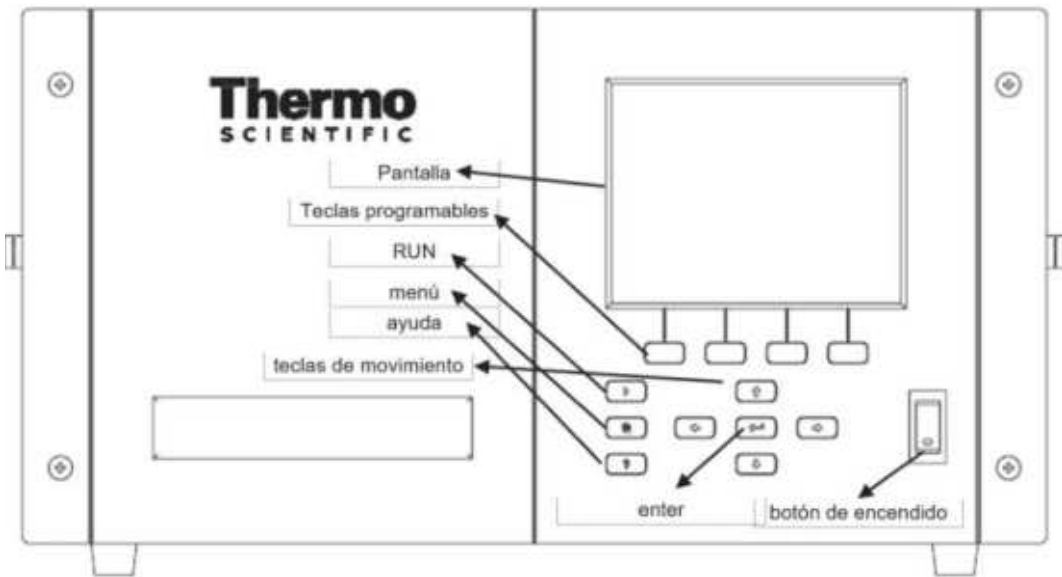


Figura 2. Partes del Analizador Automático (Vista frontal)



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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: 03
		Fecha: 11/06/2025

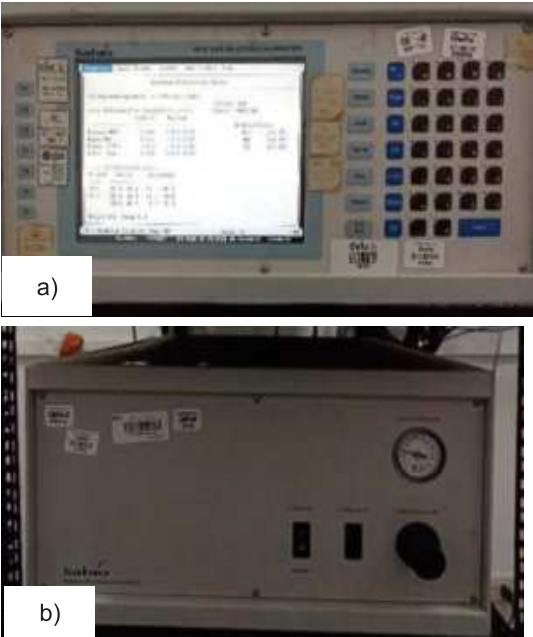


Figura 5. Partes del balón de gas patrón



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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025



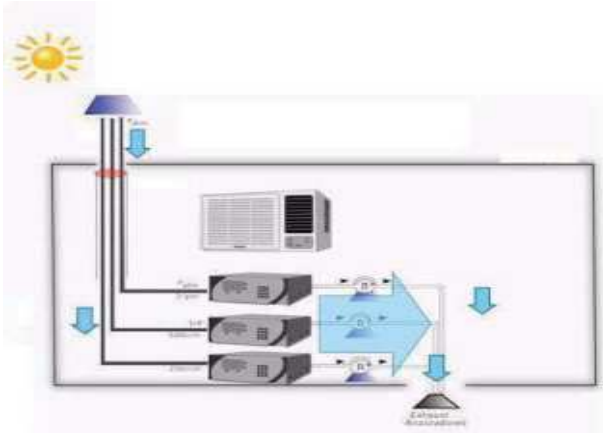
Figura 7. Termohigrómetro - VAISALA



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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	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 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.
h.	<i>Encender la chaqueta de calefacción del Manifold a 25°C y verificar la temperatura con una termocupla, al inicio y fin de la verificación operacional del equipo con un criterio de aceptación de $\pm 3.0^{\circ}\text{C}$ y registrar en el formato PM0309-F07 "Verificación de analizadores automáticos de gases".</i>
2.3.2	Configuración 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 autoría de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml>

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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
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

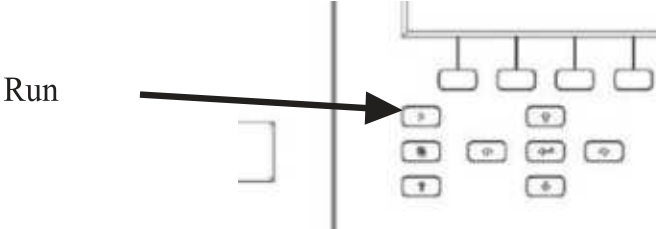
	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	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 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 ().   <i>Nota.</i> 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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	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.
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),

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	( ) 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 ().

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>

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	
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 ().

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>

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	 
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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	- Flujo - Temperatura interna - Velocidad - Voltaje BIAS - Intensidad (frecuencia) - Temperatura de cámara

2.4. Sistema de verificación remota y sistema de verificación in situ

2.4.1 Verificación remota.

Conectar remotamente a la PC industrial de las estaciones fijas de monitoreo de calidad de aire a través del Software Anydesk o Chrome Remote Desktop.

El operador de ensayos se conecta remotamente al analizador mediante el software ePort para la manipulación del equipo y la verificación del estado de parámetros operacionales.

Para la verificación remota no aplica el check de verificación de fuga, flujo, lecturas del manómetro del cilindro patrón y verificación de fuga en el cilindro gas patrón de tallado en el formato PM0309-F07 “Verificación de analizadores automáticos de gases”

El operador de ensayos mediante el software Envidas Viewer puede manipular el encendido del generador de aire zero y la electroválvula del gas patrón monóxido de carbono (CO) para la inyección del gas zero o patrón al analizador a verificar.

El operador de ensayos mediante el software ePort operará remotamente el dilutor/calibrador para la verificación del zero y span del analizador monóxido de carbono (CO). Estas verificación es registrada en el formato PM0309-F07 “Verificación de analizadores automáticos de gases” y tener en consideración todos los requisitos del Item 2.5 descritos en este instructivo.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

2.4.2 Verificación In situ.

Para la verificación In Situ se realiza la verificación de fuga del analizador, flujo, lecturas del manómetro del cilindro de gas patrón y la verificación de fuga en el cilindro de gas patrón. Esta verificación es registrada en formato PM0309-F07 “Verificación de analizadores automáticos de gases” y tener en consideración todos los requisitos del ítem 2.5 descritos en este instructivo.

2.5. 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.

Para la verificación operacional (verificación y ajuste) del analizador automático de gases de Monóxido de carbono (CO), con materiales de referencia de lotes diferentes.

2.5.1	Verificación del estado de parámetros operacionales
a.	Luego de haber transcurrido los 120 minutos de estabilización como mínimo, registrar en el formato PM0309-F07 “Verificación de analizadores automáticos 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”.
2.5.2	Verificación prueba de fuga

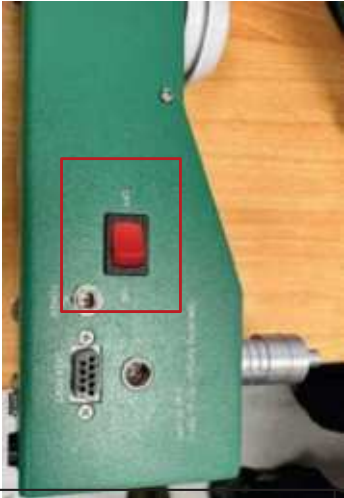
	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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.  
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 ”.
2.5.3	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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	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.

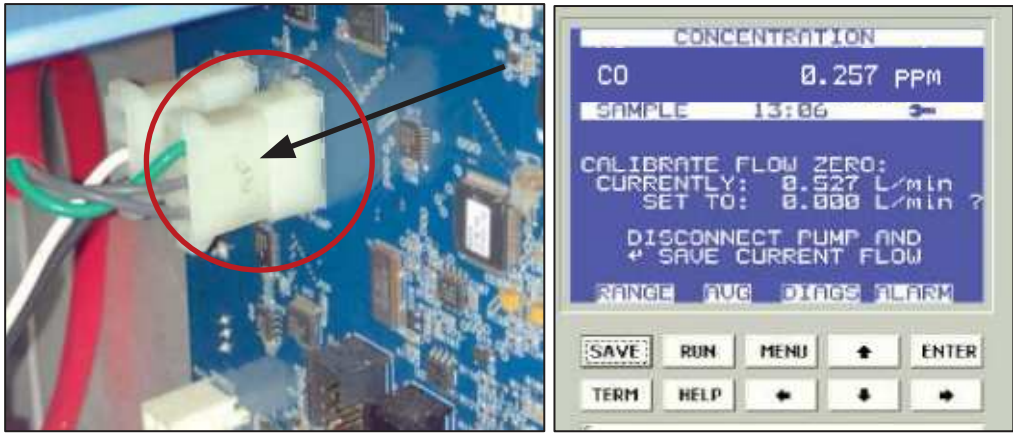
 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

			
	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).		

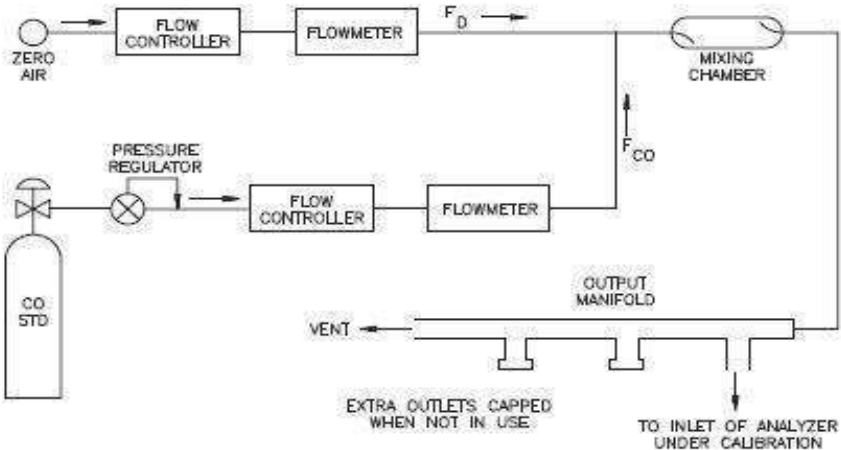
	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	  <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%.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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 .
2.5.4	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 se estabilice y verificar posteriormente que este dentro del criterio de aceptación de ± 4.1 % (error relativo).

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	
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 .
2.5.5	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).

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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	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.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:

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>

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	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.
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.
2.5.6	Verificación de aire cero

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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.
2.5.7	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.
2.5.8	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.

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>

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	 
c.	Si la lectura en el analizador se encuentra dentro del $\pm 3.0\%$ del error relativo del rango, entonces la prueba será aceptable.
2.5.9	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.  
b.	Si la lectura en el analizador se encuentra dentro del $\pm 2.1\%$ del error relativo del rango, entonces la prueba será aceptable.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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.
2.5.10	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.
2.5.11	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

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: 03
		Fecha: 11/06/2025

	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: $\text{Cálculo del tiempo de residencia} = \frac{3.14(Di^2) \times Longitud \times 0.015}{Flujo}$ <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.
2.5.12	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

⁴ 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: 03
		Fecha: 11/06/2025

	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”

2.6. Puesta en funcionamiento

2.6.1	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.

2.7. Descarga de datos

2.7.1	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”.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	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 “Instrument” del menú principal y luego “Load records”. 
e.	Luego seleccionar el periodo o la cantidad de datos que necesitar descargar, y presionar “Ok”

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>

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	 
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.

2.8. 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.

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

2.8.1	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).

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

c.	Volver a enroscar y asegurar el porta filtro, y lo reinstalar como estaba inicialmente.
2.8.2	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.
2.8.3	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.	

2.9. 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: 03
			Fecha: 11/06/2025

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.
Temperatura de Manifold	1. <i>Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo.</i> 2. <i>Mensualmente o cuando amerite, luego de instalado el equipo.</i>	25 °C ± 3.0°C	N.A.	<i>Manual del fabricante</i>
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 ±20% del flujo inicial.	± 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	± 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			

I-DEAM-PM0313-26

Versión: 03

Fecha de aprobación: 11/06/2025

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: 03
			Fecha: 11/06/2025

Variable	Frecuencia	Criterio de aceptación*		C.A. del Método / Norma / Manual
		Verificación	Ajuste	
Span	CO	1. Al inicio de la operación de la estación y después de cada periodo de muestreo. 2. Diario (si se usa continuamente)		Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM. (verificación) NTP ISO 7996:2019 (Ajuste)
	NO 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.	
	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.	
	CO	± 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.	
Verificación Multipunto	CO, NO ₂ , SO ₂	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	N.A.	NTP-ISO 7996:2019 Aire ambiental. Determinación de la

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Variable	Frecuencia	Criterio de aceptación*		C.A. del Método / Norma / Manual
		Verificación	Ajuste	
	monitoreo. 2. Anualmente, antes de la calibración. 3. Después de un mantenimiento correctivo.			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. 03
		Fecha. 11/06/2025

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

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.

- a. 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.
- 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-F10 Verificación de equipos - componente aire (GRIMM), 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. **La verificación, ajuste del analizador, así como las configuraciones necesarias, son ejecutados por UF-OTEC o personal autorizado y se registra en el formato PM0309-F10 Verificación de equipos - componente aire (GRIMM).**
- e. El Gestor de ensayos 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. 03
		Fecha. 11/06/2025

- f. 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.

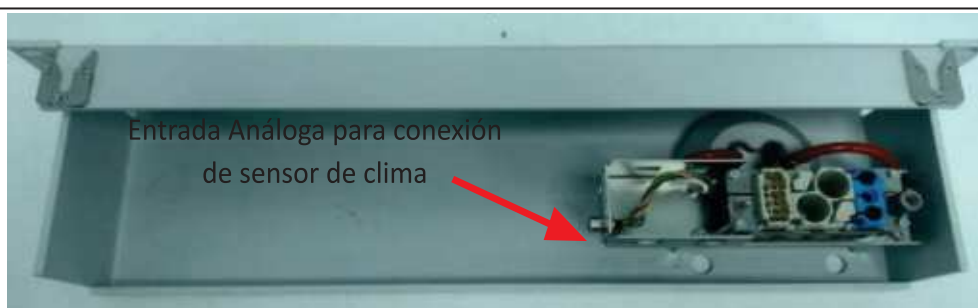
2.2. Descripción del equipo

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

Figura 1. Monitor de material particulado para montaje en rack



Figura 2. Soporte para tubo de muestreo



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025



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



Figura 4. Cabezal de muestreo EDM 180



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

2.3. Instalación del equipo

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

- 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.
- 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.



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

- 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.

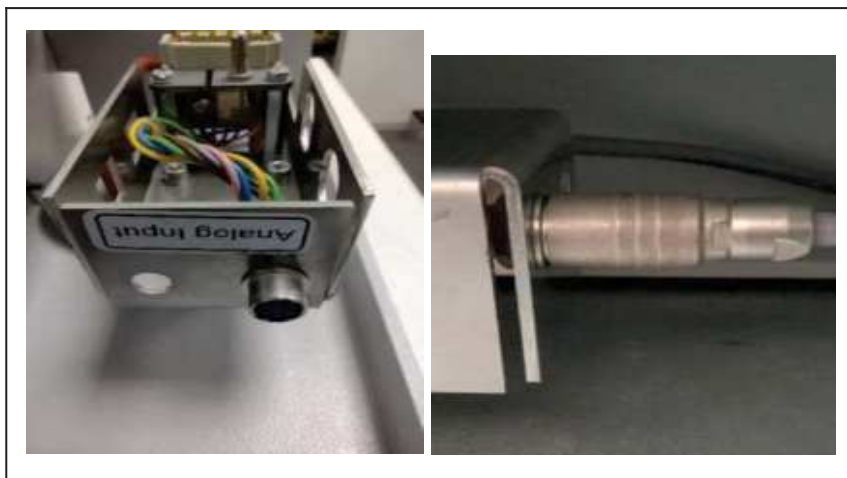
Nota. Al hacer la conexión no girar, solo realizar un poco de presión.

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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025



2.3.2. Instalación de Monitor de Partículas

- Colocar el monitor dentro del shelter en el rack y subirlo hasta ubicarlo debajo del soporte del tubo de muestreo.
- 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.
- Alinear suavemente el tubo de muestra a la entrada de la cámara de análisis.

Figura 10. Monitor y Soporte instalado en Rack 19"



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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025



- 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 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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

- 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.

Figura 16. Equipo encendido con secuencia de AutoTest satisfactoria



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

- 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.
- 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

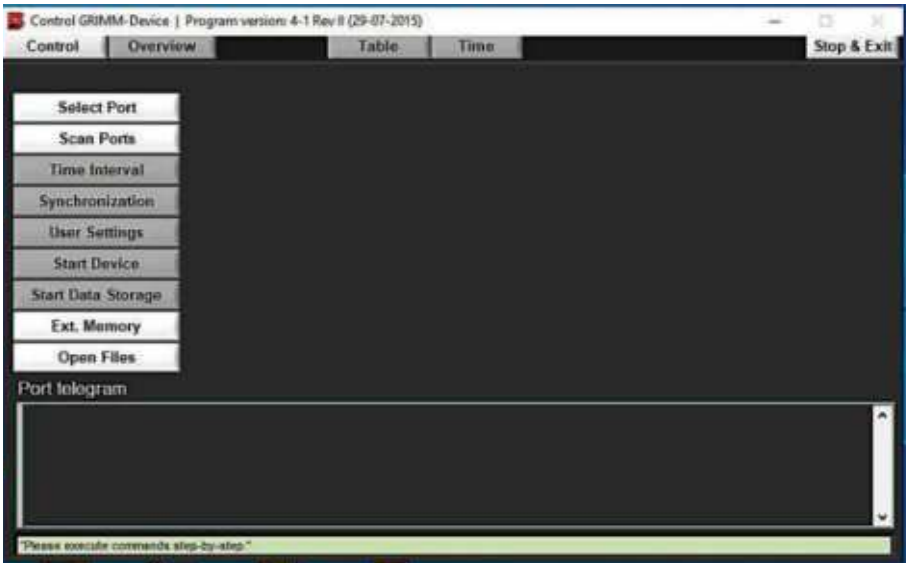
- a) La configuración del SAM es ejecutada por la UF-OTEC; en caso amerite, realizar la configuración del intervalo de registro de datos del muestreo ejecutando el software 1178 Control Grimm Device, normalmente nombrado “Spectrometer_V4-1” con la versión más actual.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025



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.



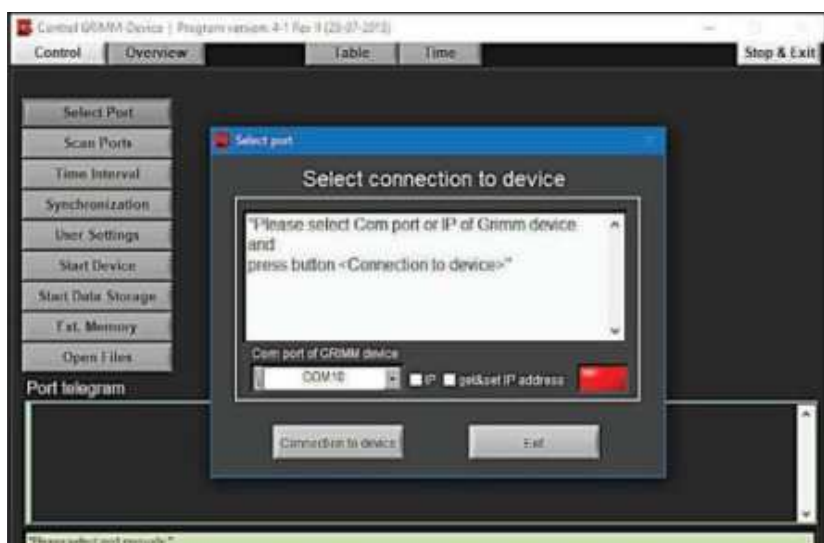
d) Para lograr una comunicación entre el software y el Monitor de Partículas hay dos (2) opciones que a continuación se detallarán.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

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.

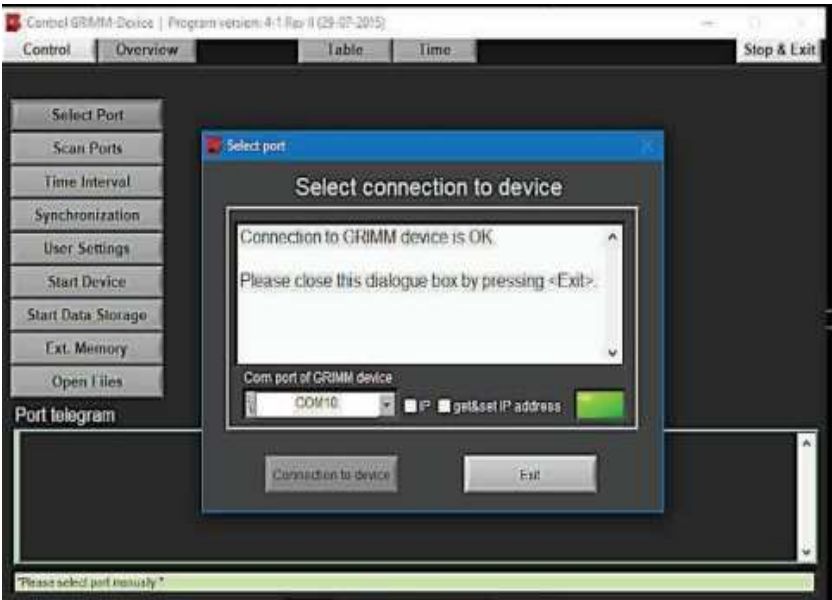
Figura 21. Confirmación de selección del puerto de conexión

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025



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

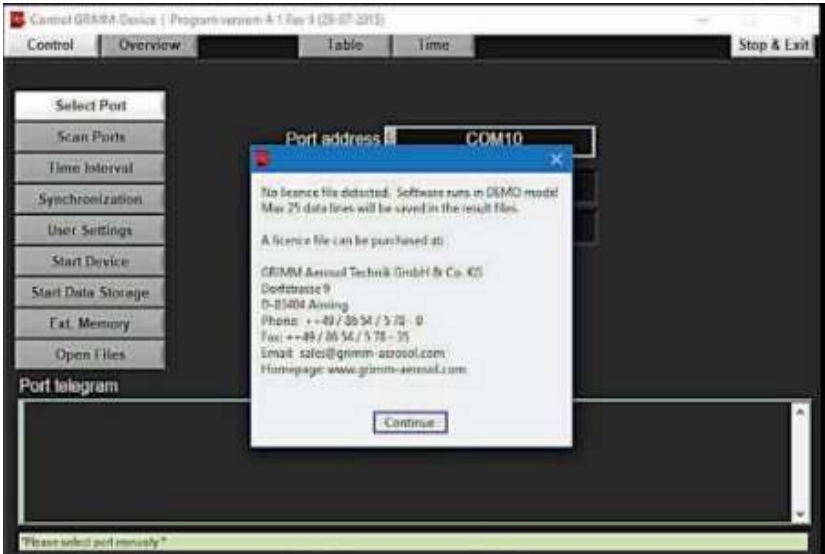
Figura 22. Selección de puerto Satisfactoria.



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

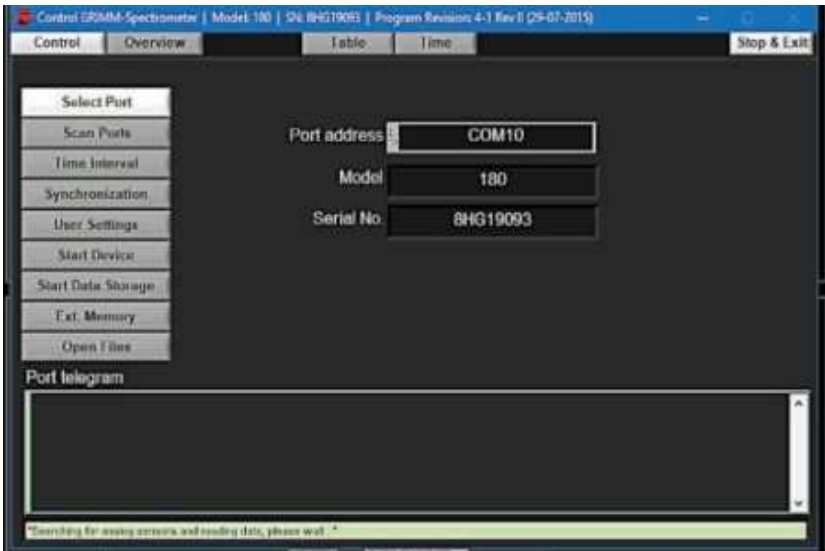
Figura 23. Ventana informativa posterior a la selección del puerto.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025



- 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.

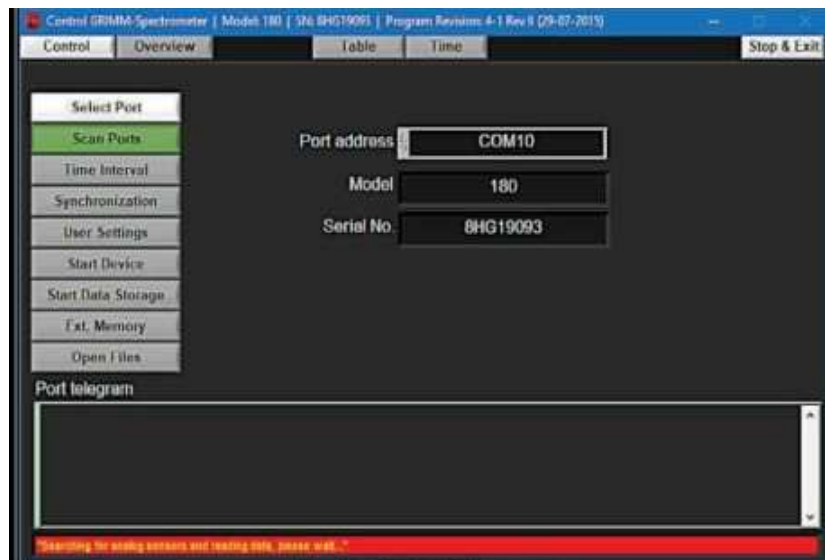
Figura 24. Conexión en proceso.



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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

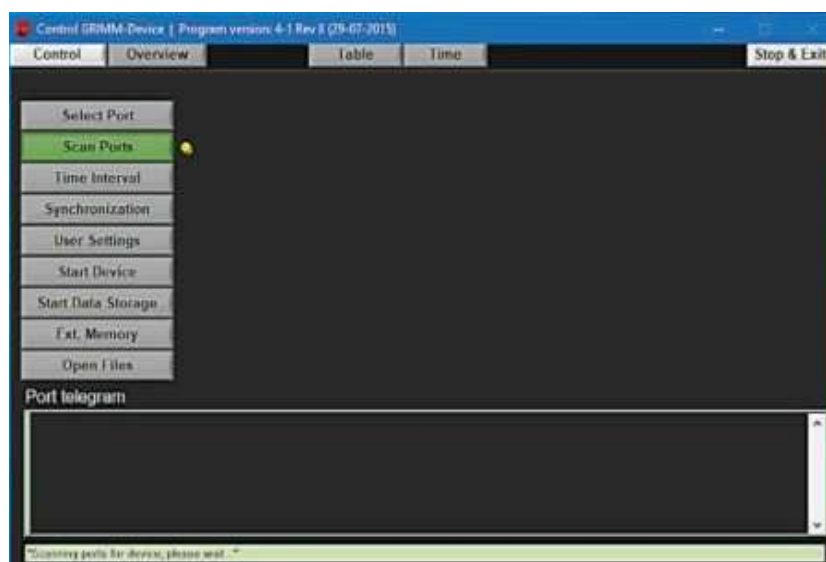
Figura 25. Conexión satisfactoria.



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.

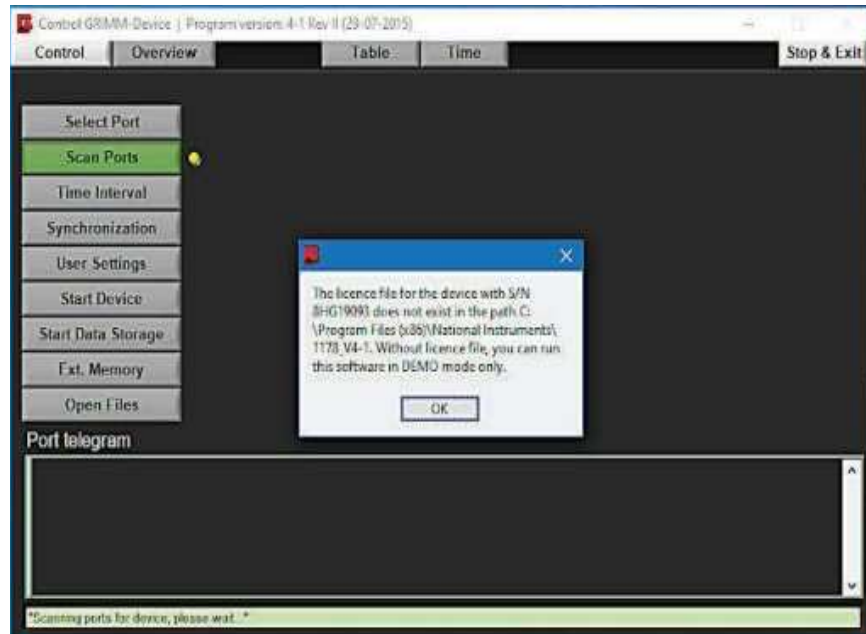
Figura 26. Opción Scan Ports



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

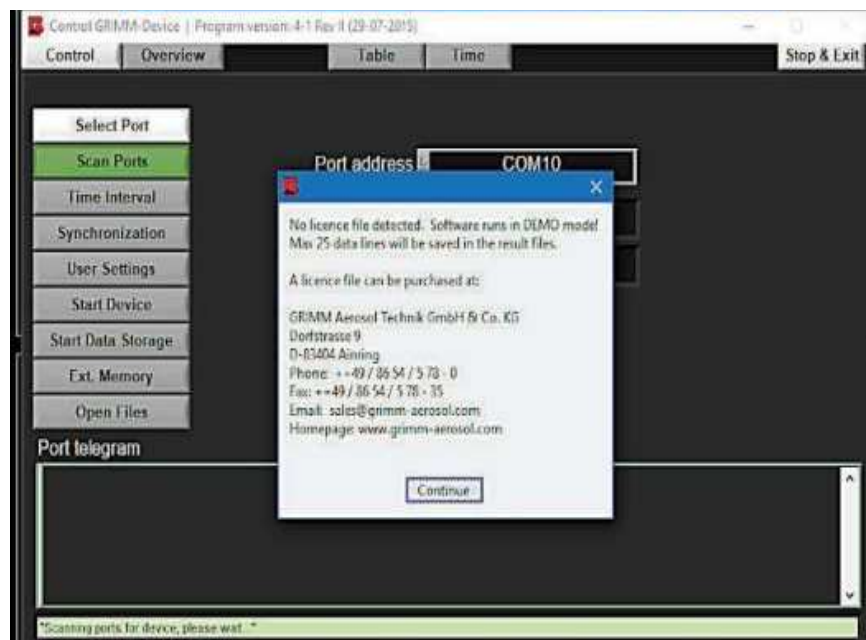
Figura 27. Confirmación de la opción Scan Ports.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025



- 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.

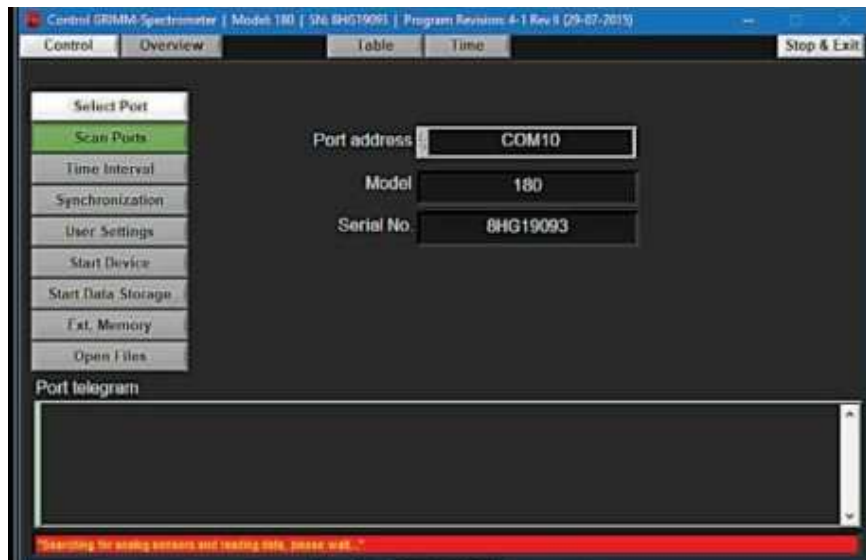


- d) A continuación, en la parte inferior aparecerá un mensaje con luz parpadeante que indica que el software está buscando sensores

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

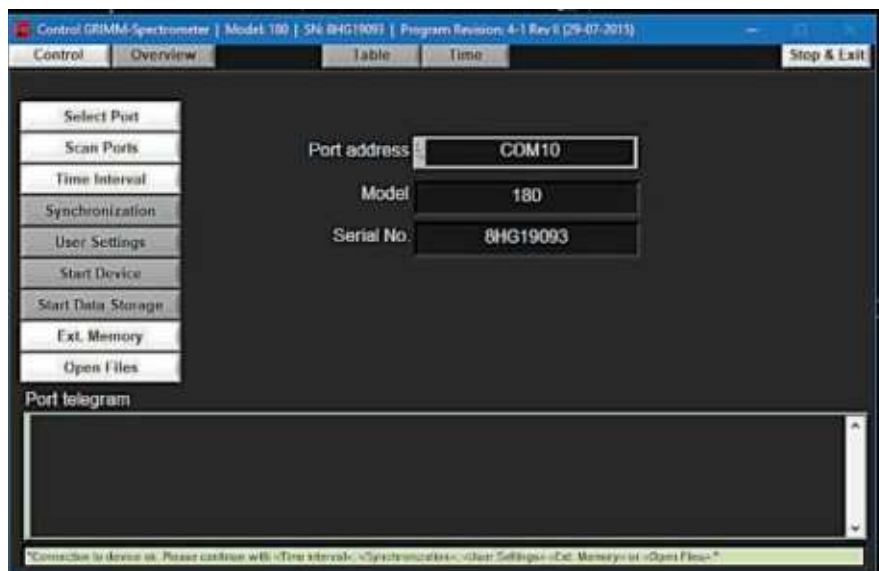
de conexión análoga conectados y está leyendo data. Esperar a que termine el escaneo.

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.

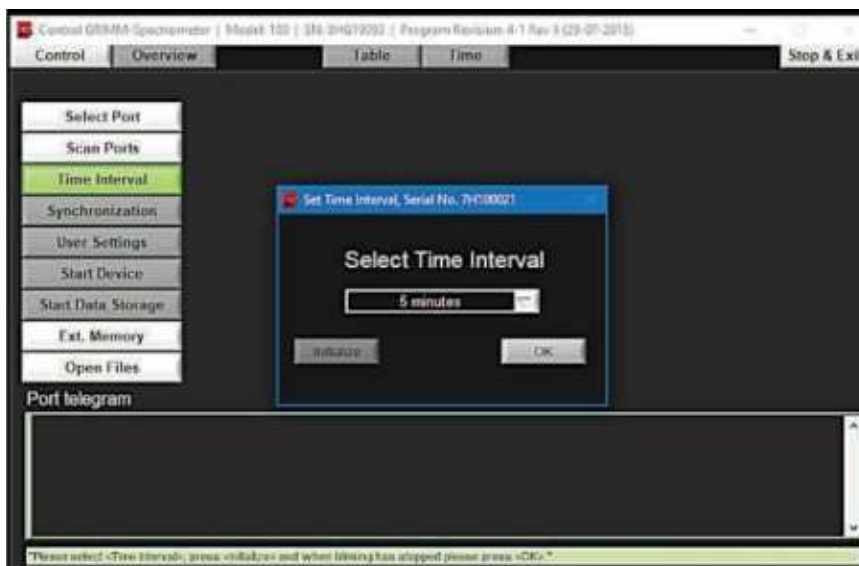


- f) Al completar la conexión, presionamos la opción de “Time Interval” para elegir o verificar el tiempo de almacenamiento de data en la memoria del Monitor de Partículas. Si es necesario, actualizar el

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

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)

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

- 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. *Para la verificación operacional másica de material particulado PM₁₀ y PM_{2.5} se realiza la verificación con material de referencia*

2.5.3. 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

⁵ Link. <https://forms.gle/RQgHkX96pCCdysFEA> (Para ingresar solicitar el usuario al responsable Técnico de Calidad de Aire)

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

- b) **Encendido en rojo.** Falla
- 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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

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.

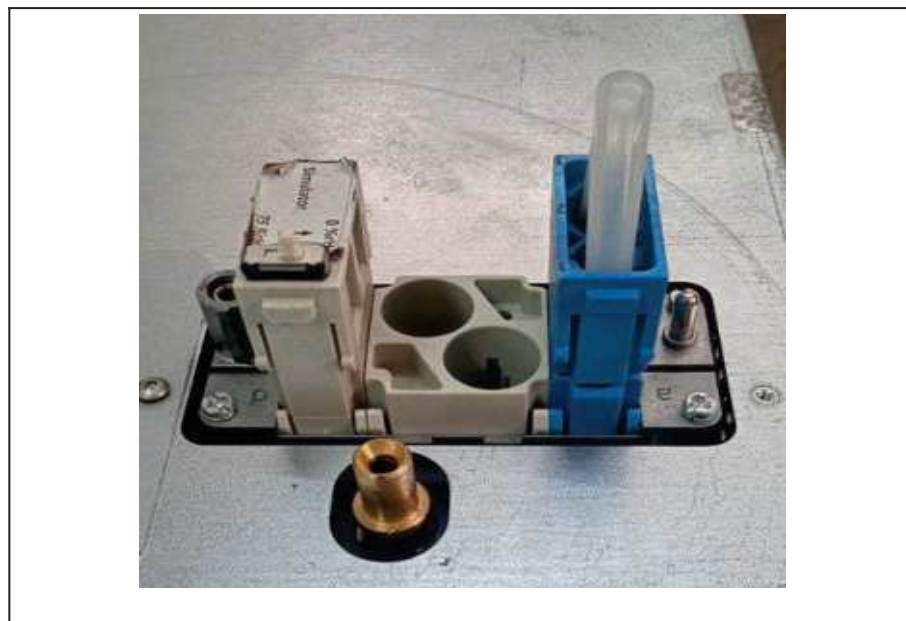
Figura 33. Ascenso de manija para sellado de sistema



- 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. 03
		Fecha. 11/06/2025



2.7.2. Conexión física entre Monitor de Partículas y PC

- 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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025



Puerto Delantero

Puerto Posterior

2.7.3. Verificación de Bomba de secado

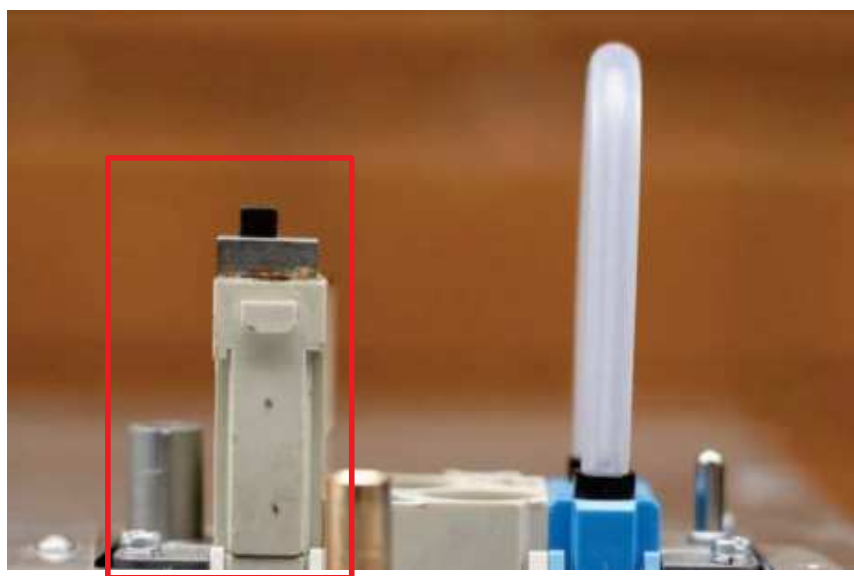
- Esta prueba se realiza para verificar el correcto funcionamiento del sistema de control de encendido y parada de la bomba deshumedecedora o secado del monitor de partículas. En teoría la bomba se debe encender cuando la humedad relativa es mayor a 55%.
- Colocar el simulador de humedad y el puente 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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

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.

- d) 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.
- e) Coloque la perilla en posición 0% y espere, la bomba se debe apagar en unos segundos.

Figura 36. Simulador de Humedad Relativa (izquierda)



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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025



- 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

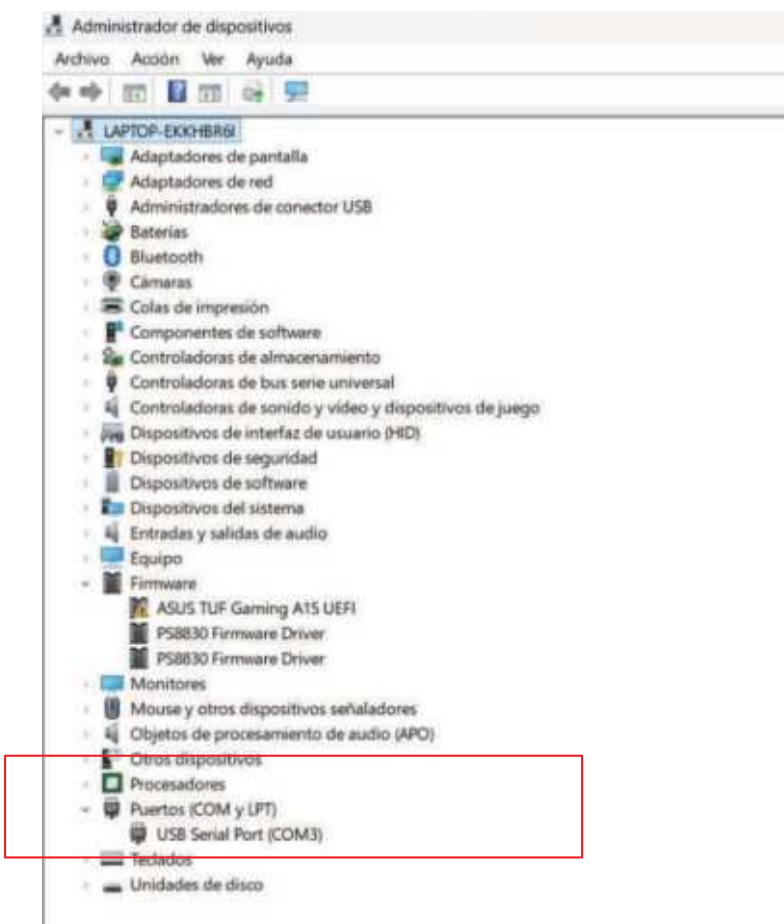


- c) Para saber qué puerto COM se encuentra activado en la PC, en el caso de tener Windows, se acude a la opción **Administrador de Dispositivos** y para ello, en el cuadro de búsqueda de la barra de tareas ubicado en la parte inferior izquierda, escribe administrador de dispositivos y luego selecciona Administrador de dispositivos en el menú. Luego busca **Puertos (COM y LPT)**, desglosar las opciones y

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

podrás ver el puerto COM que normalmente aparece con un nombre relacionado a USB-Serial y entre paréntesis el número del puerto creado.

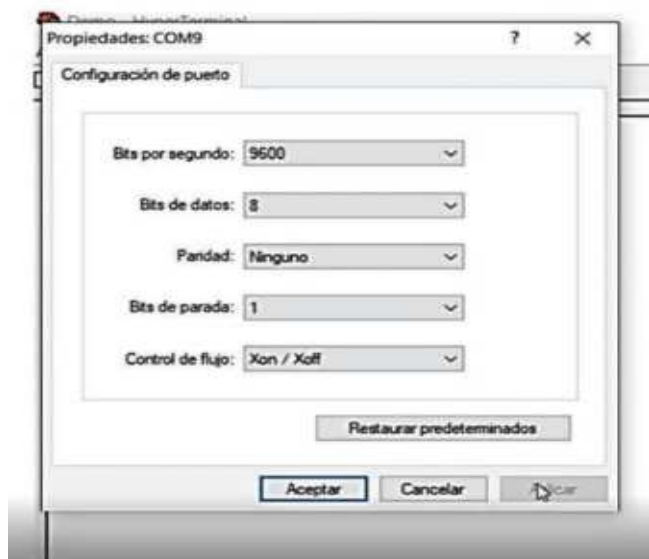
Figura 39. Configuración del puerto COM en Administrador de Dispositivos de la laptop



- 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.

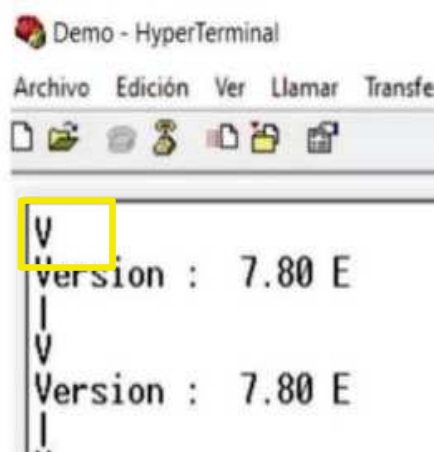
Figura 40. Configuración del puerto COM en el software Hyperterminal

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025



- 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



- 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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

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 In: 43.3 %

```

- 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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025



- 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

- 2.8.1. 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”.
- 2.8.2. 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 tiempo menor a treinta (30) segundos hasta que aparezca el siguiente mensaje “**Air Pump Problem Current Too High**”.
- 2.8.3. El mensaje puede ser como el que se muestra, pero puede variar dependiendo de las versiones del firmware del monitor.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

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



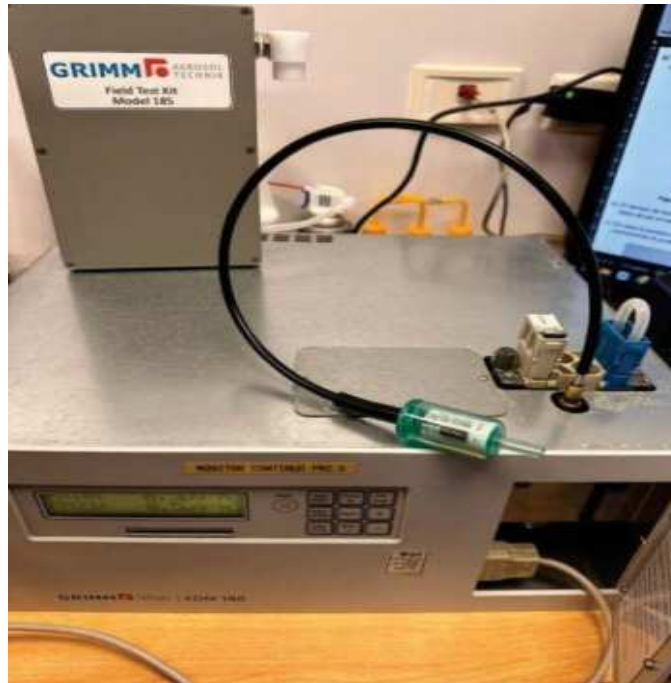
- 2.8.4. Una vez que aparezca el mensaje **“Air Pump Problem Current Too High”**, quitar lentamente la obstrucción y restablecer el flujo normal de aire, luego presionar el botón “Stand-by” y apagar el equipo.
- 2.8.5. Volver a encenderlo para observar que el equipo no presente ninguna alarma.
- 2.8.6. 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. 03
		Fecha. 11/06/2025

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 PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

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.

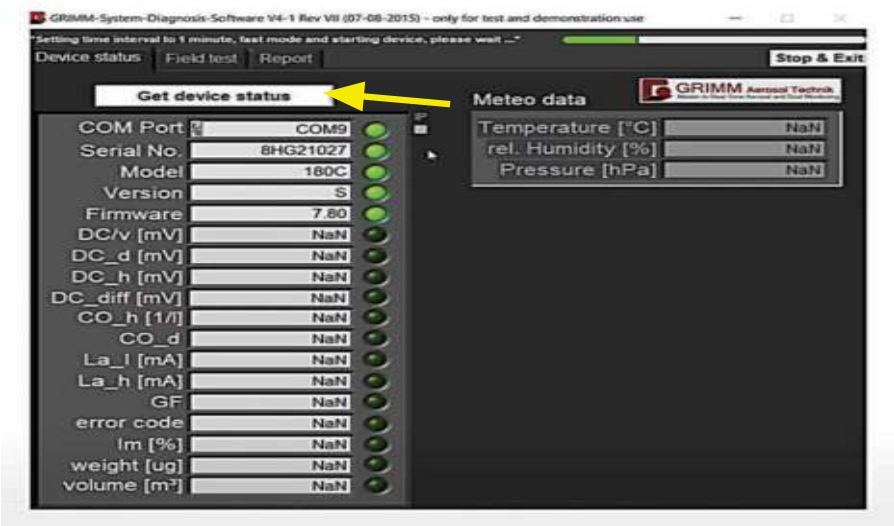
Figura 50. Programa System Diagnostics Software



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

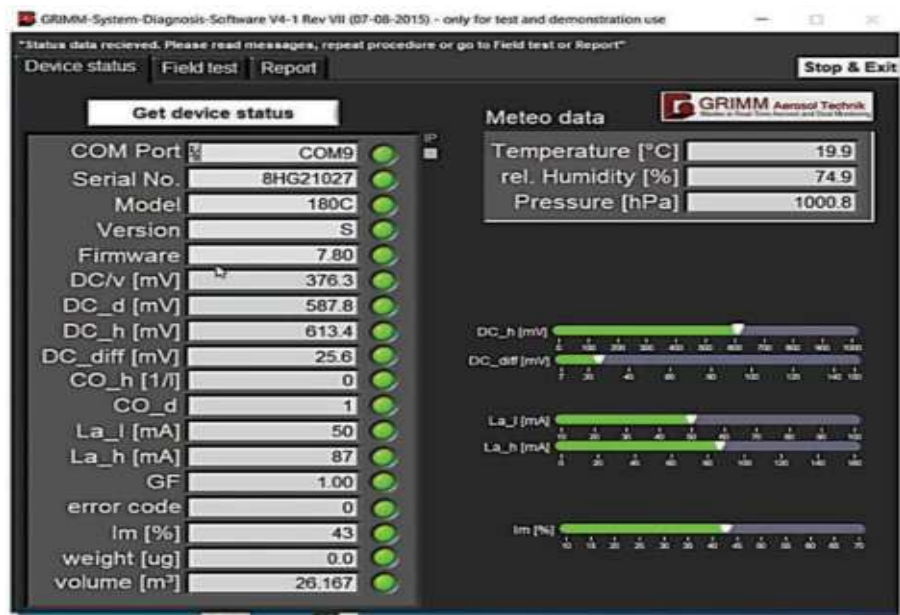
- c) Luego dar click en el botón **“Get device status”** y esperar a que termine el proceso de evaluación general sobre el estado del equipo aproximadamente de tres (3) a cinco (5) minutos.

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



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

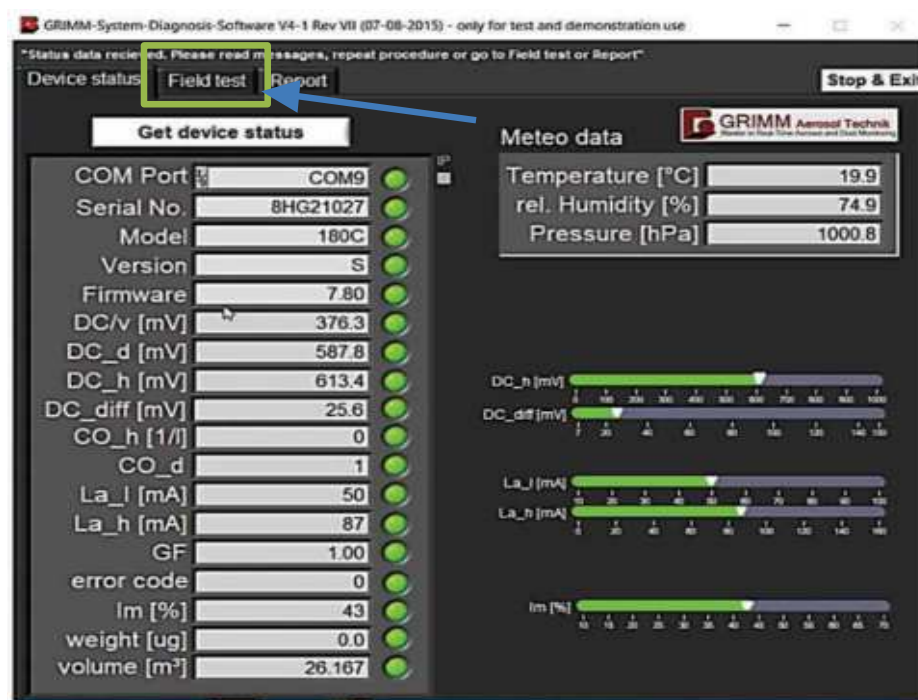
Nota. Si aparece una luz amarilla parpadeante, (aviso preventivo), el SAM puede seguir operando.



- 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.

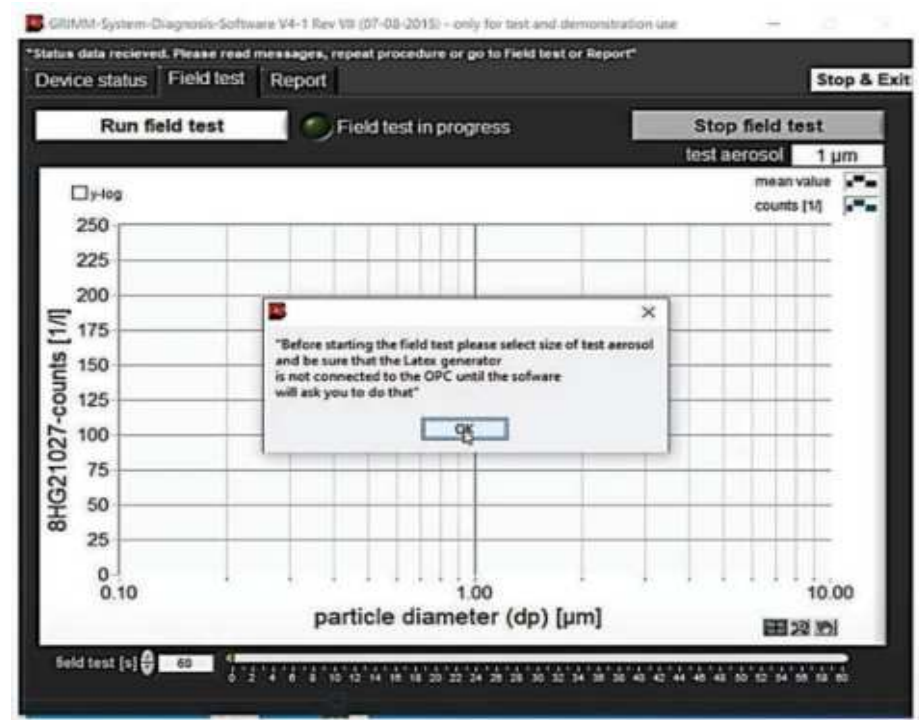
Figura 53. Selección del “Field Test”



- 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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

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. 03
		Fecha. 11/06/2025

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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025



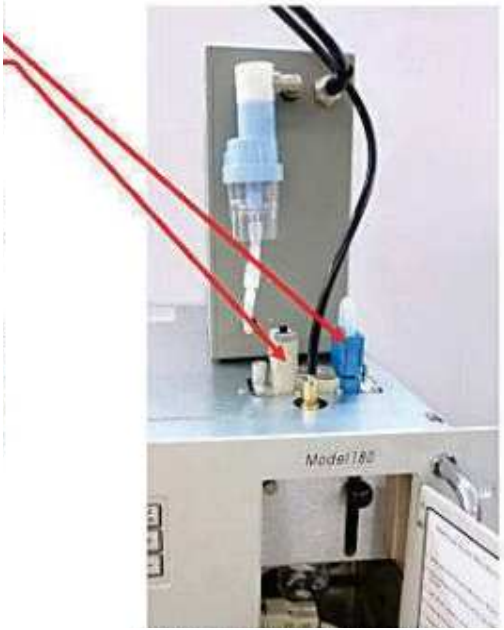
- c) Coloque el FTK 185 al lado o encima del monitor de partículas.
- d) Conecte la manguera de color negro en el socket (ingreso) del atomizador como se muestra.

Figura 59. Conexión de manguera color negro en FTK 185



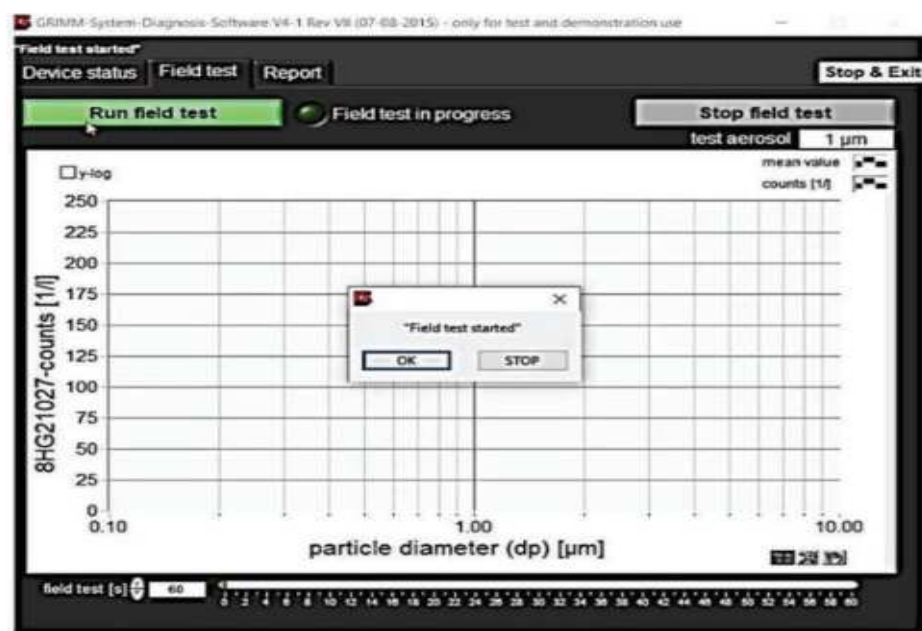
Figura 60. Últimas revisiones antes del inicio del Test de Span dust

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

Puente Neumático	
Simulador de humedad y temperatura	
Conecte el puente neumático azul (solo en dispositivos con secado de Nafion) y el simulador de humedad al socket (ingreso) de conexión en el monitor de partículas. En el monitor de partículas asegúrese de tener la manija de cabeza negra en la posición superior, como se muestra en la foto.	

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.

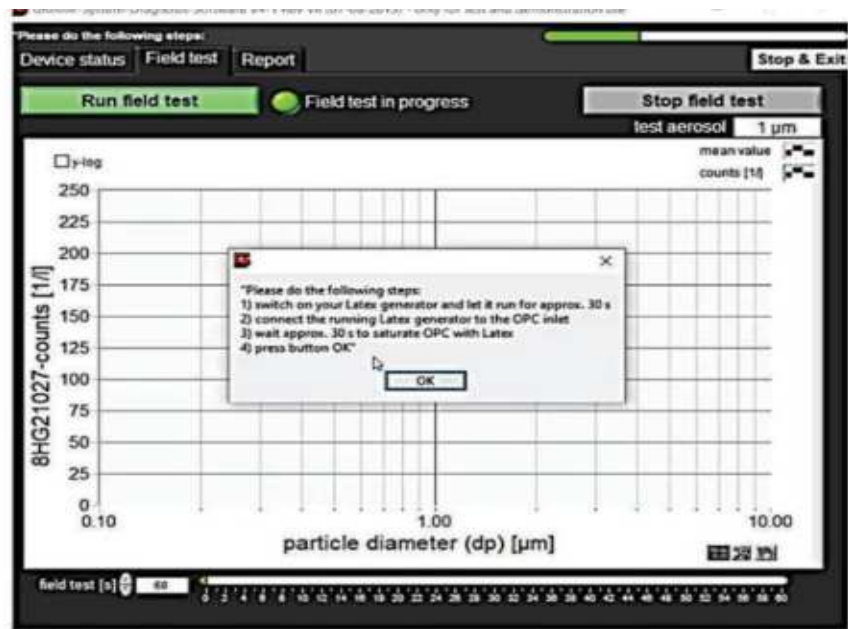
Figura 61. Inicio del “Fiel Test”



2.10.10. Esperar hasta que nos indique los pasos a seguir tal como se muestra en la imagen.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

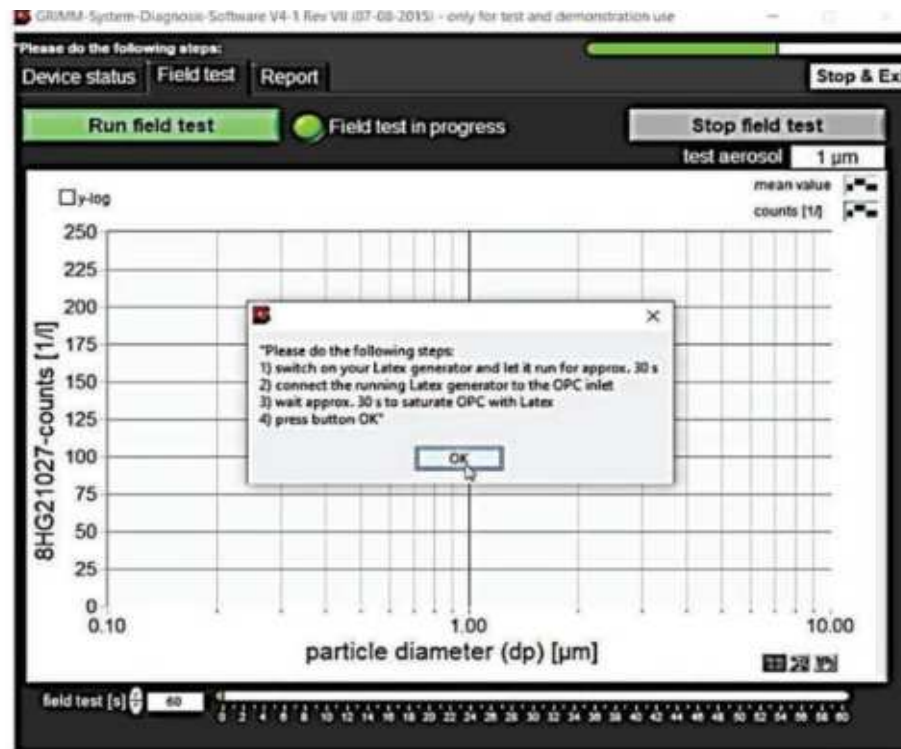
Figura 62. Proceso para la verificación con el “Field Test”



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”

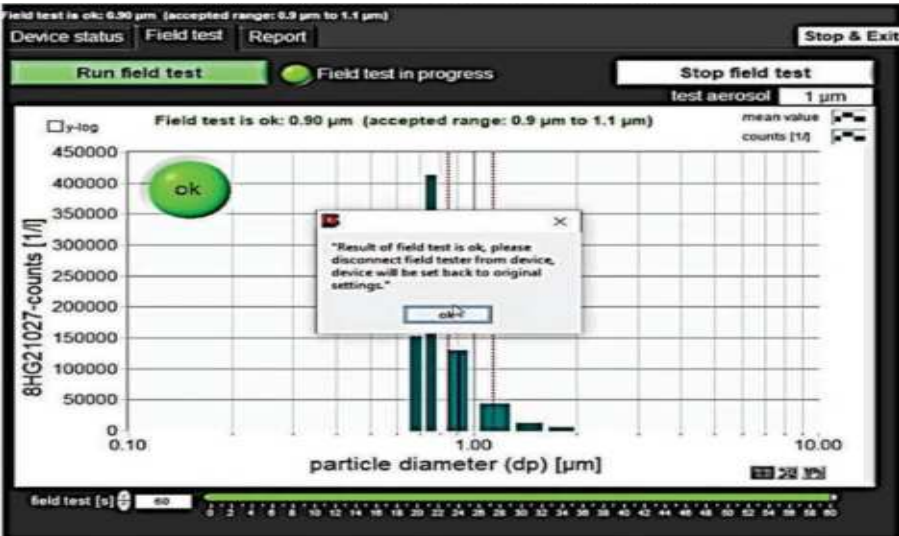
	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025



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 $\pm 0.15 \mu\text{m}$, 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.

Figura 64. Prueba satisfactoria de la verificación con el “Field Test”

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

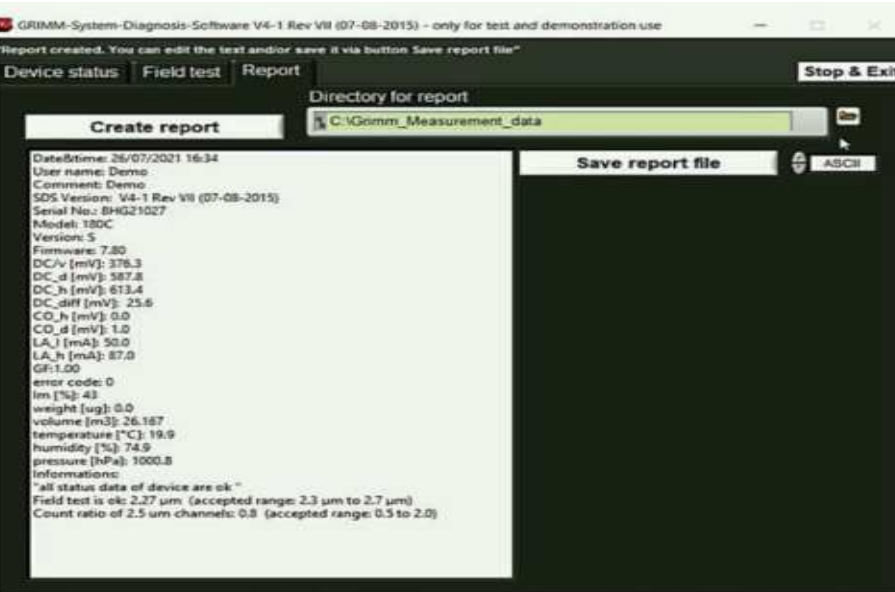


2.10.13. Crear el reporte para verificación 1µm seleccionando en la pestaña Report. A continuación, a la derecha seleccionar el formato del documento que se generará automáticamente, puede ser ASCII, Word o HTML. Una vez seleccionado el formato deseado dar click en el botón “Create Report” y luego “Save 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



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

2.11. Consideraciones finales

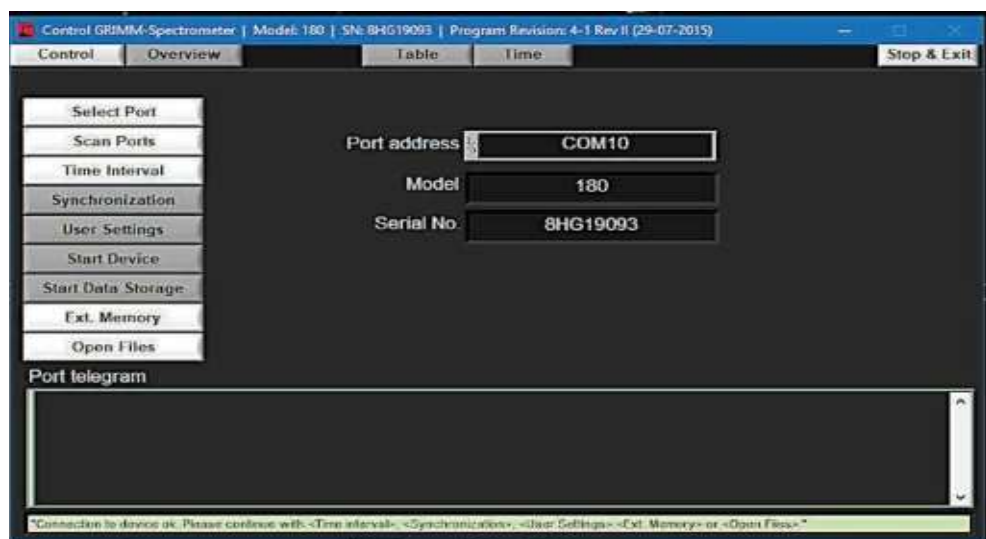
- a. Al finalizar cada una de las verificaciones y ajustes se debe de registrar los datos en el Formato PM0309-F10 Verificación de equipos - componente aire (GRIMM).
- b. Luego de culminar el registro subir la documentación al registro PM0313-F34 “Bitácora de calidad ambiental de aire” ingresando en la siguiente ruta: <https://desarrollo.oefa.gob.pe/deam/stec/bitacora02/> , 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”

	FICHA DE PROCEDIMIENTO		Código. PM0313
			Versión. 03
			Fecha. 11/06/2025

2.12. Descarga de data

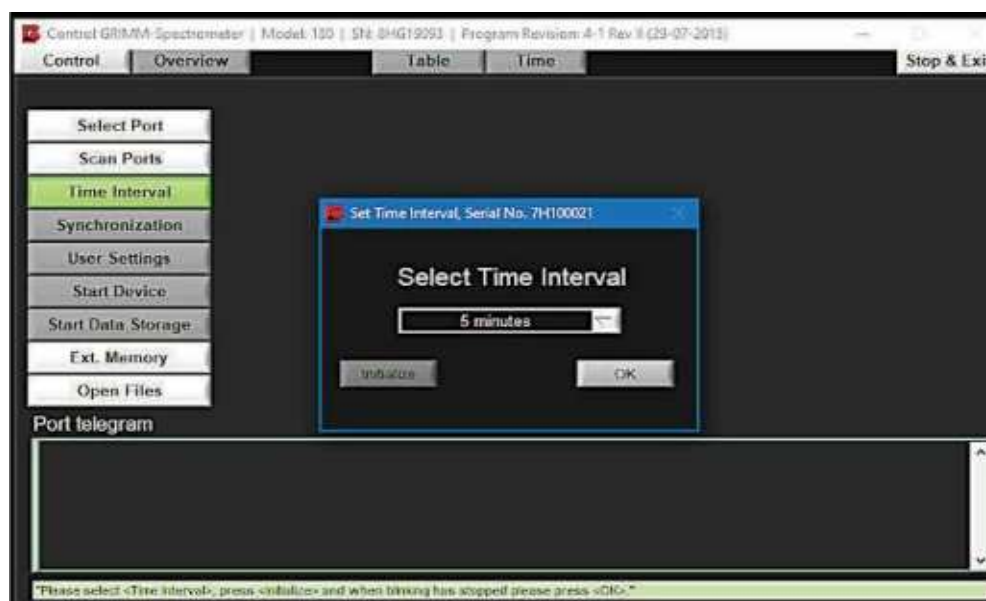
- a) Para realizar una descarga manual de la data de la memoria del equipo se debe de iniciar con los siguientes pasos precisados en el ítem 2.3.4 Configuración de intervalos de registros de medición.

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.

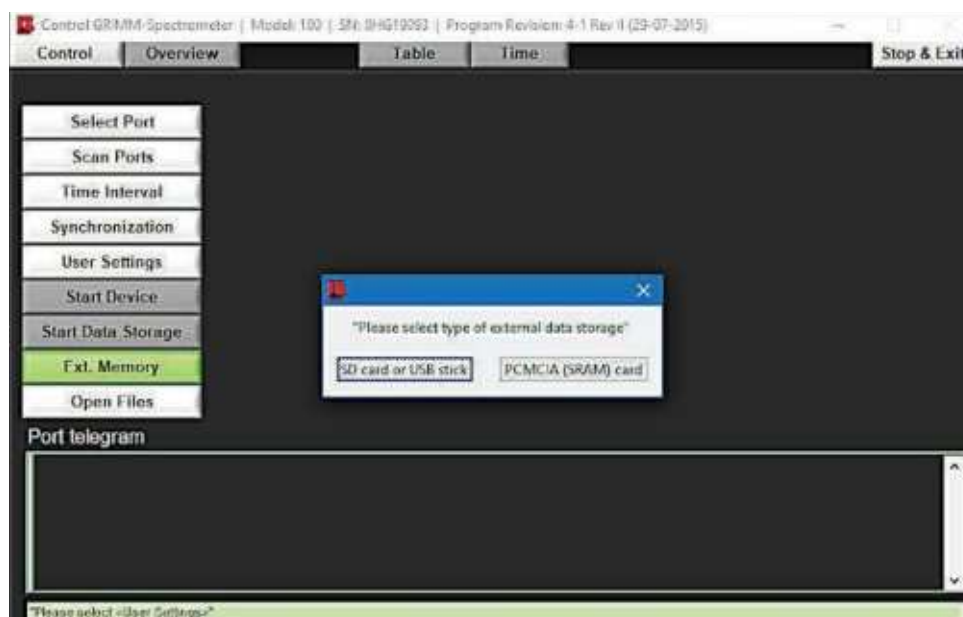
Figura 67. Revisión del intervalo de medición



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

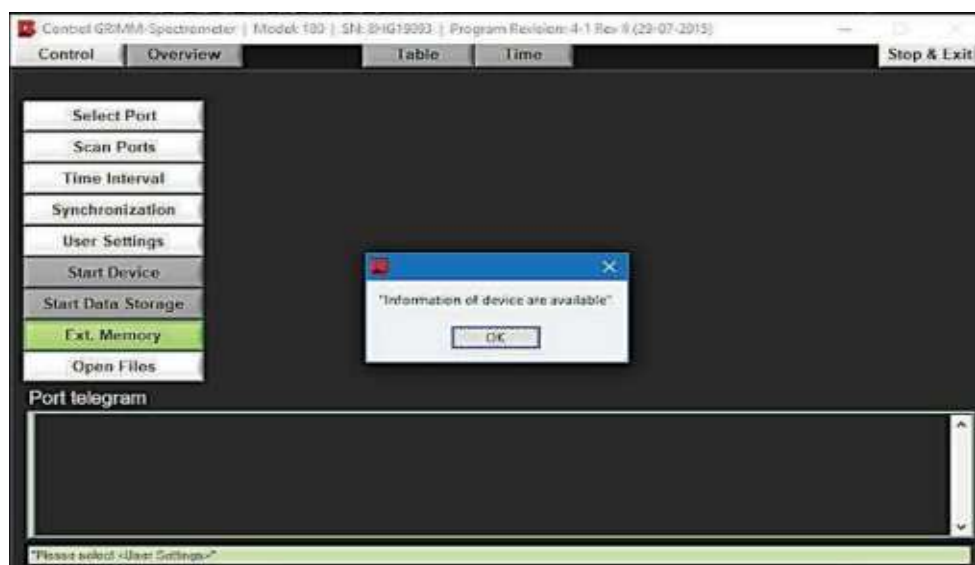
- c) Luego elegir la opción “Ext. Memory” del Menú Principal. Y en la ventana emergente elegir “PCMCIA (SRAM) card” para acceder a la memoria del equipo. En la opción “SD card or USB stick” se accede a una memoria externa.

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.

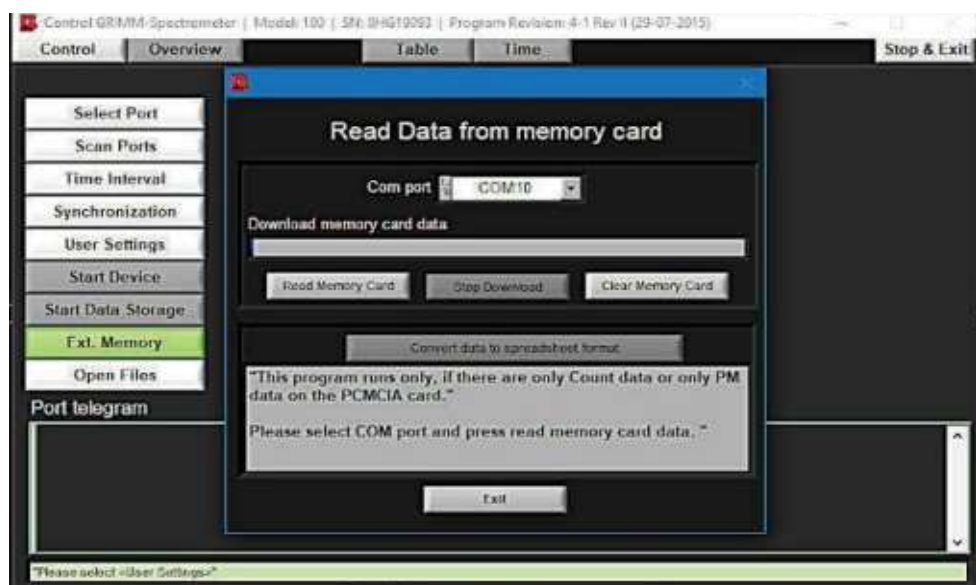
Figura 69. Información de la data disponible.



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

- 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.

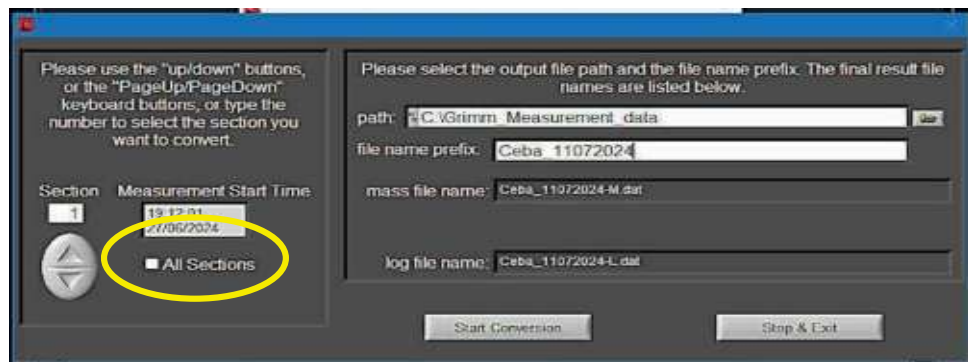
	Código. PM0313	
	Versión. 03	
	Fecha. 11/06/2025	

FICHA DE PROCEDIMIENTO



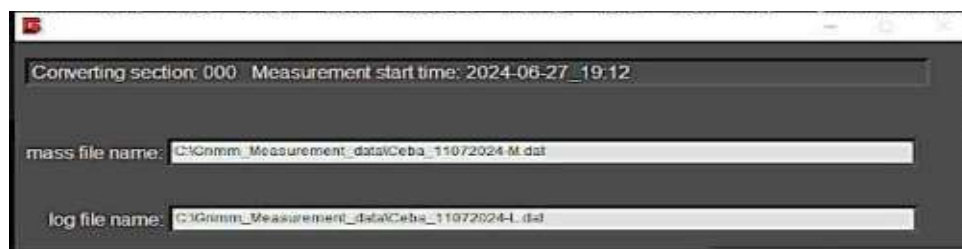
- g) Emergerá una ventana donde se colocará la ruta donde desea guardar el archivo a crear (path) y el nombre que desea para el documento (file name prefix). Luego activar la opción “**All Sections**”, para descargar toda la data del SAM. Una vez llenado esos campos dar click en “Start Conversion”.

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.



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

- i) Al terminar se mostrará el mensaje de conversión de data completado y presione Exit.

Figura 74. Finalización de data descargada.



- 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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

Ceba_11072024-M Bloc de notas						
Archivo Edición Formato Ver Ayuda						
<header>						
User name:						
Location:						
Model: 180						
Serial No.: 80619893						
Firmware revision: 7.00E						
Software revision: 4-1 Rev II (29-07-2015)						
Unit: [ug/m3]						
C-factor: 1.00						
Comment:						
<Data>						
[d8t31/12/2035 11:50:55]	PM10 [ug/m3]	PM2.5 [ug/m3]	PM1 [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			

I) 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.

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.

I-DEAM-PM0313-27

Versión: **03**

Fecha de aprobación: **11/06/2025**

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

- 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, desatornillando 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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

- 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.
- 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

Entrada de
bronce



- 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



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

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 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

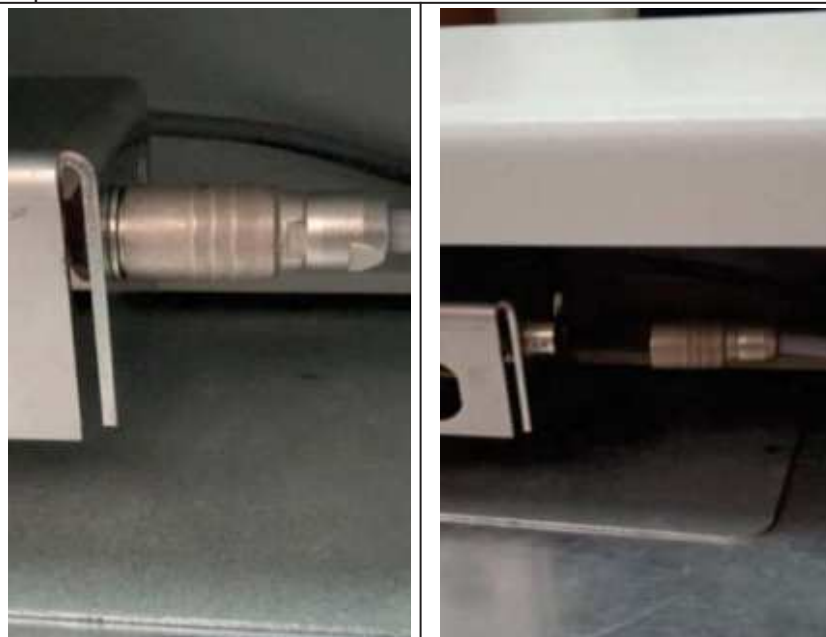


c) Acto seguido, desconectar el cable del sensor de humedad relativa y temperatura ambiental, retirando el conector del socket

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

“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”.
- 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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

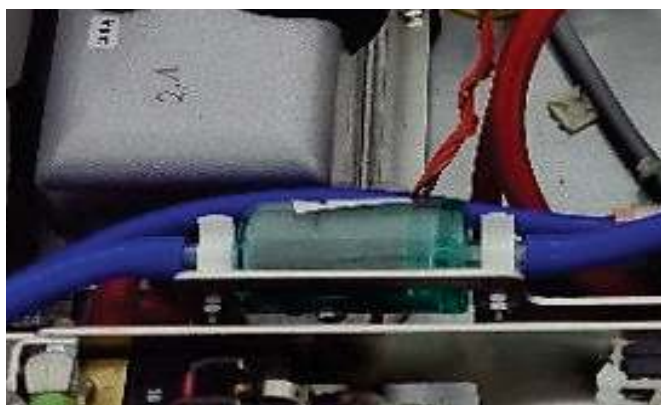
2.13.7. Cambio de Filtro BQ

Nota importante.

Este mantenimiento solo será ejecutado por el personal autorizado.

- Antes de la actividad apagar el equipo.
- Desmontar el monitor de partículas como se detalla en la sección "2.6.2. Desmontaje de Monitor de Partículas"
- Luego de retirarlo colocarlo en la mesa de trabajo y retirar la cubierta mayor para tener acceso a toda la parte interna del monitor.
- 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



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 03
		Fecha. 11/06/2025

- 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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO		Código. PM0313
			Versión. 03
			Fecha. 11/06/2025

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		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	N.A.	UNE-EN 16450
Verificaciones de sensores de temperaturas, presión y/o humedad	Temperatura	± 2 °C		UNE-EN 16450
		± 1kPa (±10 hPa)		UNE-EN 16450
		± 5% HR		UNE-EN 16450
Verificación del caudal del SAM	1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Mensualmente, luego de instalado el equipo.	± 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.

I-DEAM-PM0313-27

Versión: 03

Fecha de aprobación: 11/06/2025

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Instructivo del Sistema Automático de Medida para PM₁₀ y PM_{2,5} modelo FIDAS SMART 100E-PALAS.

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 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.
- La verificación, ajuste del analizador, así como las configuraciones necesarias, son ejecutados por UF-OTEC o personal autorizado y se registra en el formato PM0309-F11 Verificación de equipos - componente aire (PALAS).**
- El Gestor de ensayos 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 Operating Manual – Fine Dust Measuring Device Fidas Smart System 100E. V. 1.3. 2023

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- f. 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. 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)

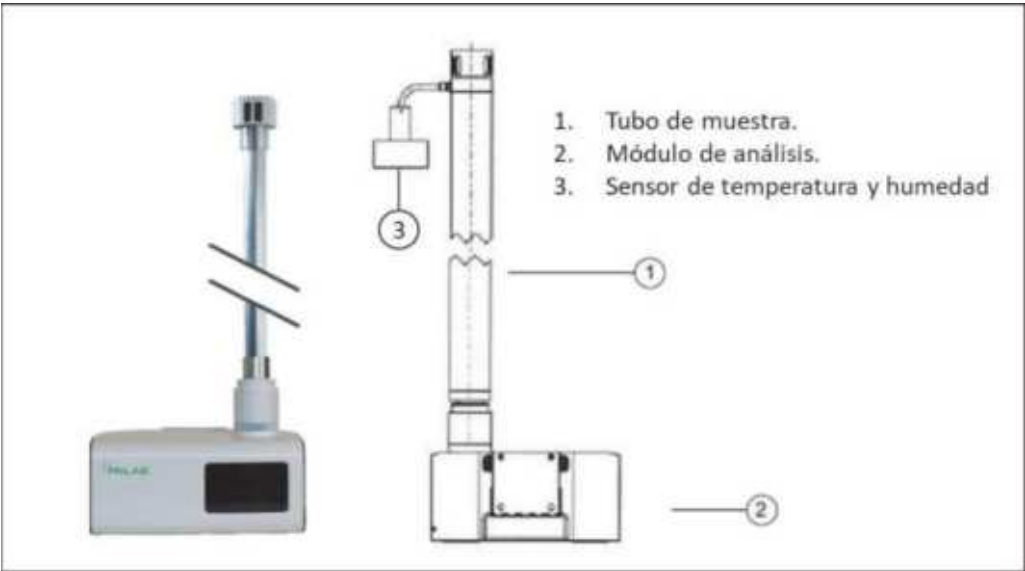
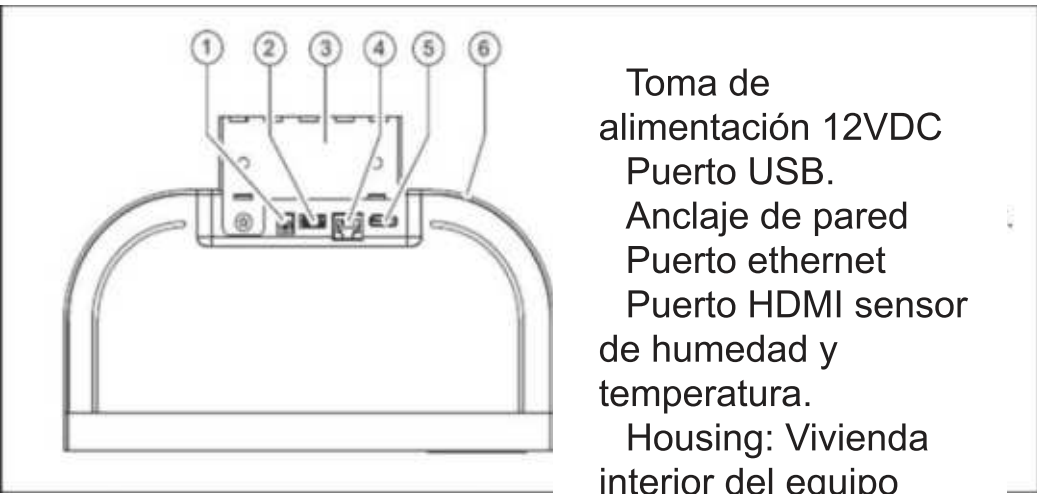


Figura 2. Vista inferior del Equipo Fidas Smart 100E (conexiones)



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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: 03
		Fecha: 11/06/2025

- 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.

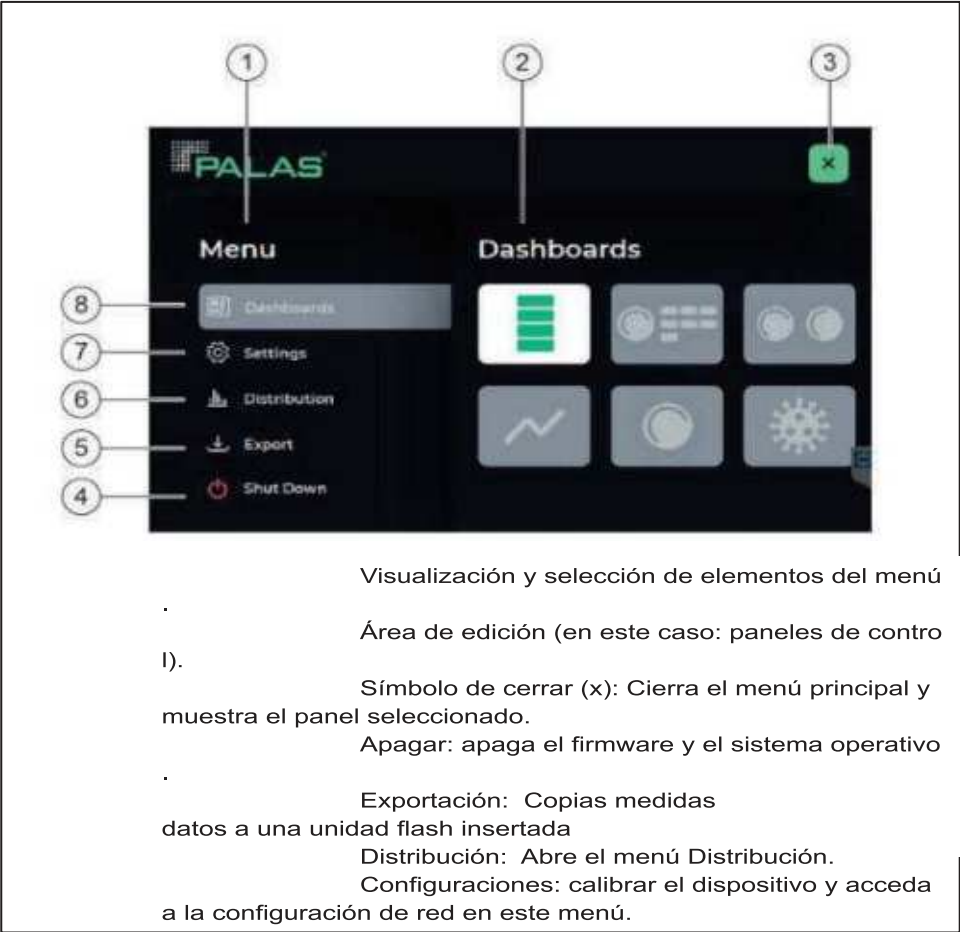
Figura 4. *Instalación del Equipo Fidas Smart 100E en la caseta de calidad del aire.*



- h. Luego del encendido del equipo presionamos el botón “Menú Principal” / “dashboard” para seleccionar el panel de control a mostrar.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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: 03
 Fecha de aprobación: 11/06/2025

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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 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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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

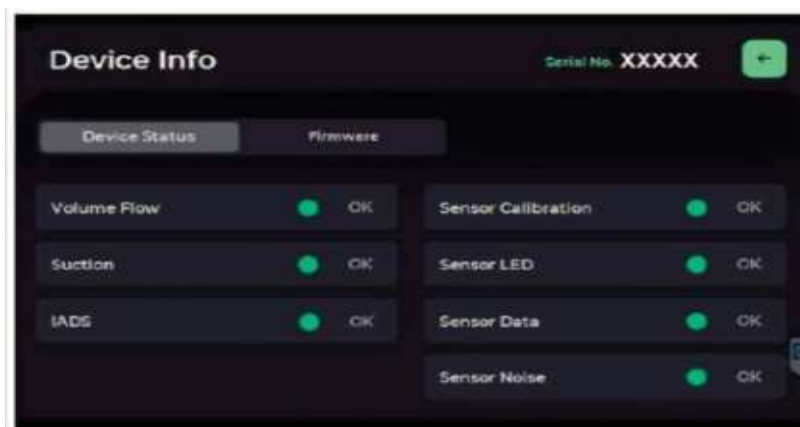


- d) Dentro de ajustes ingresamos a la opción “device info” (información del dispositivo) y posterior a ello ingresamos a la opción de “Device status” (estado del dispositivo), donde podremos verificar el número de serie e información sobre el estado del equipo.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- 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)

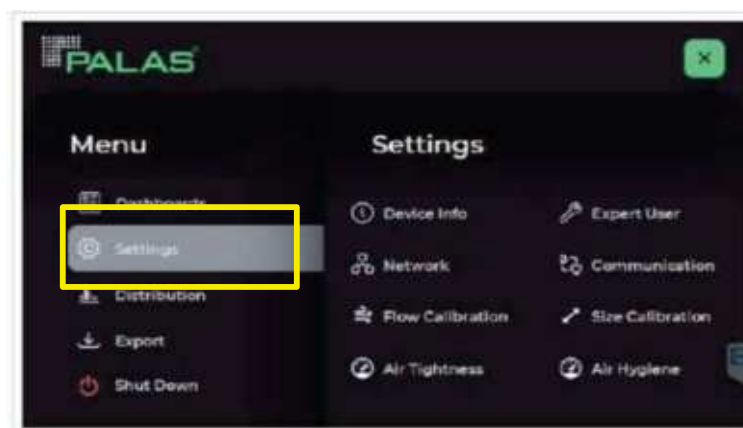
	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

(± 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.

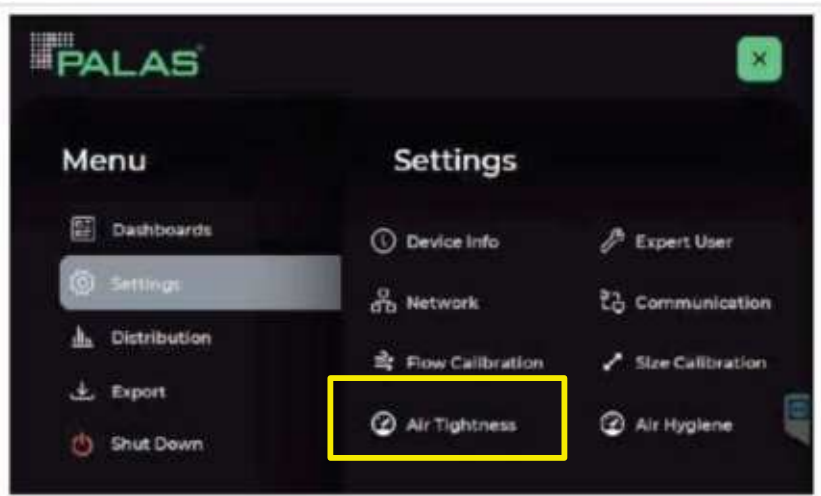
Figura 11. Panel de menú de Ajustes del Equipo Fidas Smart 100E



- Posterior ingresamos a la opción de “Air Tightness” (Hermeticidad)

Figura 12. Panel de menú de Ajustes del Equipo Fidas Smart 100E

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025



- 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



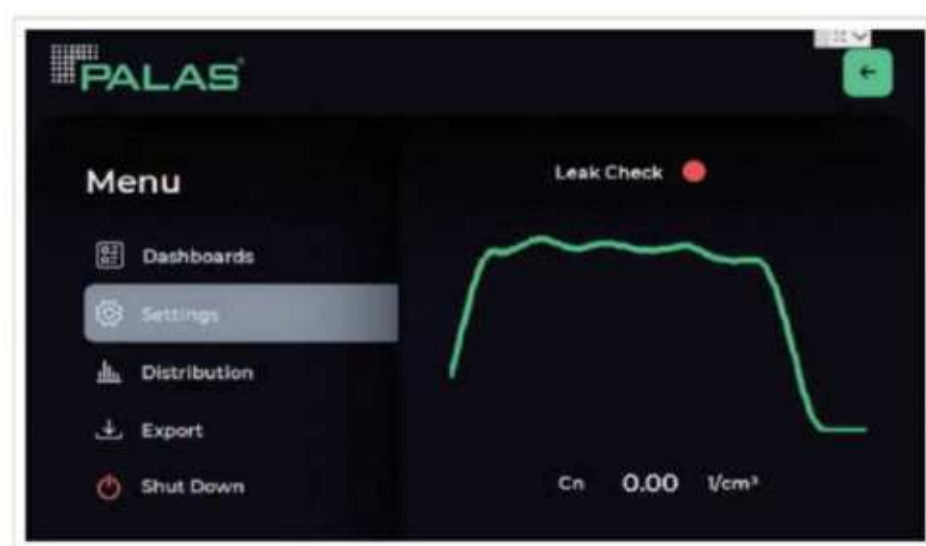
Figura 14. Menú de Hermeticidad del Equipo Fidas Smart 100E

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025



- 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.

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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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.

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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

2.8. Verificación de los caudales del SAM.

- 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 establezcan 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



- 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.

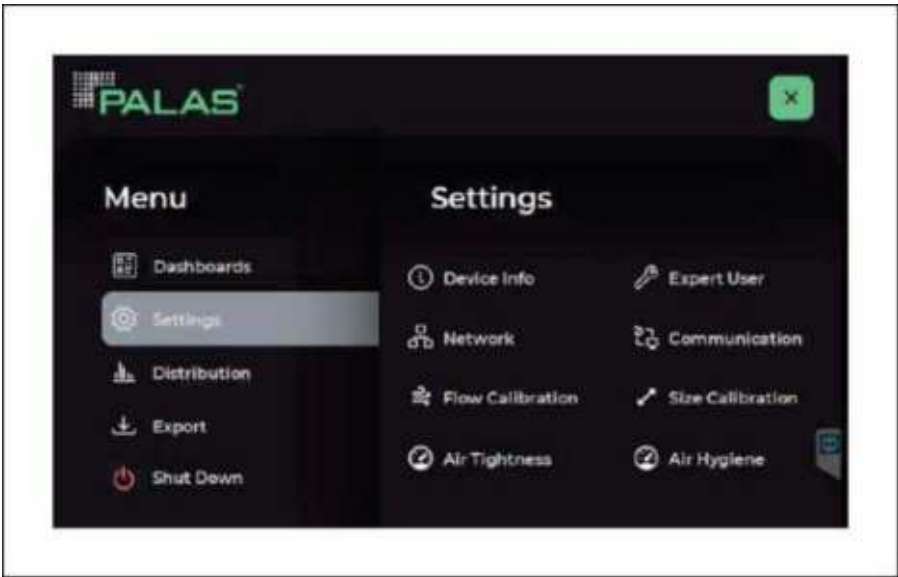
Figura 19. PIN de acceso para los ajustes de flujo del Equipo Fidas Smart 100E



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

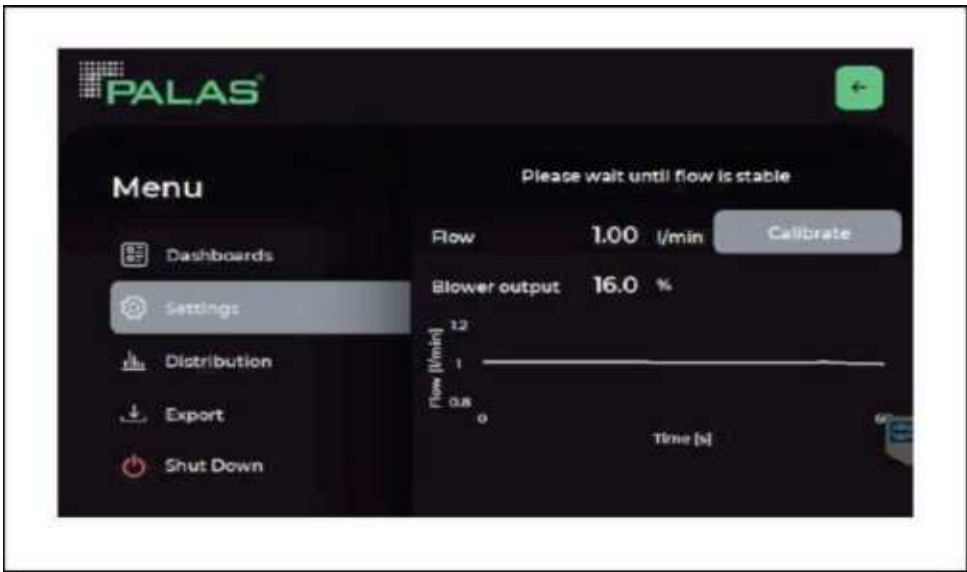
- c) Dentro de la opción “setting” (ajustes), ingresar a la opción “Flow Calibration” (calibración de flujo).

Figura 20. Secuencia del ajuste del flujo del Equipo Fidas Smart 100E, opción “setting”



- 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”



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- 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.

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 $\pm 3\mu\text{g}/\text{m}^3$.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Figura 23. Equipo Fidas Smart 100E con filtro HEPA



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).

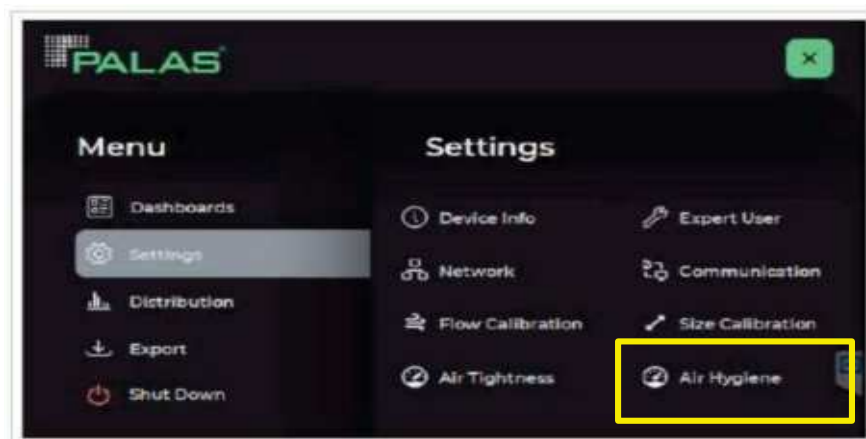
	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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 .
- 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.).
- 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.
- Luego, ingresar a la opción de “Size calibration” (Tamaño de partícula para calibración).

Figura 25. Equipo Fidas Smart 100E con filtro HEPA



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- 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



- 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.

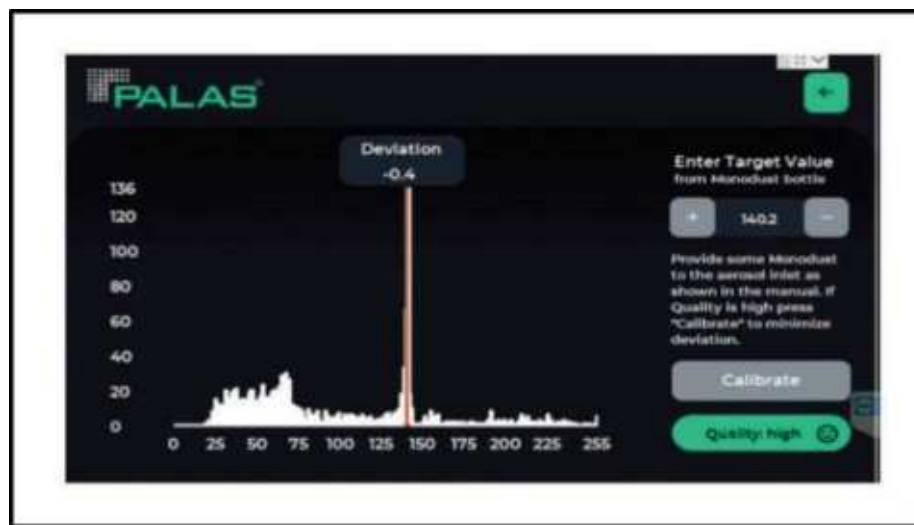
Figura 27. Inicio del ajuste del tamaño de partículas PALAS marca Fidas Smart 100E con MonoDust 1500



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- I. 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



- 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

- a. Al finalizar cada una de las verificaciones y ajustes se debe de registrar los datos en el Formato PM0309-F11 Verificación de equipos - componente aire (PALAS).
- b. Luego de culminar el registro subir la documentación al PM0313-F34 Bitácora de calidad ambiental de aire, 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

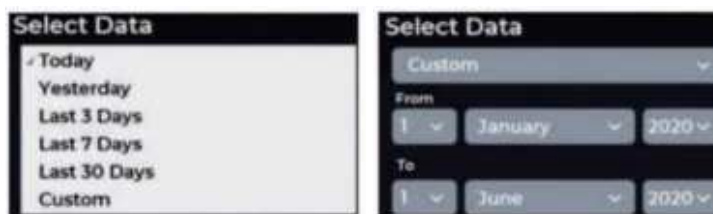
	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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.

- 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”

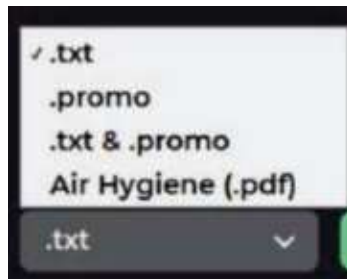
2.12. Descarga de data

- 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.



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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.



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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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:

- Apagar y desconectar el equipo al punto de corriente.
- Si es necesario y el mini cabezal presenta alta cantidad de suciedad, desmonte y desenrosque, extrayendo con cuidado el mini cabezal con la mano.
- 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.
- Luego de la limpieza secar con aire comprimido en botella, por fuera y por dentro rigurosamente, antes de montarlo.
- Reinstalar en la entrada del tubo de muestreo y enroscarlo.

2.13.2. Limpieza de sensor de temperatura ambiental y humedad relativa

- Apagar y desconectar el equipo al punto de corriente.
- 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.
- Limpiar con paños secos y con alcohol isopropílico la zona externa. Luego secarlo con franela.
- Limpiar 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.
- Vuelva a colocar los protectores en el sensor asegurándose que todo se encuentre seco.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

f) Encender el equipo.

2.13.3. Limpieza del tubo de muestreo

- Apagar y desconectar todos los cables del equipo al punto de corriente.
- Desenchufar el cable de sensores conectado a la unidad del equipo PALAS.
- 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 enjuagar con bastante agua destilada observando que del otro extremo no haya residuos de agua jabonosa.
- 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.
- 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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO		Código: PM0313
			Versión: 03
			Fecha: 11/06/2025

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		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	N.A.	UNE-EN 16450
		± 2 °C		UNE-EN 16450
		± 1kPa (±10 hPa)		UNE-EN 16450
		± 5% HR		UNE-EN 16450
Verificación del caudal del SAM	1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Mensualmente, luego de instalado el equipo.	± 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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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:

- 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 **ensayos de calidad de aire** 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 de analizadores automáticos de gases”, ejecutado por la UF-OTEC .
- El mantenimiento preventivo y correctivo es ejecutado por la UF-OTEC de acuerdo al procedimiento PM0312 Gestión de mantenimiento y calibración de equipamiento.
- La verificación, ajuste del analizador, así como las configuraciones necesarias, son ejecutados por UF-OTEC o personal autorizado y se registra en el formato PM0309-F07 “Verificación de analizadores automáticos de gases”.**
- El Gestor de ensayos 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 48iQ Instruction Manual. Carbon Monoxide Analyzer. 117080-00. 5 Febrero 2024.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

2.2. Descripción del equipo

El Analizador consta de las siguientes partes y equipos:

Figura 1. Partes del Analizador Automático (Vista posterior)

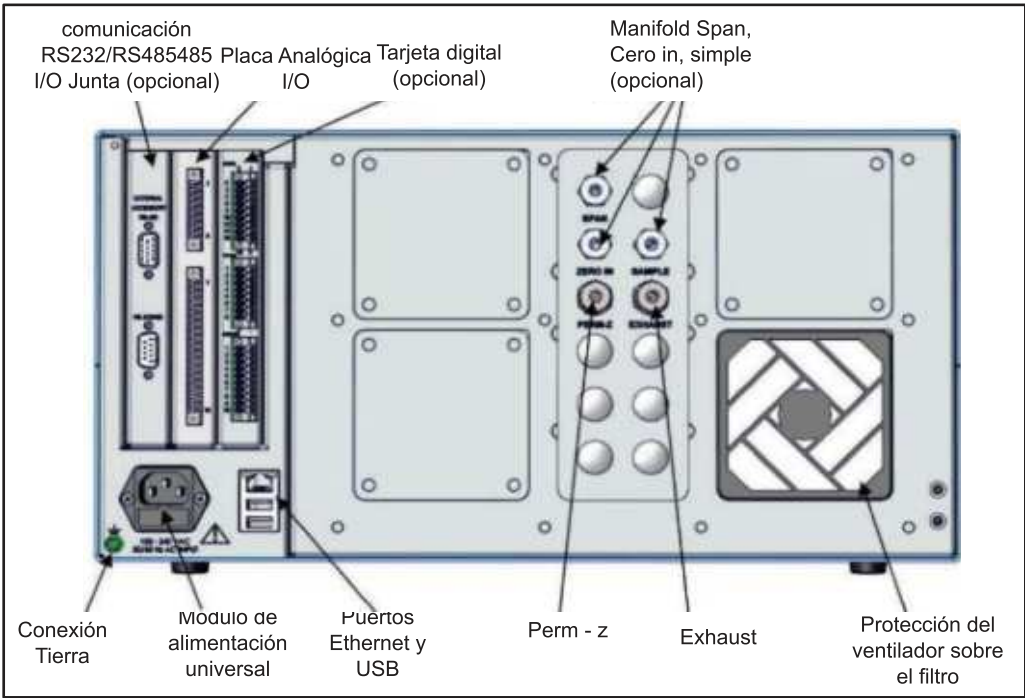
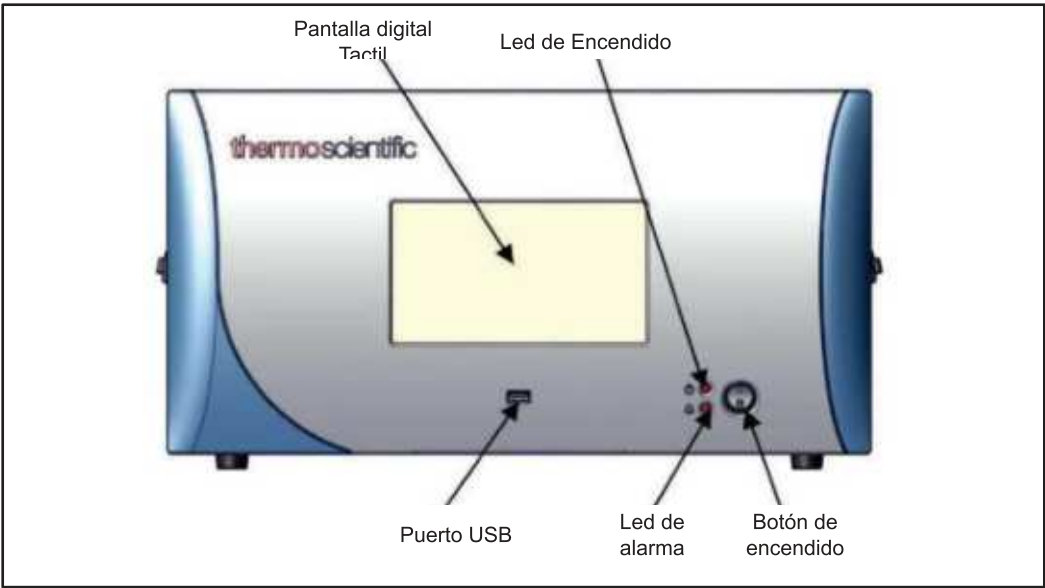


Figura 2. Partes del Analizador Automático (Vista frontal)



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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: 03
		Fecha: 11/06/2025

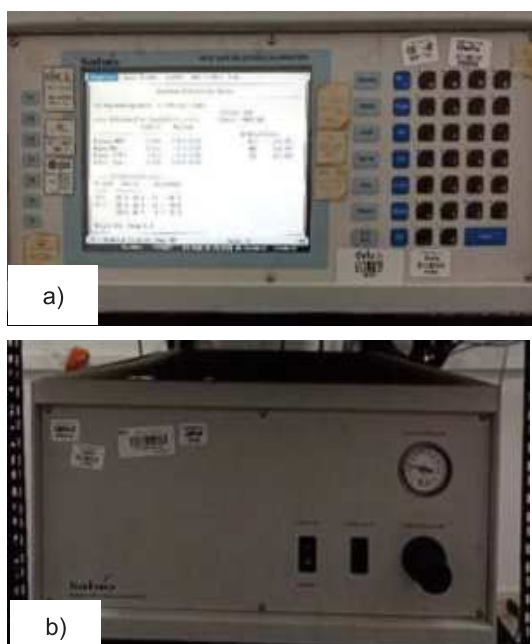


Figura 5. Partes del balón de gas patrón



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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

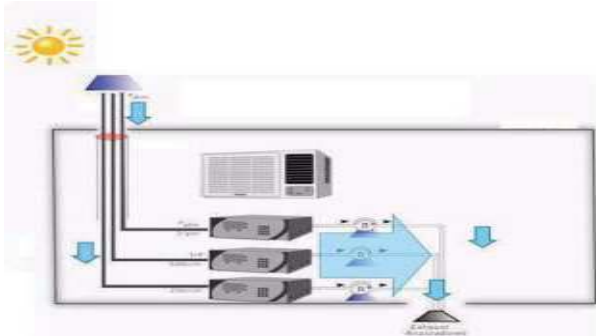


Figura 7. Termohigrómetro - VAISALA



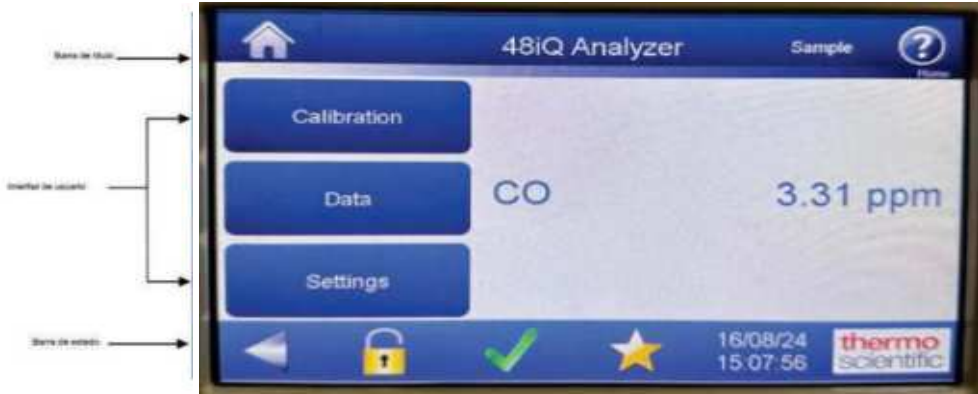
2.3. Armado del equipo y Configuración

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 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.
h.	Encender la chaqueta de calefacción del Manifold a 25°C y verificar la temperatura con una termocupla, al inicio y fin de la verificación operacional del equipo con un criterio de aceptación de $\pm 3.0^{\circ}\text{C}$ y registrar en el formato PM0309-F07 “Verificación de analizadores automáticos de gases”.
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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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 (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;

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	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).   <i>Nota.</i> 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).

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	  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 <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 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.1  

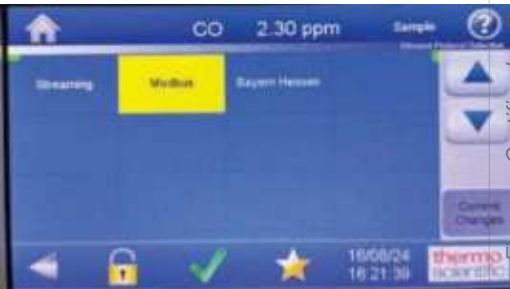
	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

d.2	Posteriormente retroceder presionando la opción de (), e ingresar a la opción de “Range Setting” y establecer el rango de trabajo de acuerdo 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 no 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.  
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)

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	 
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).  
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 de 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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	 
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. Sistema de verificación remota y sistema de verificación in situ

2.4.1 Verificación remota.

Conectar remotamente a la PC industrial de las estaciones fijas de monitoreo de calidad de aire a través del Software Anydesk o Chrome Remote Desktop.

El operador de ensayos se conecta remotamente al analizador mediante el software ePort para la manipulación del equipo y la verificación del estado de parámetros operacionales.

Para la verificación remota no aplica el check de verificación de fuga, flujo, lecturas del manómetro del cilindro patrón y verificación de fuga en el cilindro gas patrón de tallado en el formato PM0309-F07 “Verificación de analizadores automáticos de gases”

El operador de ensayos mediante el software Envidas Viewer puede manipular el encendido del generador de aire zero y la electroválvula del

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

gas patrón monóxido de carbono (CO) para la inyección del gas zero o patrón al analizador a verificar.

El operador de ensayos mediante el software ePort operará remotamente el dilutor/calibrador para la verificación del zero y span del analizador monóxido de carbono (CO). Estas verificación es registrada en el formato PM0309-F07 “Verificación de analizadores automáticos de gases” y tener en consideración todos los requisitos del Item 2.5 descritos en este instructivo.

2.4.2 Verificación In situ.

Para la verificación In Situ se realiza la verificación de fuga del analizador, flujo, lecturas del manómetro del cilindro de gas patrón y la verificación de fuga en el cilindro de gas patrón. Esta verificación es registrada en formato PM0309-F07 “Verificación de analizadores automáticos de gases” tener en consideración todos los requisitos del Item 2.5 descritos en este instructivo.

2.5. 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.

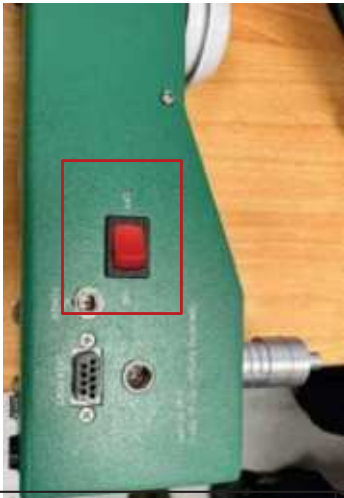
Para la verificación operacional (verificación y ajuste) del analizador automático de gases de Monóxido de carbono (CO), con materiales de referencia de lotes diferentes.

2.5.1	Verificación del estado de Parámetros operacionales
a.	Luego de haber transcurrido los 120 minutos de estabilización como mínimo, registrar en el formato PM0309-F07 “Verificación de analizadores automáticos 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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	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 ”.
2.5.4	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 ”.
2.5.5	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  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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	  <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 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).

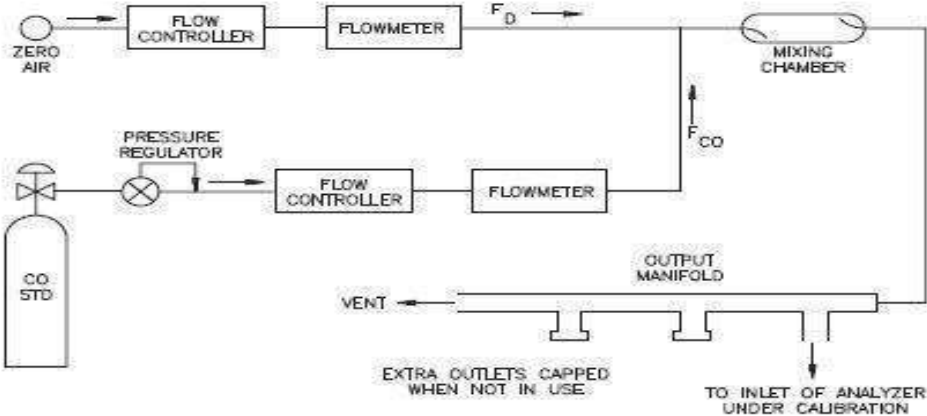
	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	 
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 en 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.
2.5.2	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  
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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	 
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.
2.5.5	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.

 Organismo de Evaluación y Acreditación Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	
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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

		
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.	
b.6	No usar el cilindro de gas patrón si la presión se encuentra por debajo de 2MPa.	
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.	

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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.
2.5.6	Verificación de aire cero
a.	Al culminar las configuraciones y conexiones del sistema de verificación/ajuste en el 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.
2.5.7	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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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.
2.5.8	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.
2.5.9	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 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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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
2.6.10	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.
2.6.11	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 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).

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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: $\text{Cálculo del tiempo de residencia} = \frac{3.14(Di^2) \times Longitud \times 0.015}{Flujo}$ <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 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.
2.6.12	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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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”

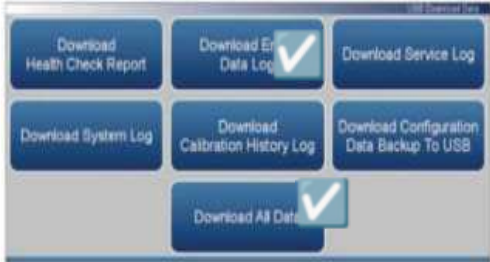
2.6. Instalación y Puesta en funcionamiento

2.6.1	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.

2.7. Descarga de datos

2.7.1	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).

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	 
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.

2.8. Mantenimiento preventivo en campo

Entiéndase por mantenimiento preventivo de campo a actividades que no impliquen operaciones invasivas o desarmado de partes delicadas o

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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.

2.8.1	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.
2.8.2	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.
2.8.3	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.	

2.9. 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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

guardarlos en sus respectivas maletas o cajas, para su transporte y almacenamiento.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO		Código: PM0313
			Versión: 03
			Fecha: 11/06/2025

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.
Temperatura de Manifold	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.	25 °C ± 3.0 °C	N.A.	Manual del fabricante
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 ±20% del flujo inicial.	± 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	± 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			

I-DEAM-PM0313-29

Versión: 03

Fecha de aprobación: 11/06/2025

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: 03
			Fecha: 11/06/2025

Variable	Frecuencia	Criterio de aceptación*		C.A. del Método / Norma / Manual
		Verificación	Ajuste	
Span	NO 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 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).
		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 Multipunto	CO, NO ₂ , SO ₂	Luego de realizar el ajuste.	N.A.	NTP-ISO 7996:2019 Aire ambiental. Determinación de la concentración másica de óxidos de nitrógeno. Método de quimioluminiscencia
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.	

I-DEAM-PM0313-29

Versión: 03

Fecha de aprobación: 11/06/2025

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: 03
		Fecha: 11/06/2025

Variable	Frecuencia	Criterio de aceptación*		C.A. del Método / Norma / Manual
		Verificación	Ajuste	
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: 03
		Fecha: 11/06/2025

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 **ensayos de calidad de aire** 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 de analizadores automáticos de gases”, ejecutado por la UF-OTEC .
- c. El mantenimiento preventivo y correctivo es ejecutado por la UF-OTEC de acuerdo al procedimiento PM0312 Gestión de mantenimiento y calibración de equipamiento.
- d. **La verificación, ajuste del analizador, así como las configuraciones necesarias, son ejecutados por UF-OTEC o personal autorizado y se registra en el formato PM0309-F07 “Verificación de analizadores automáticos de gases”.**
- e. El Gestor de ensayo de calidad de aire, es el responsable de hacer cumplir el presente documento.
- f. 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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

2.2. Descripción del equipo

El Analizador consta de las siguientes partes y equipos:

Figura 1. Partes del Analizador Automático (Vista posterior)

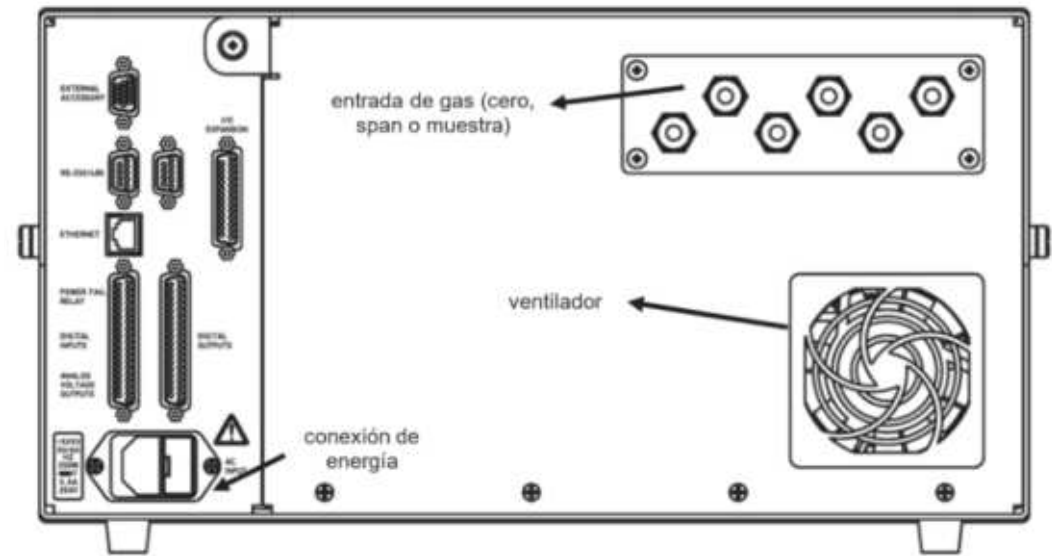
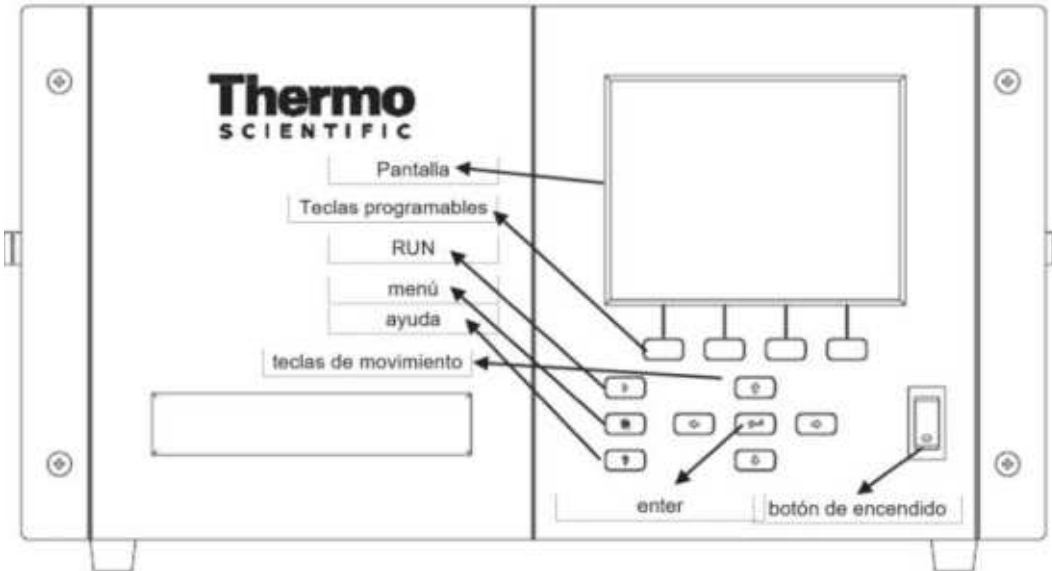


Figura 2. Partes del Analizador Automático (Vista frontal)



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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: 03
		Fecha: 11/06/2025

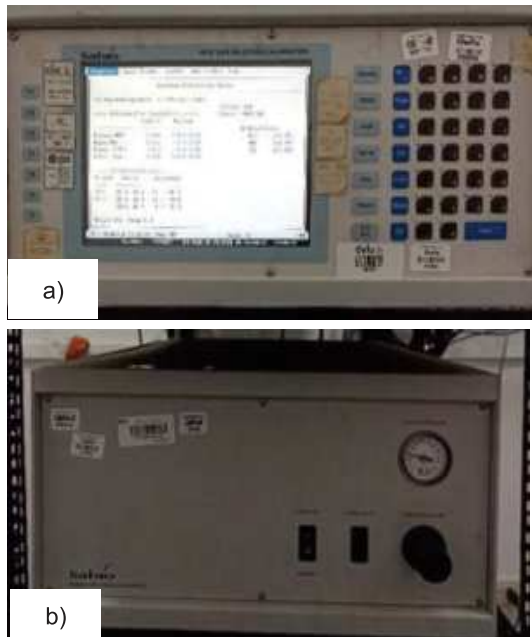


Figura 5. Partes del balón de gas patrón



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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

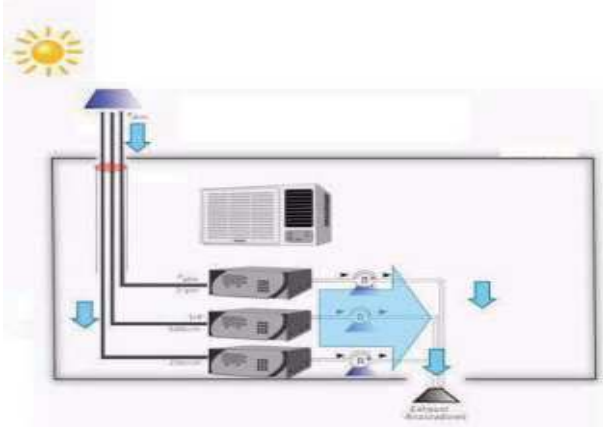


Figura 7. Termohigrómetro - VAISALA



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.
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.
h.	<i>Encender la chaqueta de calefacción del Manifold a 25°C y verificar la temperatura con una termocupla, al inicio y fin de la verificación operacional del equipo con un criterio de aceptación de ± 3.0 °C y registrar en el formato PM0309-F07 “Verificación de analizadores automáticos de gases”.</i>
2.3.2	Configuración del analizador

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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:
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

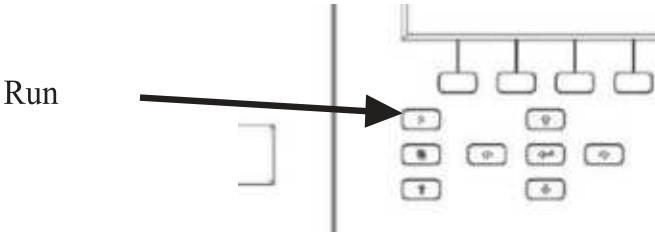
	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	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).
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 (

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	 ) 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 - 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	

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	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”. 
f.	Configuración de las unidades de la concentración
f.1	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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	( ) 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 <u>habilitar</u> la opción de “Pressure Compensation” con la tecla ↵ (enter) y regresar a la pantalla principal con el botón ().

 Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	 
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 ().

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>

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	 
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	-

2.4. Sistema de verificación remota y sistema de verificación in situ

2.4.1 Verificación remota.

Conectar remotamente a la PC industrial de las estaciones fijas de monitoreo de calidad de aire a través del Software Anydesk o Chrome Remote Desktop.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

El operador de ensayos se conecta remotamente al analizador mediante el software ePort para la manipulación del equipo y la verificación del estado de parámetros operacionales.

Para la verificación remota no aplica el check de verificación de fuga, flujo, lecturas del manómetro del cilindro patrón y verificación de fuga en el cilindro gas patrón de tallado en el formato PM0309-F07 “Verificación de analizadores automáticos de gases”

El operador de ensayos mediante el software Envidas Viewer puede manipular el encendido del generador de aire zero y la electroválvula del gas patrón dióxido de azufre (SO₂) para la inyección del gas zero o patrón al analizador a verificar.

El operador de ensayos mediante el software ePort operará remotamente el dilutor/calibrador para la verificación del zero y span del analizador dióxido de azufre (SO₂). Esta verificación es registrada en el formato PM0309-F07 “Verificación de analizadores automáticos de gases” y tener en consideración todos los requisitos del Item 2.5 descritos en este instructivo.

2.4.2 Verificación In situ.

Para la verificación In Situ se realiza la verificación de fuga del analizador, flujo, lecturas del manómetro del cilindro de gas patrón y la verificación de fuga en el cilindro de gas patrón. Esta verificación es registrada en formato PM0309-F07 “Verificación de analizadores automáticos de gases” tener en consideración todos los requisitos del Item 2.5 descritos en este instructivo.

2.5. 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.

Para la verificación operacional (verificación y ajuste) del analizador automático de gases de Dióxido de azufre (SO₂), con materiales de referencia de lotes diferentes.

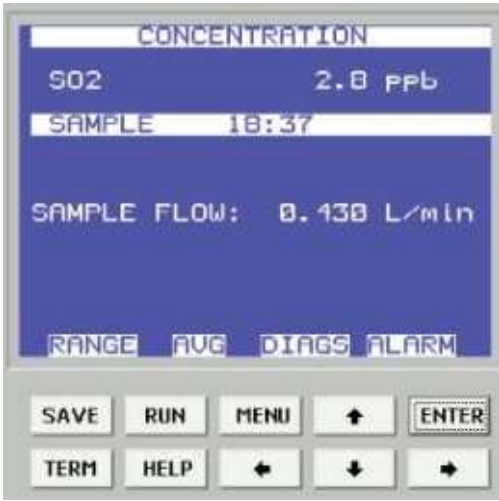
	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Para asegurar la verificación operacional de la medición de dióxido de azufre (SO₂) en concentraciones inferiores a 250 µg/m³ (95.42 ppb), se incorporará un punto (Span) adicional de verificación correspondiente a una concentración de 157.2 µg/m³ (60 ppb), el cual tiene como criterio de aceptación de error relativo, de acuerdo con los valores establecidos en la tabla del Anexo 1, utilizando un 2.1 % como criterio de aceptación. Es importante resaltar que la frecuencia de dicho punto de span adicional se realizará en las verificaciones intermedias.

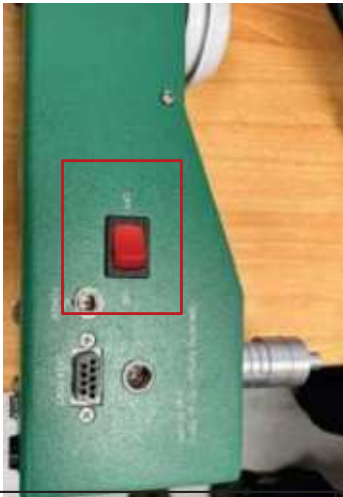
2.5.1	Verificación del estado de parámetros operacionales
a.	Luego de haber transcurrido los 120 minutos de estabilización como mínimo, registrar en el formato PM0309-F07 “Verificación de analizadores automáticos de gases” , la información del equipamiento, las condiciones ambientales internas de la 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”.
2.5.2	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.

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 Frecuación Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	 
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”.
2.5.3	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

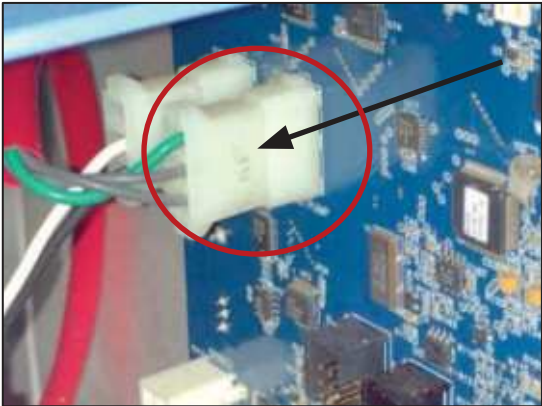
	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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).			
	 			

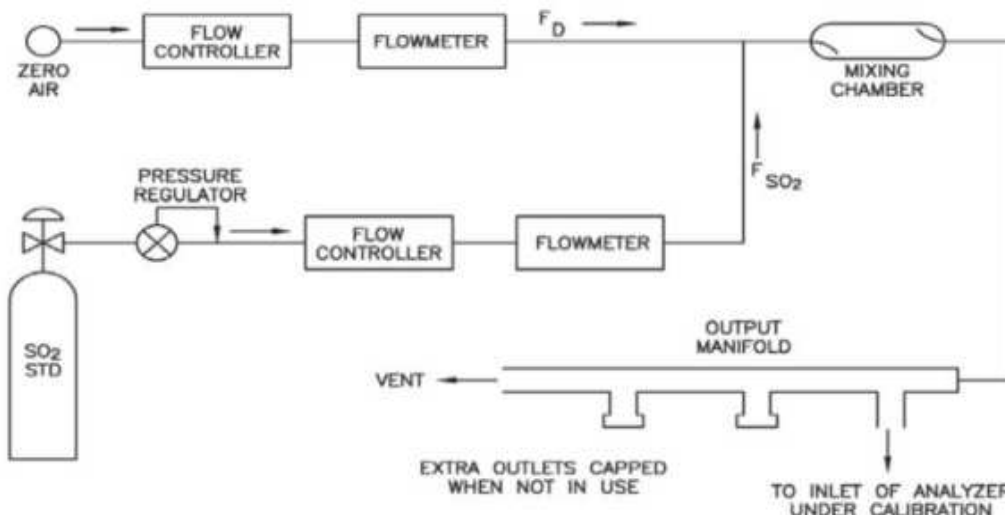
	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	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%.
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.
2.5.4	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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	 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 .
2.5.4	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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

		
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.	

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: 03
		Fecha: 11/06/2025

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.
2.5.6	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.
2.5.7	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.

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>

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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.
2.5.8	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.
2.5.9	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.	
2.5.10	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.	
2.5.11	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":		

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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: $\text{Cálculo del tiempo de residencia} = \frac{3.14(D_i^2) \times \text{Longitud} \times 0.015}{\text{Flujo}}$ <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.
2.5.12	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.

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>

⁴ 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: 03
		Fecha: 11/06/2025

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”

2.6. Puesta en funcionamiento

2.6.1	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 manifold 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.

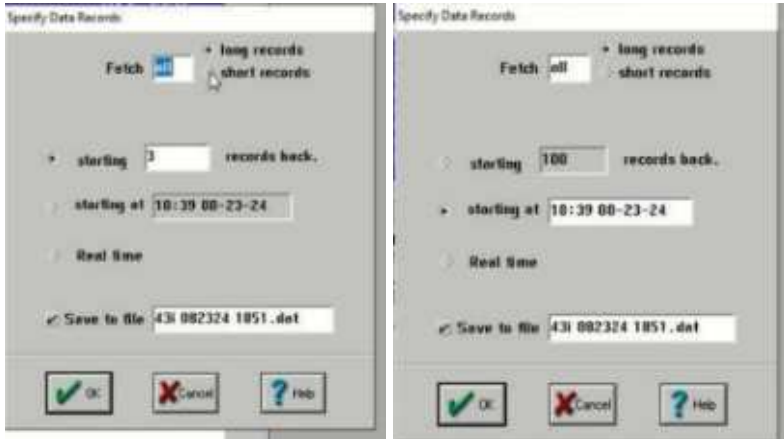
	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

i.	Evaluar la consistencia de los datos registrados por el equipo, luego de la verificación y ajuste del analizador automático de gases.

2.7. Descarga de datos

2.7.1	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”.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

d.	Debe aparecer una ventana, la cual se debe maximizar. Seleccionar “Instrument” del menú principal y luego “Load records”. 
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.

2.8. Mantenimiento preventivo en campo

Entiéndase por mantenimiento preventivo de campo a actividades que no impliquen operaciones invasivas o desarmado de partes delicadas o importantes

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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.

2.8.1	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.
2.8.2	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.
2.8.3	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.	

2.9. 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: 03
			Fecha: 11/06/2025

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.
Temperatura de Manifold	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.	25 °C ± 3.0 °C	N.A.	Manual del fabricante
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 ±20% del flujo inicial.	± 4.1 % (error relativo)		Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.
	NO ₂	± 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			
Aire Cero	CO	± 2.1 % (error relativo) para un solo punto		Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.
Span	NO ₂	± 2.1 % (error relativo) para un solo punto	± 2.1 % (error relativo) para un punto Span	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto

I-DEAM-PM0313-30

Versión: 03

Fecha de aprobación: 11/06/2025

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: 03
			Fecha: 11/06/2025

Variable	Frecuencia	Criterio de aceptación*		C.A. del Método / Norma / Manual
		Verificación	Ajuste	
SO ₂		Span correspondiente al 60% del rango.	correspondiente al 80% del rango.	Supremo N° 010-2019- MINAM. (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.	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	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%	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	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO		Código: PM0313
			Versión: 03
			Fecha: 11/06/2025

* 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: 03
		Fecha: 11/06/2025

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 **ensayos de calidad de aire** 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 de analizadores automáticos de gases”, ejecutado por la UF-OTEC .
- c. El mantenimiento preventivo y correctivo, es ejecutado por la UF-OTEC de acuerdo al procedimiento PM0312 Gestión de mantenimiento y calibración de equipamiento.
- d. **La verificación, ajuste del analizador, así como las configuraciones necesarias, son ejecutados por UF-OTEC o personal autorizado y se registra en el formato PM0309-F07 “Verificación de analizadores automáticos de gases”.**
- e. El Gestor de ensayos 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 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: 03
		Fecha: 11/06/2025

- f. 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. Descripción del equipo

El Analizador consta de las siguientes partes y equipos:

Figura 1. Partes del Analizador Automático (Vista posterior)

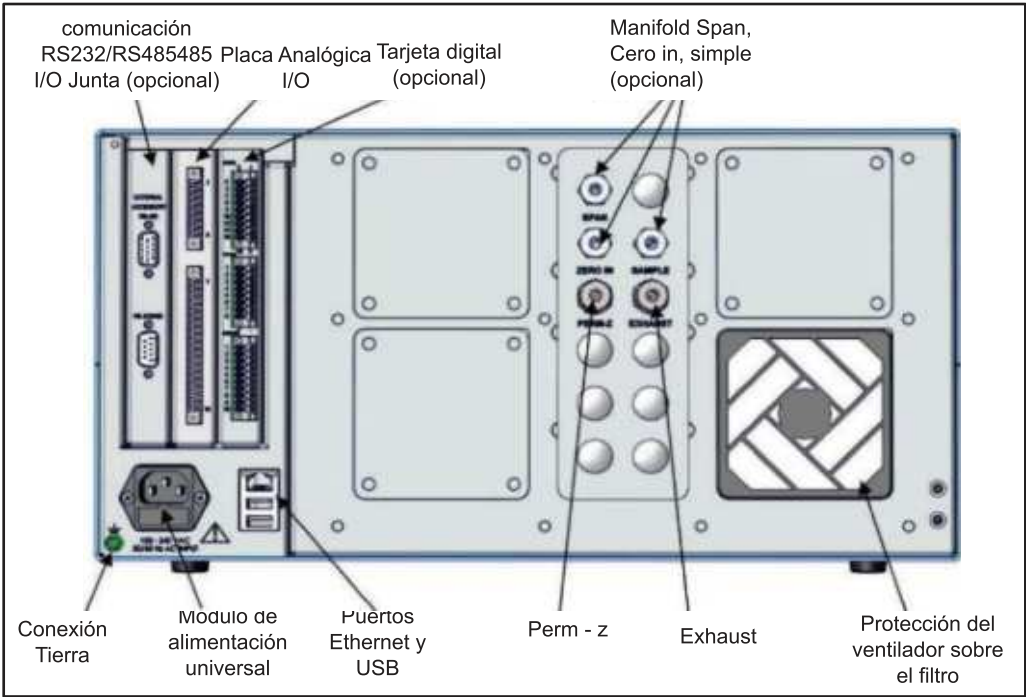


Figura 2. Partes del Analizador Automático (Vista frontal)

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

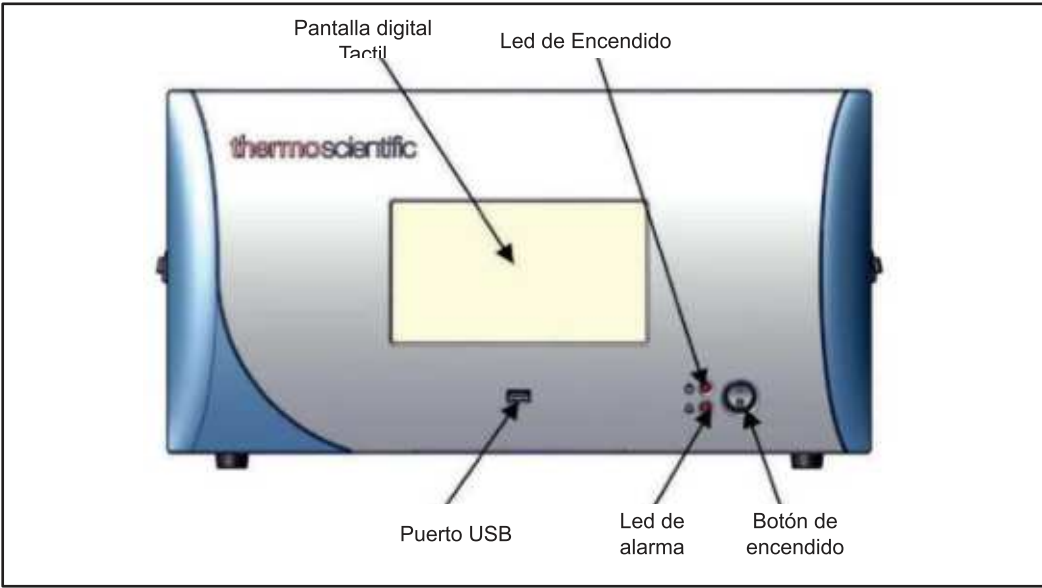


Figura 3. a) caseta portátil, b) caseta móvil, c) caseta fija



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025



c)

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



a)



b)

Figura 5. Partes del balón de gas patrón

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025



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

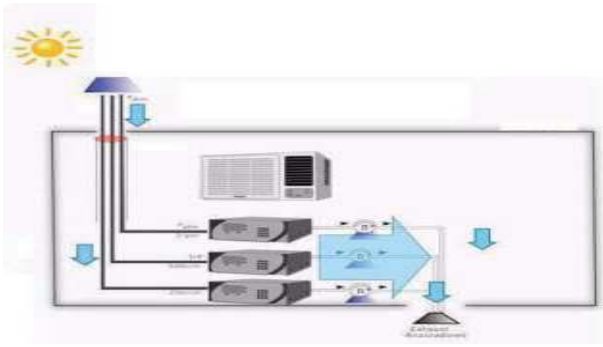


Figura 7. Termohigrómetro - VAISALA



2.3. Armado del equipo y Configuración

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

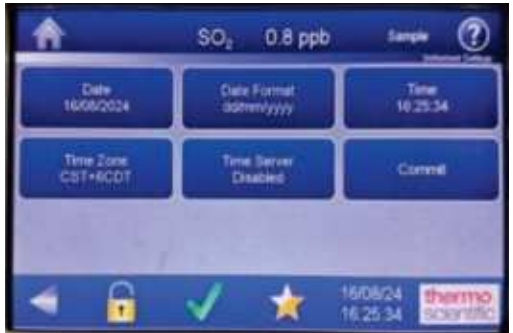
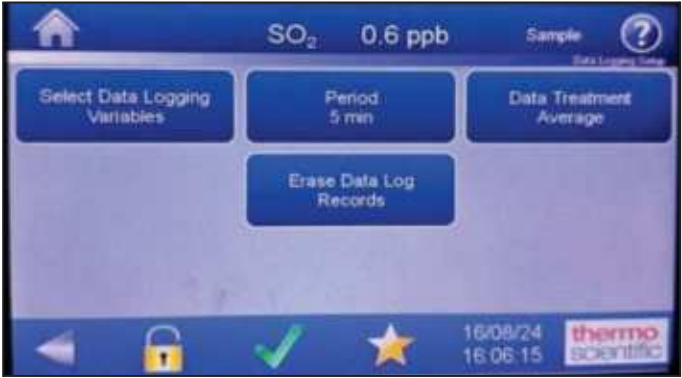
2.3.1	Armado y Encendido
a.	Antes de la instalación del analizador de gases se debe de considerar los criterios técnicos precisados en el instructivo I-DEAM-PM0313-25 “Instructivo de ensayos de campo en calidad de aire”.
b.	Montar el analizador de gases de manera horizontal en una bandeja de aluminio 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 medición, rangos de operación, intervalos de tiempo de registro y otras

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: 03
		Fecha: 11/06/2025

	configuraciones necesarias. Asimismo, luego de los ciento veinte (120) minutos mínimos de estabilización, proceder a realizar las verificaciones y ajustes correspondientes.
h.	Encender la chaqueta de calefacción del Manifold a 25°C y verificar la temperatura con una termocupla, al inicio y fin de la verificación operacional del equipo con un criterio de aceptación de ± 3.0 C y registrar en el formato PM0309-F07 “Verificación de analizadores automáticos de gases”.
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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	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). 

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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).   <i>Nota.</i> 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 (ppb ur ug/m³) • Instrument Temperature (°C)

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	• Bench Temperature (°C) • Bench Pressure (mmHg) • Flow (L/min) • PMT High Voltage (Volts) • Flaser High Voltage (Volts) • Lamp intensity • General Alarm <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 (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). 

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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. - 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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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).  
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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	 
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.

2.4. Sistema de verificación remota y sistema de verificación in situ

2.4.1 Verificación remota.

Conectar remotamente a la PC industrial de las estaciones fijas de monitoreo de calidad de aire a través del Software Anydesk o Chrome Remote Desktop.

El operador de ensayos se conecta remotamente al analizador mediante el software ePort para la manipulación del equipo y la verificación del estado de parámetros operacionales.

Para la verificación remota no aplica el check de verificación de fuga, flujo, lecturas del manómetro del cilindro patrón y verificación de fuga en el cilindro gas patrón de tallado en el formato PM0309-F07 “Verificación de analizadores automáticos de gases”

El operador de ensayos mediante el software Envidas Viewer puede manipular el encendido del generador de aire zero y la electroválvula del gas patrón dióxido de azufre (SO₂) para la inyección del gas zero o patrón al analizador a verificar.

El operador de ensayos mediante el software ePort operará remotamente el dilutor/calibrador para la verificación del zero y span del analizador dióxido de azufre (SO₂). Estas verificación es registrada en el formato PM0309-F07 “Verificación de analizadores automáticos de gases” y tener

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

en consideración todos los requisitos del ítem 2.5 descritos en este instructivo.

2.4.2 Verificación In situ.

Para la verificación In Situ se realiza la verificación de fuga del analizador, flujo, lecturas del manómetro del cilindro de gas patrón y la verificación de fuga en el cilindro de gas patrón. Esta verificación es registrada en formato PM0309-F07 “Verificación de analizadores automáticos de gases” tener en consideración todos los requisitos del ítem 2.5 descritos en este instructivo.

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

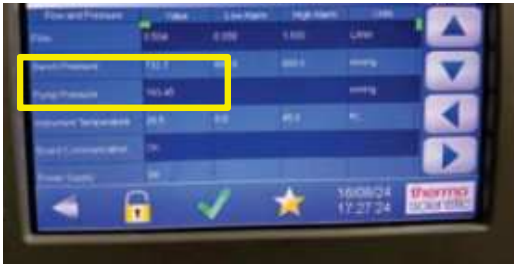
Luego de que el analizador se encuentre configurado, proceder con las siguientes verificaciones en las frecuencias establecidas en el Anexo 1, antes de completar la instalación.

Para la verificación operacional (verificación y ajuste) del analizador automático de gases de Dióxido de azufre (SO₂), con materiales de referencia de lotes diferentes.

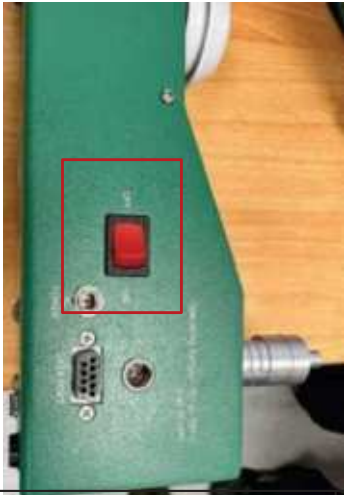
Para asegurar la verificación operacional de la medición de dióxido de azufre (SO₂) en concentraciones inferiores a 250 µg/m³ (95.42 ppb), se incorporará un punto (Span) adicional de verificación correspondiente a una concentración de 157.2 µg/m³ (60 ppb), el cual tiene como criterio de aceptación de error relativo, de acuerdo con los valores establecidos en la tabla del Anexo 1, utilizando un 2.1 % como criterio de aceptación. Es importante resaltar que la frecuencia de dicho punto de span adicional se realizará en las verificaciones intermedias.

2.5.1	Verificación del estado de Parámetros operacionales
a.	Luego de haber transcurrido los 120 minutos de estabilización como mínimo, registrar en el formato PM0309-F07 “Verificación de analizadores automáticos 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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	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”.
2.5.2	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”.
2.5.3	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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	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 Check ✓>Status and Alarms>Flow and Pressure> para

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	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 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.
2.5.4	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.

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas 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>

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

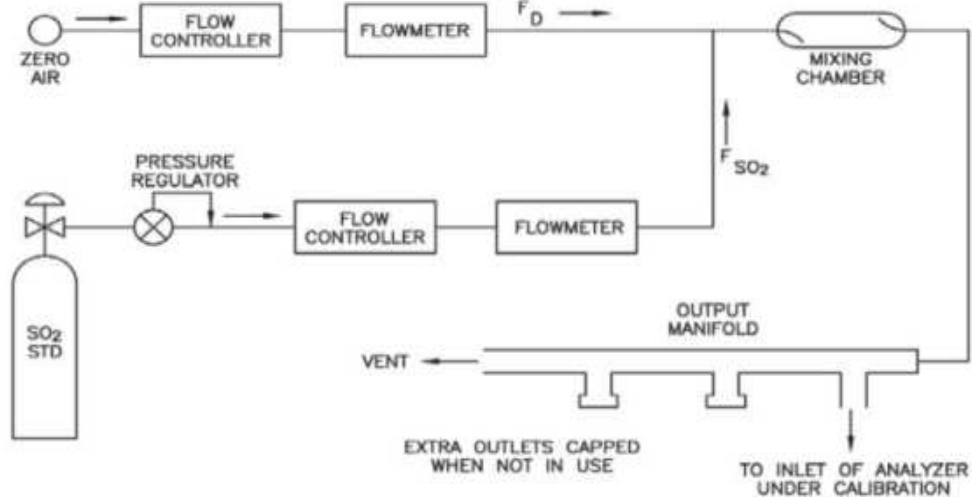
b	 	Luego ingresar a la siguiente ruta: settings>Measurement settings>Advanced measurement settings>pressure calibration, y colocar el valor de la presión ambiental - in situ del barómetro, en las dos opciones de “atmospheric Sensor 1” y “atmospheric sensor 2” y presionar start en la pantalla digital táctil del analizador, para que el valor se ajuste.  

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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.
2.5.5	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.

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: 03
		Fecha: 11/06/2025

	
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.
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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

		
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.	
d.	Configuración del dilutor	

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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.
2.5.6	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 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.
2.5.7	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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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.
2.5.8	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 SO₂, ingresar a la siguiente ruta Calibration> Advanced calibration>Adjust Background y se elige un valor del BKG del SO2 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.  
2.5.9	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.  

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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
2.5.10	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 SO ₂ 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.
2.5.11	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 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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	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: $\text{Cálculo del tiempo de residencia} = \frac{3.14(Di^2) \times Longitud \times 0.015}{Flujo}$ <i>Nota.</i> Fórmula 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 sólo si el tiempo de residencia de toda la línea de muestreo es menor o igual a veinte (20) segundos.
2.5.12	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

⁴ 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: 03
		Fecha: 11/06/2025

	 	
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.	

2.8. Mantenimiento preventivo en campo

Entiéndase por mantenimiento preventivo de campo a actividades que no impliquen operaciones invasivas o desarmado de partes delicadas o

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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.

2.8.1	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.
2.8.2	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.
2.8.3	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.	

2.9. 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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

guardarlos en sus respectivas maletas o cajas, para su transporte y almacenamiento.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO		Código: PM0313
			Versión: 03
			Fecha: 11/06/2025

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.
Temperatura de Manifold	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.	25 °C ± 3.0 °C	N.A.	Manual del fabricante
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 ±20% del flujo inicial.	± 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	± 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			

I-DEAM-PM0313-31

Versión: 03

Fecha de aprobación: 11/06/2025

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: 03
			Fecha: 11/06/2025

Variable	Frecuencia	Criterio de aceptación*		C.A. del Método / Norma / Manual
		Verificación	Ajuste	
Span	NO 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 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	± 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	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		Eficiencia > 95%	N.A.	NTP-ISO 7996:2019 Aire ambiental. Determinación de la concentración másica de óxidos de nitrógeno. Método de quimioluminiscencia

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Variable	Frecuencia	Criterio de aceptación*		C.A. del Método / Norma / Manual
		Verificación	Ajuste	
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: 03
		Fecha: 11/06/2025

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 **ensayos de calidad de aire** 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 de analizadores automáticos de gases”, ejecutado por la UF-OTEC .
- El mantenimiento preventivo y correctivo es ejecutado por la UF-OTEC de acuerdo al procedimiento PM0312 Gestión de mantenimiento y calibración de equipamiento.
- La verificación, ajuste del analizador, así como las configuraciones necesarias, son ejecutados por UF-OTEC o personal autorizado y se registra en el formato PM0309-F07 “Verificación de analizadores automáticos de gases”.**
- 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 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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- f. 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. Descripción del equipo

El Analizador consta de las siguientes partes y equipos:

Figura 1. Partes del Analizador Automático (Vista posterior)

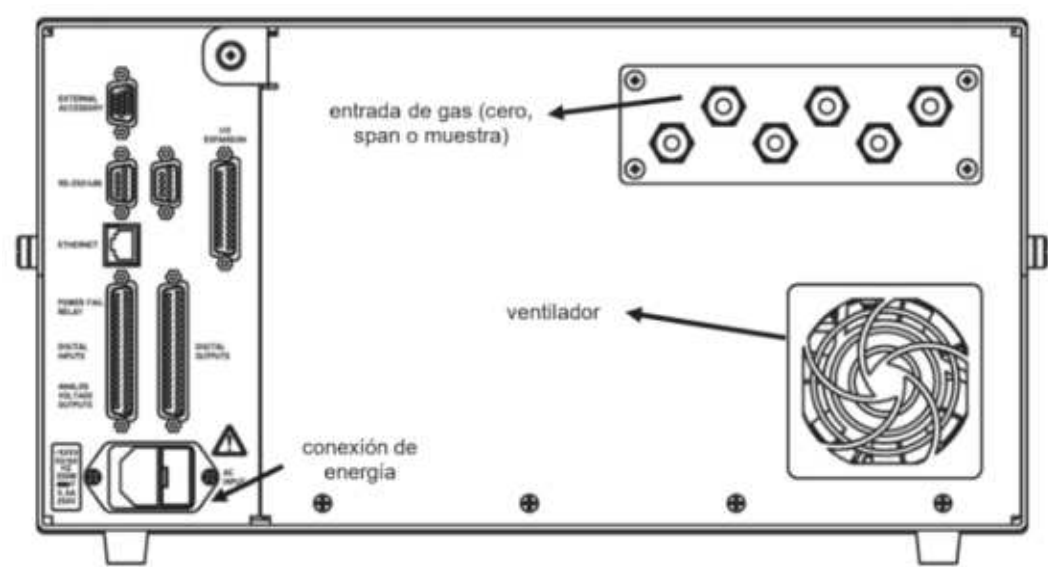
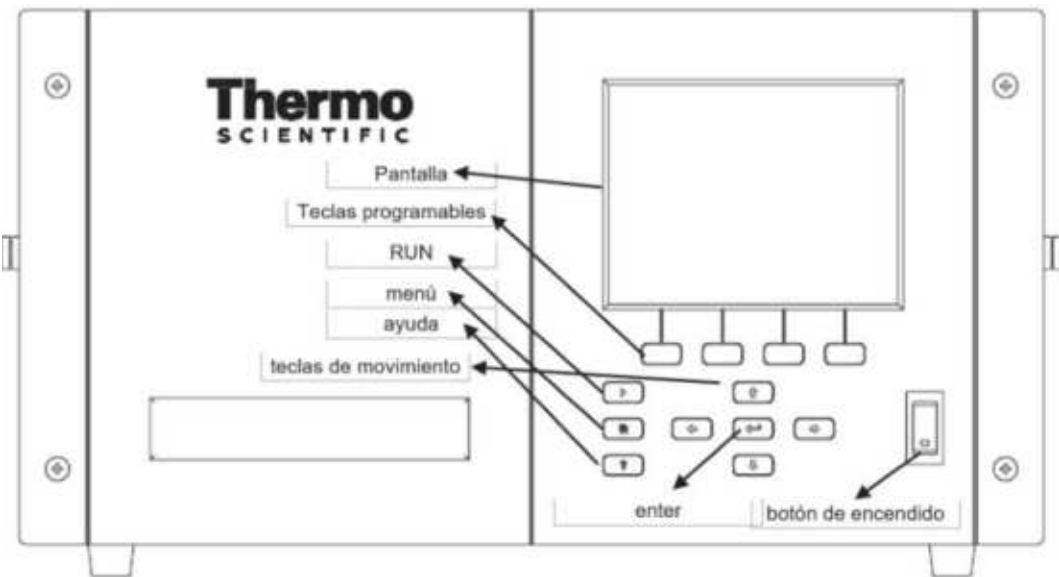


Figura 2. Partes del Analizador Automático (Vista frontal)



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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: 03
		Fecha: 11/06/2025

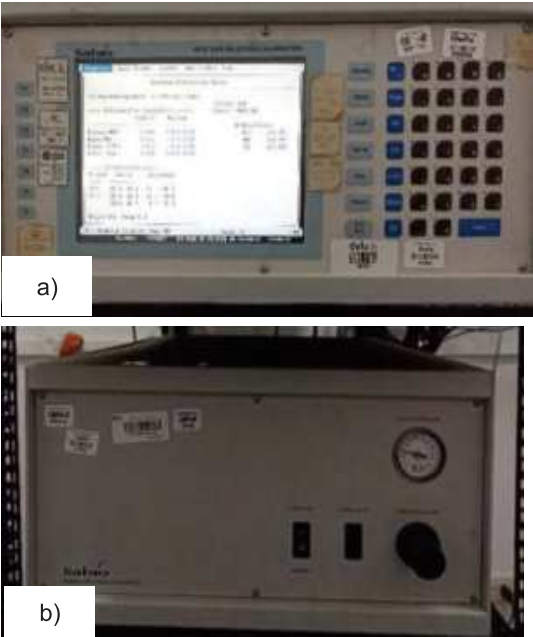


Figura 5. Partes del balón de gas patrón



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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025



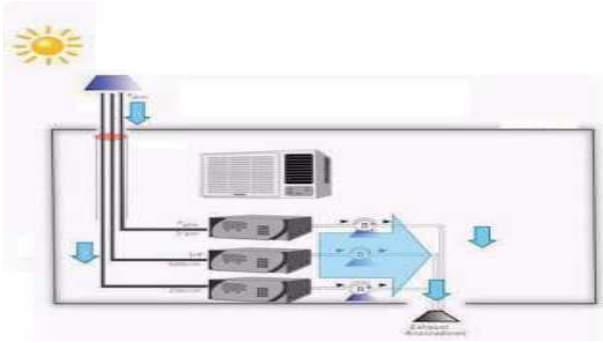
Figura 7. Termohigrómetro - VAISALA



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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	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 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.
h.	<i>Encender la chaqueta de calefacción del Manifold a 25°C y verificar la temperatura con una termocupla, al inicio y fin de la verificación operacional del equipo con un criterio de aceptación de ± 3.0 °C y registrar en el formato PM0309-F07 “Verificación de analizadores automáticos de gases”.</i>
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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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
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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	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 ().   <i>Nota.</i> 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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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
- SMPLFL
- OZONE
- PMTV
- NO₂

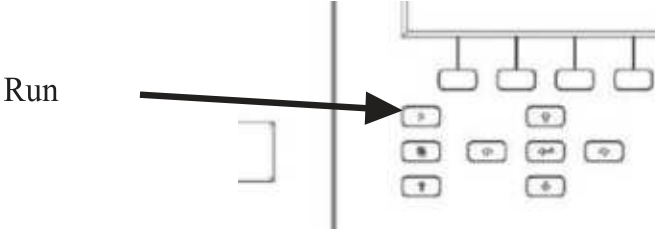
Nota. Al quitar o añadir una variable, inicia una nueva data de registro y se elimina toda la data anterior.

d. Configuración de rangos de operación

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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):

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	- 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 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 (►).

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	 
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 (▶).

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	 
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>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 ().

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>

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	 
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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	- Conc NO2 - Presión - Temp de PMT - Temp Instrumento - Temp de Cámara Reacción - Temp de convertir - Flujo - Voltaje de PMT

2.4. Sistema de verificación remota y sistema de verificación in situ

2.4.1 Verificación remota.

Conectar remotamente a la PC industrial de las estaciones fijas de monitoreo de calidad de aire a través del Software Anydesk o Chrome Remote Desktop.

El operador de ensayos se conecta remotamente al analizador mediante el software ePort para la manipulación del equipo y la verificación del estado de parámetros operacionales.

Para la verificación remota no aplica el check de verificación de fuga, flujo, lecturas del manómetro del cilindro patrón y verificación de fuga en el cilindro gas patrón de tallado en el formato PM0309-F07 “Verificación de analizadores automáticos de gases”

El operador de ensayos mediante el software Envidas Viewer puede manipular el encendido del generador de aire zero y la electroválvula del gas patrón monóxido de nitrógeno (NO) para la inyección del gas zero o patrón al analizador a verificar.

El operador de ensayos mediante el software ePort operará remotamente el dilutor/calibrador para la verificación del zero y span del analizador

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

monóxido de nitrógeno (NO). Esta verificación es registrada en el formato PM0309-F07 “Verificación de analizadores automáticos de gases” y tener en consideración todos los requisitos del ítem 2.5 descritos en este instructivo.

2.4.2 Verificación In situ.

Para la verificación In Situ se realiza la verificación de fuga del analizador, flujo, lecturas del manómetro del cilindro de gas patrón y la verificación de fuga en el cilindro de gas patrón. Esta verificación es registrada en formato PM0309-F07 “Verificación de analizadores automáticos de gases” tener en consideración todos los requisitos del ítem 2.5 descritos en este instructivo.

2.5. 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.

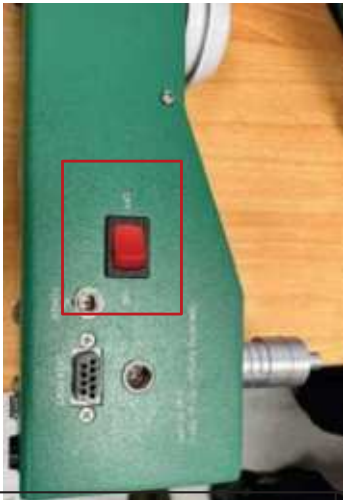
Para la verificación operacional (verificación y ajuste) del analizador automático de gases de Dióxido de nitrógeno (NO₂), con materiales de referencia de lotes diferentes.

2.5.1	Verificación del estado de parámetros operacionales
a.	Luego de haber transcurrido los 120 minutos de estabilización como mínimo, registrar en el formato PM0309-F07 “Verificación de analizadores automáticos 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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	no se pudiera corregir, realizar las acciones según lo precisado en el inciso “e” del “ítem de consideraciones finales”.
2.5.2	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”.
2.5.3	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.

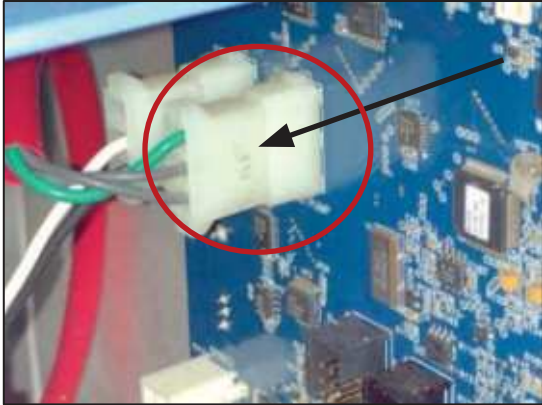
	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	 <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).

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

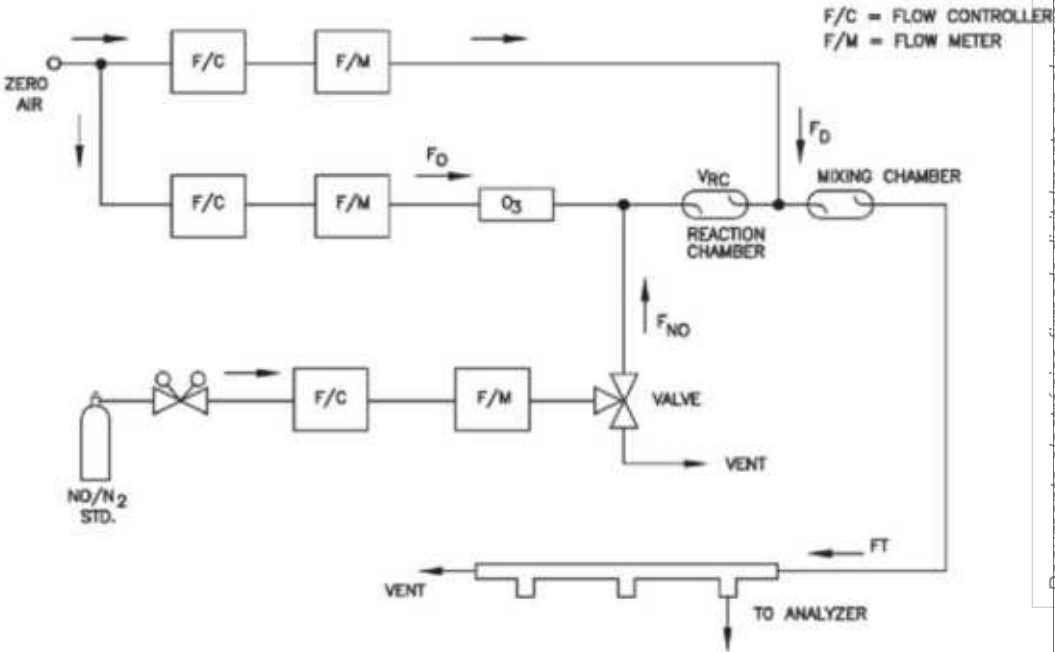
	  Nota. Para el caso del equipo verificador de flujo marca Mesalab modelo BGI Tetracal, registrar el caudal ambiental (Qa).
d.	En caso de que el flujo del analizador se encuentre fuera del criterio de aceptación, realizar el ajuste activando el modo servicio desde la siguiente ruta Menu> Instrument Control>Service 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,

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	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 .
2.5.4	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 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>

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	
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 .
2.5.5	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. 

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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:

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: 03
		Fecha: 11/06/2025

	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.
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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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.
2.5.6	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.
2.5.7	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.
2.5.8	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

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>

periodo mínimo de diez (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 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.



Nota. Recuerde que la suma de las concentraciones de NO y NO₂, es igual a la concentración de NOx.

2.5.9 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 **“NO_x COEF”** este puede usarse para afinar el ajuste de NO₂ de manera indirecta, en caso sea necesario.



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	 
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.
2.5.10	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.
2.5.11	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 ($R2/R1, R3/R1...$),	

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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: 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 ”
2.5.12	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	

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: 03
		Fecha: 11/06/2025

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.
2.5.13	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.

⁴ 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: 03
		Fecha: 11/06/2025

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”

2.6. Instalación y puesta en funcionamiento

2.6.1	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 manifold 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.

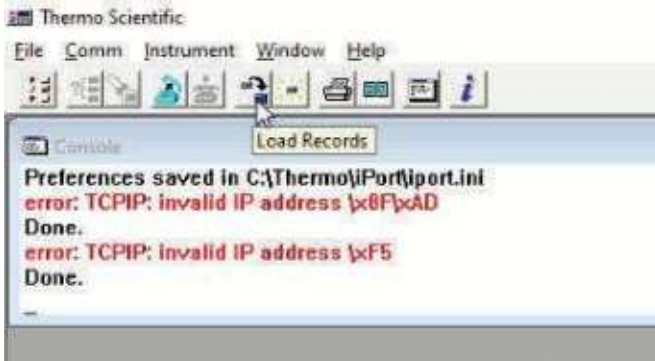
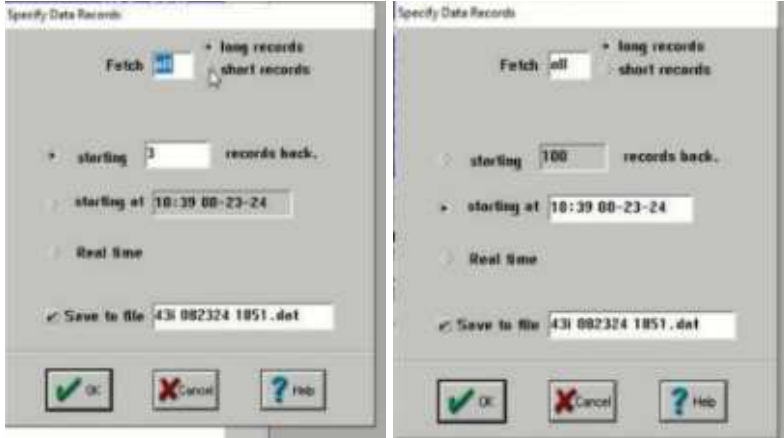
	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

i.	Evaluar la consistencia de los datos registrados por el equipo, luego de la verificación y ajuste del analizador automático de gases.

2.7. Descarga de datos

2.7.1	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> ”.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	
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.

2.8. 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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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

2.8.1	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.
2.8.2	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.
2.8.3	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.	

2.9. 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: 03
			Fecha: 11/06/2025

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.
Temperatura de Manifold	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.	25 °C ± 3.0 °C	N.A.	Manual del fabricante
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 ±20% del flujo inicial.	± 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	± 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			

I-DEAM-PM0313-32

Versión: 03

Fecha de aprobación: 11/06/2025

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: 03
			Fecha: 11/06/2025

Variable	Frecuencia	Criterio de aceptación*		C.A. del Método / Norma / Manual
		Verificación	Ajuste	
NO ₂	1. Al inicio de la operación de la estación 2. Semanalmente, luego de instalado el equipo	± 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)
		± 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.	NTP ISO 7996:2019 (Ajuste)
SO ₂				Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM. (verificación)
CO	1. Al inicio de la operación de la estación y después de cada periodo de muestreo. 2. Diario (si se usa continuamente)			NTP ISO 10498:2017(revisado 2022) (Ajuste)
				NTP ISO 4224:2019 (Porcentaje de concentración generada ajuste y verificación)
CO, NO ₂ , SO ₂	Luego de realizar el ajuste.			Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM. (Criterio de aceptación).
		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 Multipunto				NTP-ISO 7996:2019 Aire ambiental. Determinación de la concentración másica de óxidos de nitrógeno. Método de quimioluminiscencia
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.	

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Variable	Frecuencia	Criterio de aceptación*		C.A. del Método / Norma / Manual
		Verificación	Ajuste	
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: 03
		Fecha: 11/06/2025

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 **ensayos de calidad de aire** 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 de analizadores automáticos de gases”, ejecutado por la UF-OTEC .
- El mantenimiento preventivo y correctivo es ejecutado por la UF-OTEC de acuerdo al procedimiento PM0312 Gestión de mantenimiento y calibración de equipamiento.
- La verificación, ajuste del analizador, así como las configuraciones necesarias, son ejecutados por UF-OTEC o personal autorizado y se registra en el formato PM0309-F07 “Verificación de analizadores automáticos de gases”.**
- El Gestor de ensayos 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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

2.2. Descripción del equipo

El Analizador consta de las siguientes partes y equipos:

Figura 1. Partes del Analizador Automático (Vista posterior)

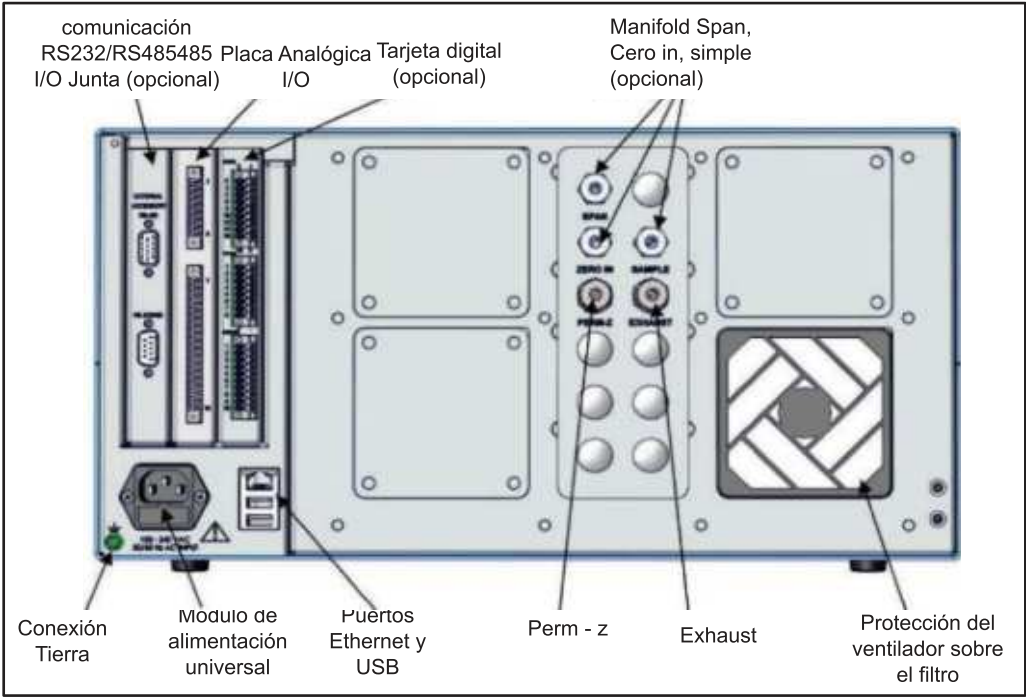
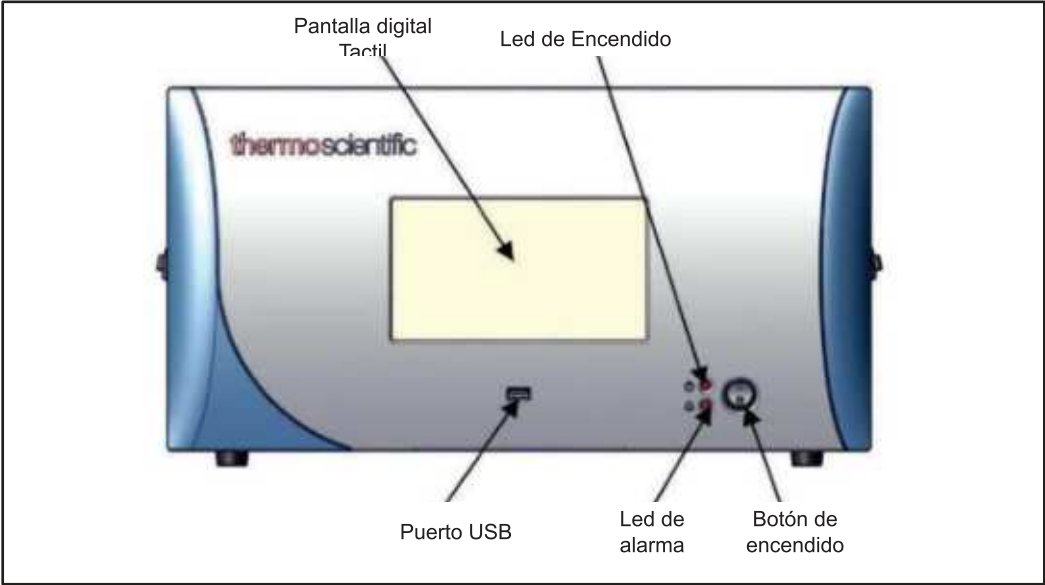


Figura 2. Partes del Analizador Automático (Vista frontal)



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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: 03
		Fecha: 11/06/2025

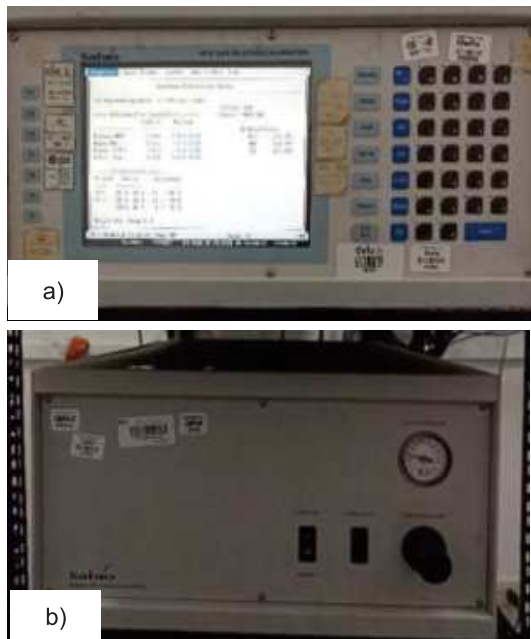


Figura 5. Partes del balón de gas patrón



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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025



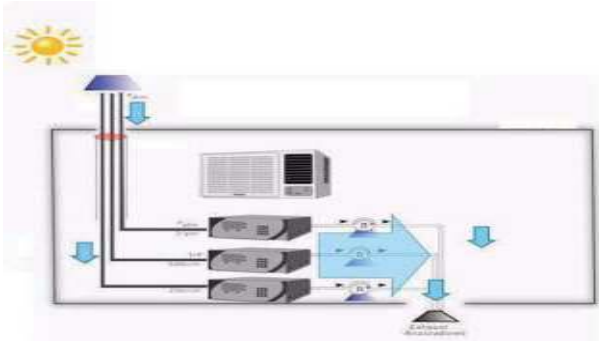
Figura 7. Termohigrómetro - VAISALA



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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	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 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.
h.	Encender la chaqueta de calefacción del Manifold a 25°C y verificar la temperatura con una termocupla, al inicio y fin de la verificación operacional del equipo con un criterio de aceptación de ± 3.0 °C y registrar en el formato PM0309-F07 "Verificación de analizadores automáticos de gases".
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	

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

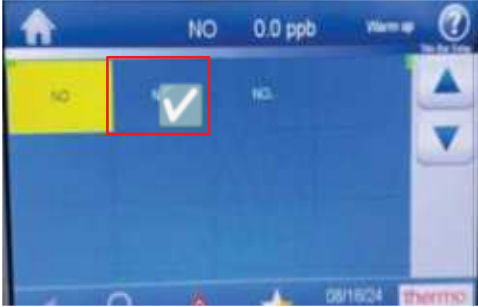
muestreo, a excepción que se realicen actividades de verificaciones y/o ajustes necesarios, incidencias que pudieran ocurrir (cortes de luz, mantenimientos, etc).

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.

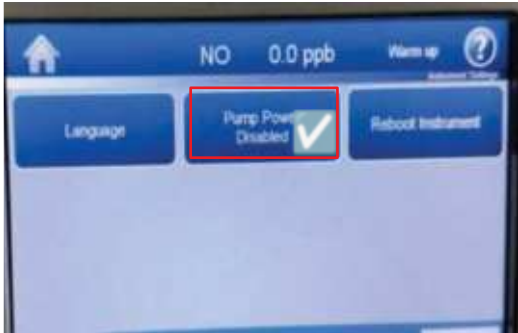
a.	Configuración de fecha y hora del equipo
a.1	Revisar que la fecha y hora del equipo se encuentre actualizada en tiempo real en la pantalla digital de inicio. 
a.2	En caso que no estén en tiempo real proceder a actualizar la fecha (date) en formato europeo (european format: dd/mm/yyyy), la hora (time) en formato (hh:mm:ss), zona horaria (time zone) en formato UTC 5, servidor de tiempo (time server) en modo desactivado 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).

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>

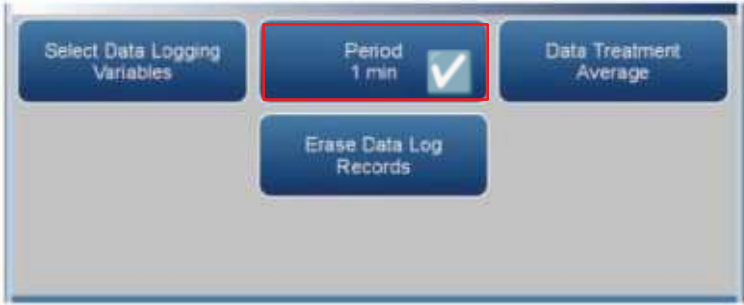
	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	 	
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).	

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

		Documentos electrónicos firmados 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.	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 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	

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	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).  <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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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:

f.1

- NO Concentration (ppb)
- NO₂ Concentration (ppb)
- NO_x Concentration (ppb)
- Instrument Temperature (°C)
- PMT Voltage (Volts)
- Flow (l/min)
- Chamber Pressure (mmHg)
- Ambient Pressure (mmHg)
- Converter Temperature (°C)
- General Alarm

Nota. 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

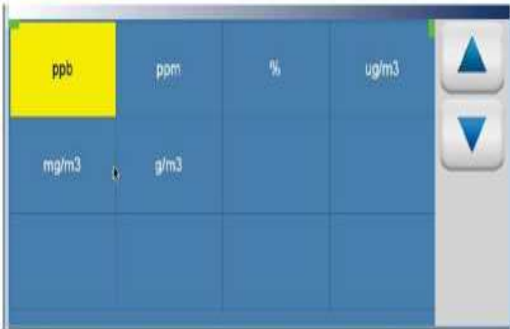
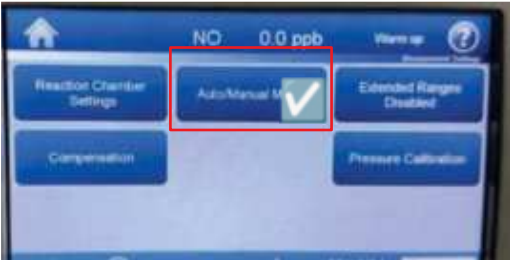
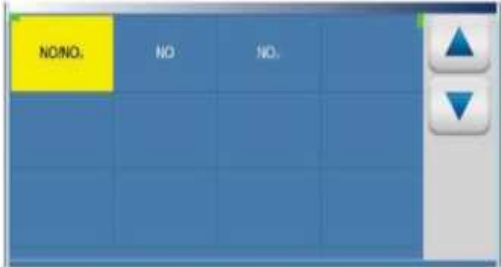
	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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). 

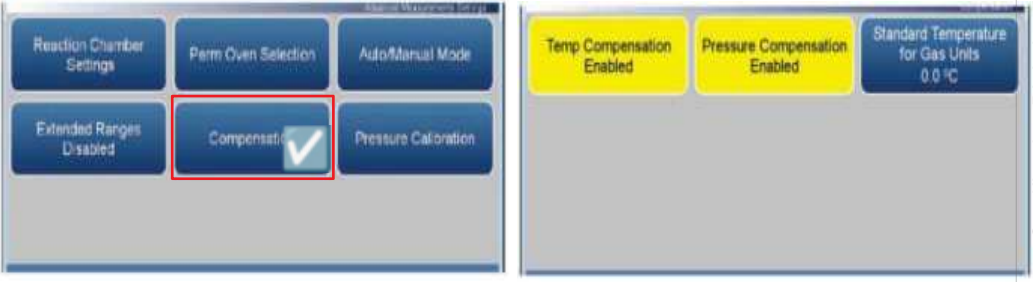
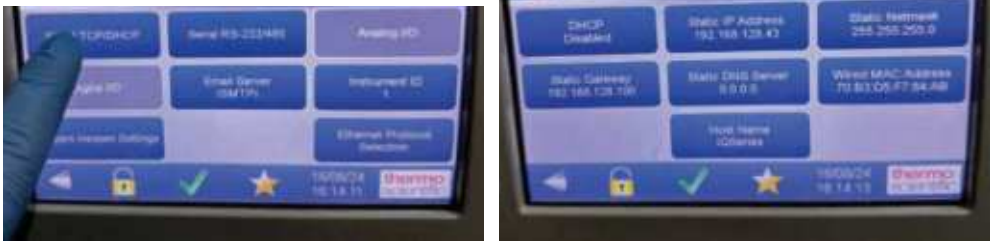
	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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

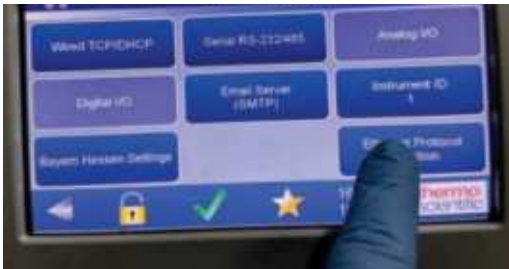
	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	 
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”.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

k.	Configuración de compensación de temperatura y presión
k.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). 
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 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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	 
1.3	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. Sistema de verificación remota y sistema de verificación in situ

2.4.1 Verificación remota.

Conectar remotamente a la PC industrial de las estaciones fijas de monitoreo de calidad de aire a través del Software Anydesk o Chrome Remote Desktop.

El operador de ensayos se conecta remotamente al analizador mediante el software ePort para la manipulación del equipo y la verificación del estado de parámetros operacionales.

Para la verificación remota no aplica el check de verificación de fuga, flujo, lecturas del manómetro del cilindro patrón y verificación de fuga en el cilindro gas patrón de tallado en el formato PM0309-F07 “Verificación de analizadores automáticos de gases”

El operador de ensayos mediante el software Envidas Viewer puede manipular el encendido del generador de aire zero y la electroválvula del gas patrón monóxido de nitrógeno (NO) para la inyección del gas zero o patrón al analizador a verificar.

El operador de ensayos mediante el software ePort operará remotamente el dilutor/calibrador para la verificación del zero y span del analizador monóxido de nitrógeno (NO). Estas verificación es registrada en el formato PM0309-F07 “Verificación de analizadores automáticos de gases” y tener en consideración todos los requisitos del Item 2.5 descritos en este instructivo.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

2.4.2 Verificación In situ.

Para la verificación In Situ se realiza la verificación de fuga del analizador, flujo, lecturas del manómetro del cilindro de gas patrón y la verificación de fuga en el cilindro de gas patrón. Esta verificación es registrada en formato PM0309-F07 “Verificación de analizadores automáticos de gases” y tener en consideración todos los requisitos del ítem 2.5 descritos en este instructivo.

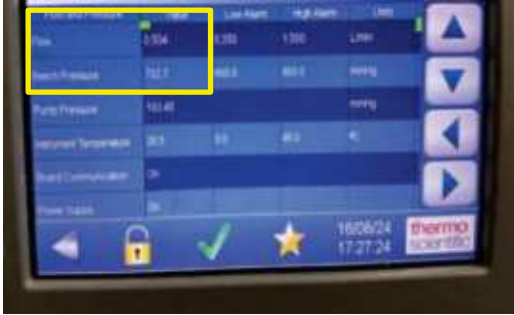
2.5. Verificación y/o ajuste del Analizador Automático de gases

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.

Para la verificación operacional (verificación y ajuste) del analizador automático de gases de Dióxido de nitrógeno (NO₂), con materiales de referencia de lotes diferentes

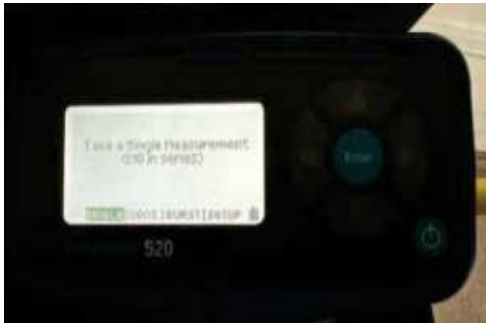
2.5.1	Verificación del estado de Parámetros operacionales
a.	Luego de haber transcurrido los 120 minutos de estabilización como mínimo, registrar en el formato PM0309-F07 “Verificación de analizadores automáticos de gases” la información del equipamiento, las condiciones ambientales internas de la caseta (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 ”.
2.5.2	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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

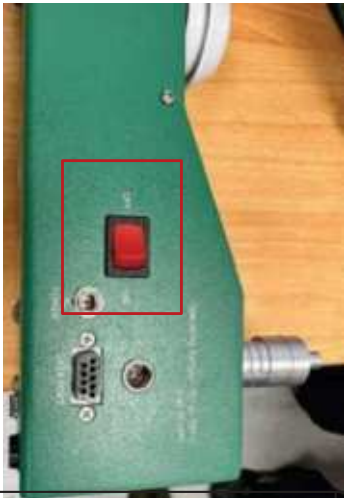
b.	Ingresar a la siguiente ruta Check ✓>Status and Alarms>Flow and Pressure> y en un periodo de cinco (5) minutos aproximadamente verificar que el flujo oscile a 0 L/min y que la presión se encuentre menor a 180 mmHg.  
c.	En caso la prueba no sea conforme, identificar la fuga y repetir el proceso nuevamente.
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 ”.
2.5.3	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.

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27260, 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>

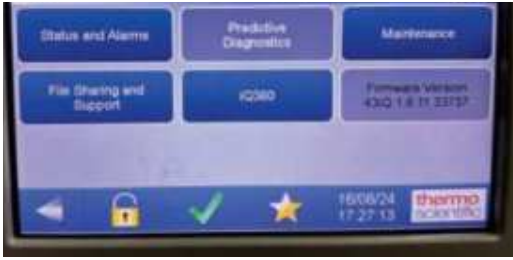
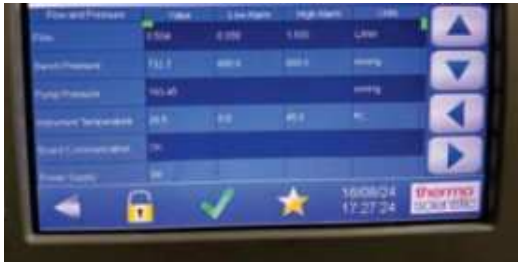
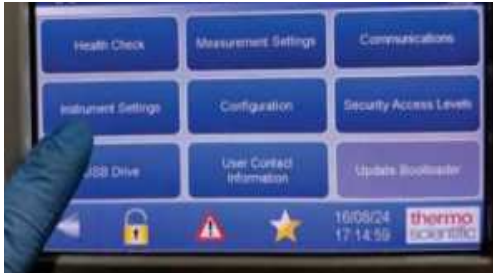
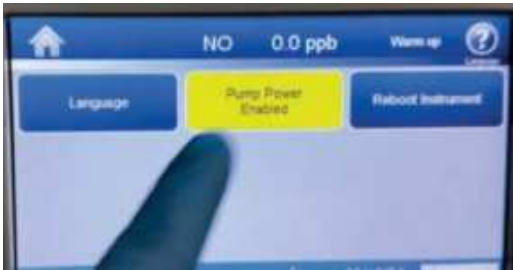
	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	  <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.

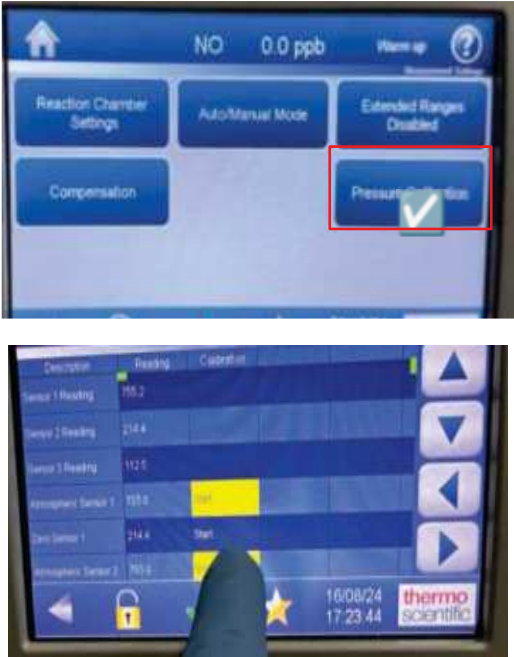
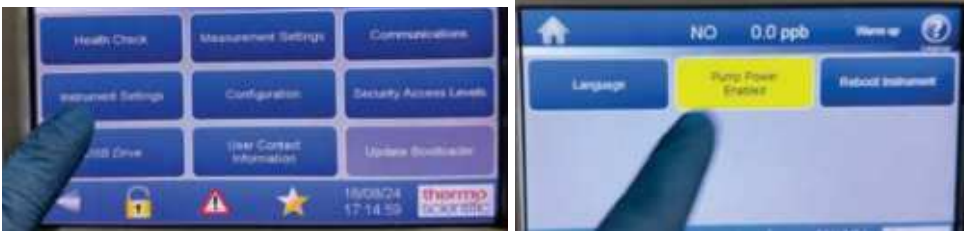
	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

		imagen frontal	
	botón de encendido		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).		

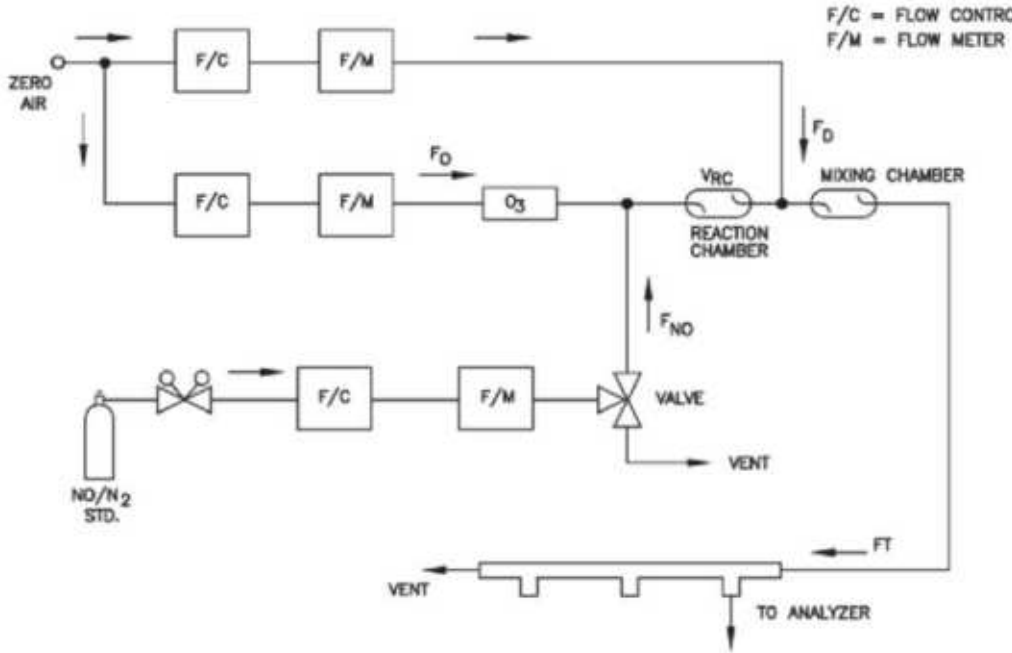
	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	  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 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.
2.5.4	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.  

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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.
2.5.5	Verificación de aire cero y concentración conocida span

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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).

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	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.

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27260, 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>

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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.
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.

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27260, 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: 03
		Fecha: 11/06/2025

c.	Si la lectura NO y NOx 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.
2.5.7	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 NOx 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.
2.5.8	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 NOx 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 NOx.
2.5.9	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

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27260, 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>

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	calibration>Adjust Span Coeficient 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 NOx” 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
2.5.10	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.
2.5.11	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 .

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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: $\frac{(R_n - P_n) - (R_1 - P_1)}{P_1 - P_n} \times 100$ 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.
2.5.12	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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	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.
2.5.13	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

⁴ 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: 03
		Fecha: 11/06/2025

	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”

2.6. Instalación y Puesta en funcionamiento

2.6.1	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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

2.7. Descarga de datos

2.7.1	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 (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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	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.

2.8. 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.

2.8.1	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.
2.8.2	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.
2.8.3	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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Al culminar todos los mantenimientos preventivos en campo, esperar un tiempo aproximado de diez (10) minutos para continuar con la medición.

2.9. 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: 03
			Fecha: 11/06/2025

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.
Temperatura de Manifold	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.	25 °C ± 3.0 °C	N.A.	Manual del fabricante
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 ±20% del flujo inicial.	± 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	± 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			

I-DEAM-PM0313-33

Versión: 03

Fecha de aprobación: 11/06/2025

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: 03
			Fecha: 11/06/2025

Variable	Frecuencia	Criterio de aceptación*		C.A. del Método / Norma / Manual
		Verificación	Ajuste	
Span	NO 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 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)
Verificación Multipunto	CO	± 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).
	CO, NO ₂ , SO ₂	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		Eficiencia > 95%	N.A.	NTP-ISO 7996:2019 Aire ambiental. Determinación de la concentración másica de óxidos de nitrógeno. Método de quimioluminiscencia

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Variable	Frecuencia	Criterio de aceptación*		C.A. del Método / Norma / Manual
		Verificación	Ajuste	
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: 03
		Fecha: 11/06/2025

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: 03
		Fecha: 11/06/2025

- 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: **03**
Fecha de aprobación: **11/06/2025**

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- 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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

cual contiene información redundante del servidor. La base datos local debe almacenar información por un mínimo de 3 meses.

- 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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- 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 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.

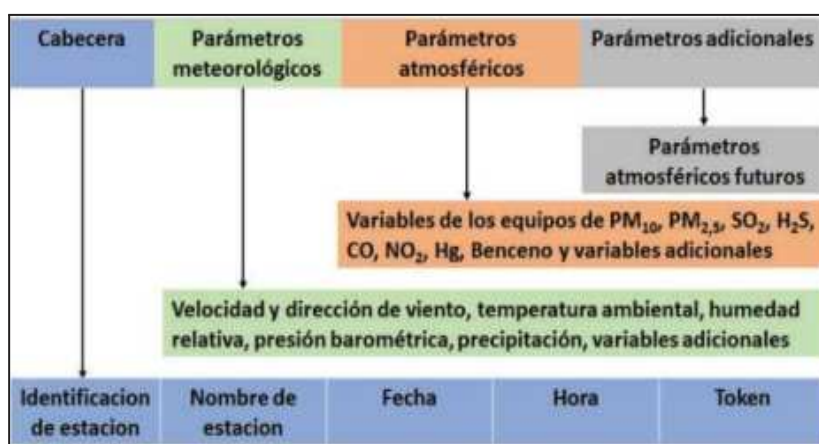
2.5. Envío de las tramas

- a) Todas las tramas enviadas por las estaciones de monitoreo ambiental deben tener la misma URL: <http://sistemas.oefa.gob.pe/vigilancia-amb2-aire-ws/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

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

viento, temperatura ambiental, humedad relativa, presión barométrica, precipitación y las variables adicionales que en un futuro complementaran las mediciones meteorológicas.

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,

 Organismo de Evaluación y Promoción Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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 concentración de los parámetros atmosféricas, estado de la comunicación, estado operativo y variables internas propias (temperatura interna, flujo de succión, voltaje de lampara, 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"}

 Organismo de Evaluación y Promoción Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

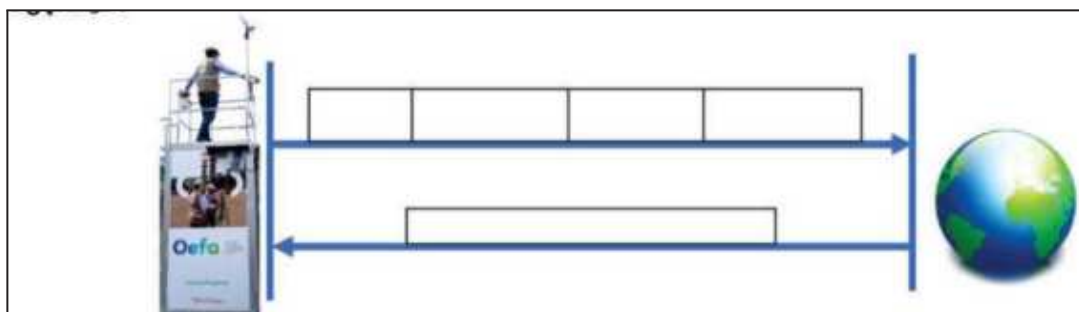
Campos	Estructura en JSON
	<pre>"12.222", "fd153": "12.222", "fd154": "12.222", "fd155": "12.222", "fd156": "12.222", "fd157": "12.222", "fd158": "reserva158", "fd159": "reserva159", "fd160": "AABB"}</pre>
Adicional 2	<pre>"adicional2": {"fd161": "1", "fd162": "12.222", "fd163": "12.222", "fd164": "12.222", "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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Adicionalmente, se sugiere contabilizar los mensajes para obtener un indicador del rendimiento de la transmisión.

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 PM_{10} , las variables obtenidas fueron la concentración, estado, flujo principal, flujo de bypass, frecuencia, ruido y carga del filtro, los valores obtenidos fueron 34,54 ($\mu g/m^3$), 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 ($^{\circ}C$), 56,87 (%), 2,34 (m/s) y 182 ($^{\circ}$), 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 PM_{10}) y de las variables recolectadas.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Tabla 2. Ejemplo de formación de trama

Campos	Estructura en JSON
Cabecera	"Cabecera": {"id_estacion": 14, "nombre_estacion": "CA-TR-01", "fecha_data": "04/07/2020", "hora_data": "08:05:00", "token": "AC3R5459BC2G24CX34"}
Meteorología	"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"}
PM ₁₀	"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"}

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: 03
		Fecha: 11/06/2025

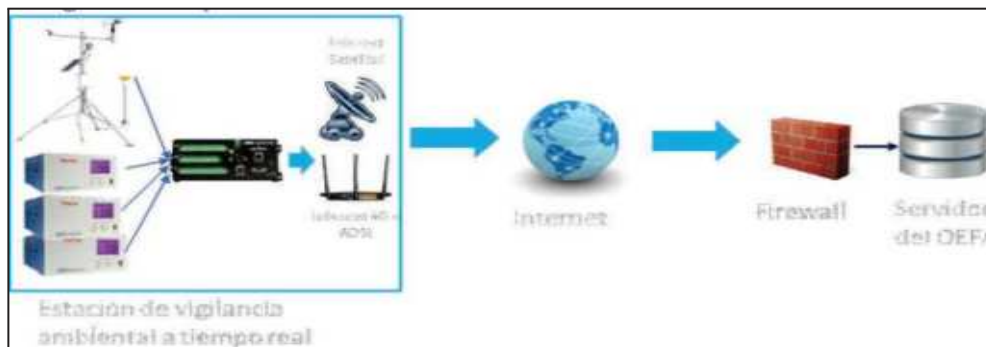
Figura 3. Ejemplo de recolección de la concentración promedio de 30 minutos de un equipo TEOM, desde un data logger.



- 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: 03
		Fecha: 11/06/2025

Figura 4. Diagrama del sistema de telemetría de las estaciones de monitoreo de la calidad de aire a tiempo real

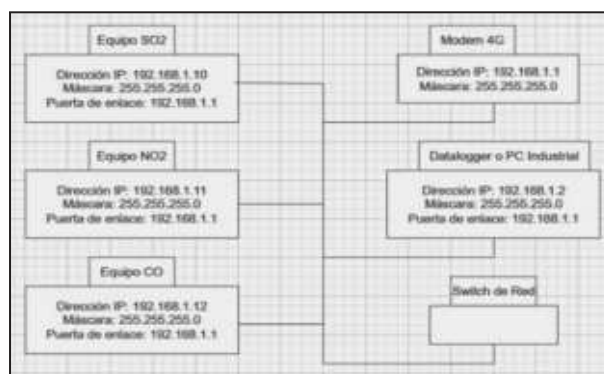


Para implementar un sistema de telemetría en las estaciones de vigilancia ambiental se necesitan el siguiente equipamiento:

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.



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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 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

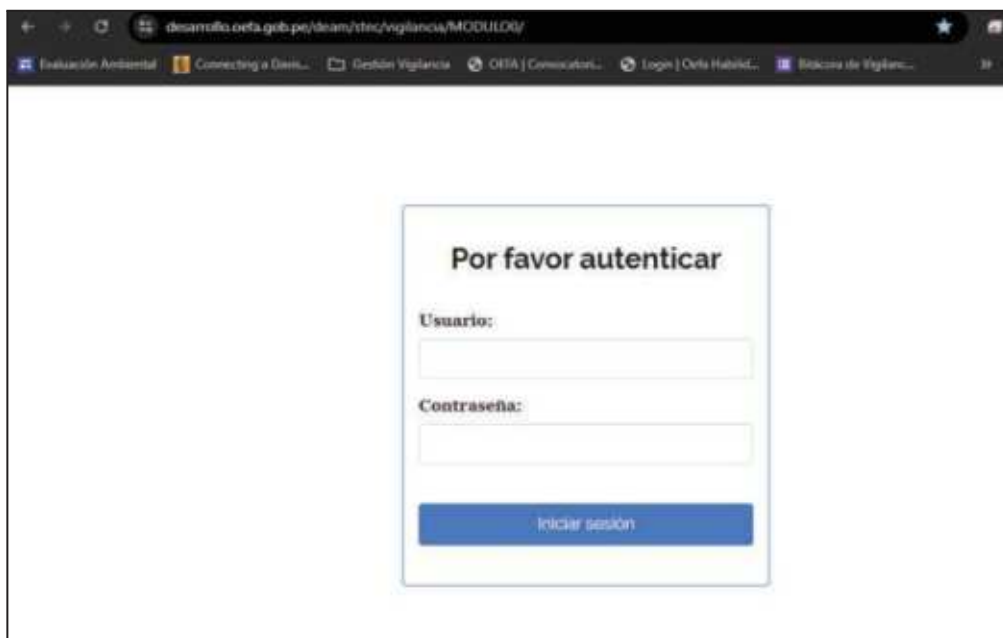
⁴ Para ingresar al PM0313-F39 solicitar la creación de usuario y contraseña al Responsable Técnico de calidad de aire I-DEAM-PM0313-34
Versión: 03
Fecha de aprobación: 11/06/2025

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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 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.

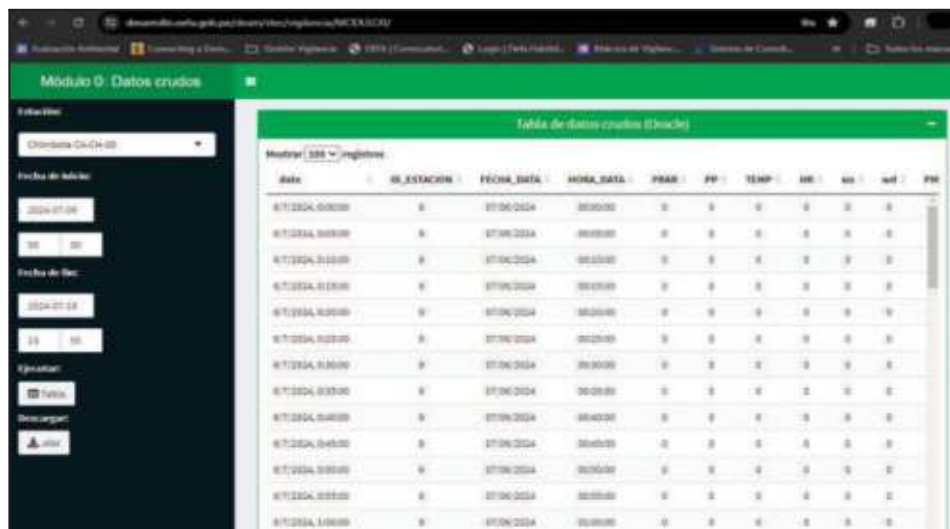


Para proceder a la descarga de los datos de las estaciones de debe realizar seleccionar el código de la estación de vigilancia ambiental, posteriormente se debe seleccionar el intervalo de fechas, así como las horas.

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.

 Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Figura 8. Descarga de datos del módulo 0



The screenshot shows a web application interface for 'Módulo 0: Datos crudos'. On the left, there are filters for 'Estación' (set to 'Chimanta 04-04-00'), 'Fecha de Inicio' (2024-07-06), 'Fecha de Fin' (2024-07-08), 'Operador' (Félix), and 'Descargar' (Excel). The main area displays a table titled 'Tabla de datos crudos (Hoja1)' with 12 columns: Date, ID_ESTACION, FECHA_DATA, HORA_DATA, PM10, PM2.5, TEMP, HUM, VEC, WIND, and PRES. The table contains 12 rows of data for the date 07/06/2024.

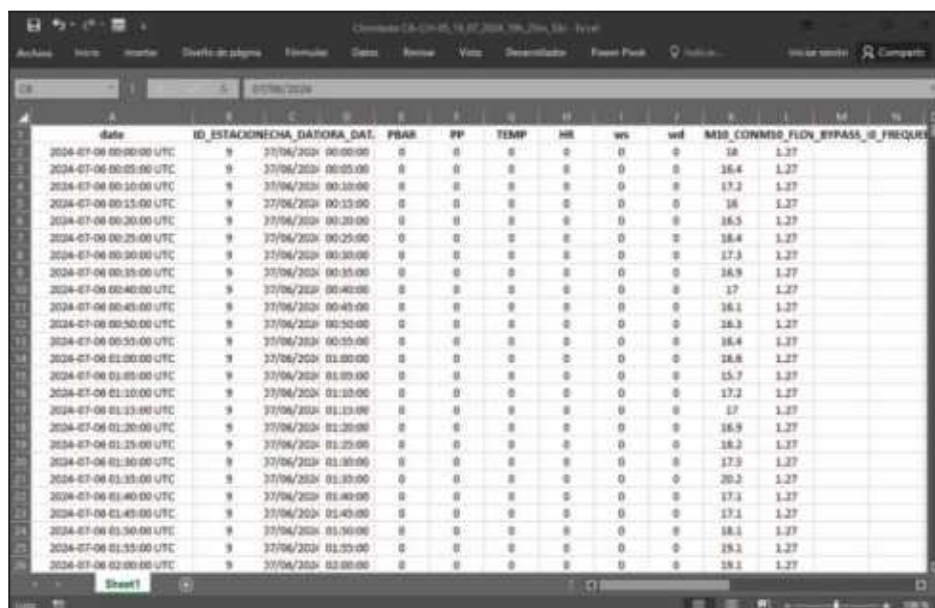
Date	ID_ESTACION	FECHA_DATA	HORA_DATA	PM10	PM2.5	TEMP	HUM	VEC	WIND	PRES
6/7/2024, 0:00:00	0	07/06/2024	00:00:00	0	0	0	0	0	0	0
6/7/2024, 0:05:00	0	07/06/2024	00:05:00	0	0	0	0	0	0	0
6/7/2024, 0:10:00	0	07/06/2024	00:10:00	0	0	0	0	0	0	0
6/7/2024, 0:15:00	0	07/06/2024	00:15:00	0	0	0	0	0	0	0
6/7/2024, 0:20:00	0	07/06/2024	00:20:00	0	0	0	0	0	0	0
6/7/2024, 0:25:00	0	07/06/2024	00:25:00	0	0	0	0	0	0	0
6/7/2024, 0:30:00	0	07/06/2024	00:30:00	0	0	0	0	0	0	0
6/7/2024, 0:35:00	0	07/06/2024	00:35:00	0	0	0	0	0	0	0
6/7/2024, 0:40:00	0	07/06/2024	00:40:00	0	0	0	0	0	0	0
6/7/2024, 0:45:00	0	07/06/2024	00:45:00	0	0	0	0	0	0	0
6/7/2024, 0:50:00	0	07/06/2024	00:50:00	0	0	0	0	0	0	0
6/7/2024, 0:55:00	0	07/06/2024	00:55:00	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

 Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO		Código: PM313
			Versión: 03
			Fecha: 11/06/2025



	date	ID_ESTACION	NECHA	DATORA	DAT	PPAR	PP	TEMP	HR	WS	WD	M10	COMMED	FLOW	BYPASS	FREQUE
1	2024-07-06 00:00:00 UTC	9	37/06/2024	00:00:00	0	0	0	0	0	0	0	18	1.27			
2	2024-07-06 00:05:00 UTC	9	37/06/2024	00:05:00	0	0	0	0	0	0	0	16.4	1.27			
3	2024-07-06 00:10:00 UTC	9	37/06/2024	00:10:00	0	0	0	0	0	0	0	17.2	1.27			
4	2024-07-06 00:15:00 UTC	9	37/06/2024	00:15:00	0	0	0	0	0	0	0	16	1.27			
5	2024-07-06 00:20:00 UTC	9	37/06/2024	00:20:00	0	0	0	0	0	0	0	16.5	1.27			
6	2024-07-06 00:25:00 UTC	9	37/06/2024	00:25:00	0	0	0	0	0	0	0	16.4	1.27			
7	2024-07-06 00:30:00 UTC	9	37/06/2024	00:30:00	0	0	0	0	0	0	0	17.3	1.27			
8	2024-07-06 00:35:00 UTC	9	37/06/2024	00:35:00	0	0	0	0	0	0	0	16.9	1.27			
9	2024-07-06 00:40:00 UTC	9	37/06/2024	00:40:00	0	0	0	0	0	0	0	17	1.27			
10	2024-07-06 00:45:00 UTC	9	37/06/2024	00:45:00	0	0	0	0	0	0	0	16.1	1.27			
11	2024-07-06 00:50:00 UTC	9	37/06/2024	00:50:00	0	0	0	0	0	0	0	16.3	1.27			
12	2024-07-06 00:55:00 UTC	9	37/06/2024	00:55:00	0	0	0	0	0	0	0	16.4	1.27			
13	2024-07-06 01:00:00 UTC	9	37/06/2024	01:00:00	0	0	0	0	0	0	0	16.6	1.27			
14	2024-07-06 01:05:00 UTC	9	37/06/2024	01:05:00	0	0	0	0	0	0	0	15.7	1.27			
15	2024-07-06 01:10:00 UTC	9	37/06/2024	01:10:00	0	0	0	0	0	0	0	17.2	1.27			
16	2024-07-06 01:15:00 UTC	9	37/06/2024	01:15:00	0	0	0	0	0	0	0	17	1.27			
17	2024-07-06 01:20:00 UTC	9	37/06/2024	01:20:00	0	0	0	0	0	0	0	16.9	1.27			
18	2024-07-06 01:25:00 UTC	9	37/06/2024	01:25:00	0	0	0	0	0	0	0	16.2	1.27			
19	2024-07-06 01:30:00 UTC	9	37/06/2024	01:30:00	0	0	0	0	0	0	0	17.5	1.27			
20	2024-07-06 01:35:00 UTC	9	37/06/2024	01:35:00	0	0	0	0	0	0	0	20.2	1.27			
21	2024-07-06 01:40:00 UTC	9	37/06/2024	01:40:00	0	0	0	0	0	0	0	17.3	1.27			
22	2024-07-06 01:45:00 UTC	9	37/06/2024	01:45:00	0	0	0	0	0	0	0	17.1	1.27			
23	2024-07-06 01:50:00 UTC	9	37/06/2024	01:50:00	0	0	0	0	0	0	0	18.1	1.27			
24	2024-07-06 01:55:00 UTC	9	37/06/2024	01:55:00	0	0	0	0	0	0	0	19.1	1.27			
25	2024-07-06 02:00:00 UTC	9	37/06/2024	02:00:00	0	0	0	0	0	0	0	19.1	1.27			

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.

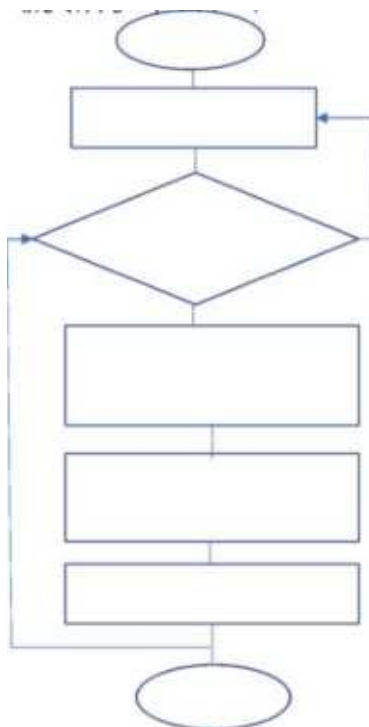
Adicionalmente, se cuenta con scripts (algoritmos) en lenguaje de programación R, para el tratamiento de los datos en gabinete (el proceso de validación de datos), la suficiencia de datos, así como los promedios horarios, de 8 horas, de 24 horas, etc. Cabe precisar que en los algoritmos se hace uso de 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.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025



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).

 Organismo de Evaluación y Promoción Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- 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: 03
		Fecha: 11/06/2025

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.

 Oefa Organismo de Evaluación y Fomento Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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	

 Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO		Código: PM0313
			Versión: 03
			Fecha: 11/06/2025

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 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: 03
		Fecha: 11/06/2025

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

 Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO		Código: PM0313
			Versión: 03
			Fecha: 11/06/2025

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

 Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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: 03
		Fecha: 11/06/2025

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

 Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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: 03
		Fecha: 11/06/2025

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: 03
		Fecha: 11/06/2025

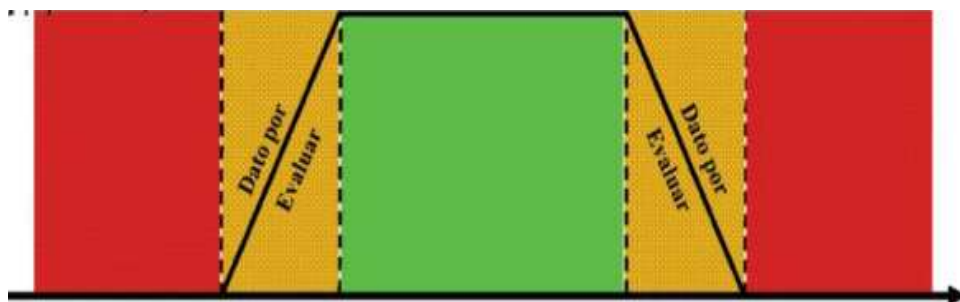
Periodo de medición	Captura de datos esperado
24 horas	$12 \frac{\text{datos}}{\text{hora}} \times 24 \text{ horas} = 288 \text{ datos de 5 minutos}$
	$1 \text{ día} \times \frac{24 \text{ horas}}{1 \text{ día}} \times \frac{1 \text{ dato}}{\text{hora}} = 24 \text{ datos horarios}$
Mes	$12 \frac{\text{datos}}{\text{hora}} \times 24 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \times 30 \text{ días} = 8640 \text{ datos de 5 minutos}$
	$12 \frac{\text{datos}}{\text{hora}} \times 24 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \times 31 \text{ días} = 8928 \text{ datos de 5 minutos}$
	$\frac{24 \text{ horas}}{1 \text{ día}} \times \frac{1 \text{ dato}}{\text{hora}} \times 30 \text{ días} = 720 \text{ datos horarios}$
	$\frac{24 \text{ horas}}{1 \text{ día}} \times \frac{1 \text{ dato}}{\text{hora}} \times 31 \text{ días} = 744 \text{ datos horarios}$

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.

 Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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.

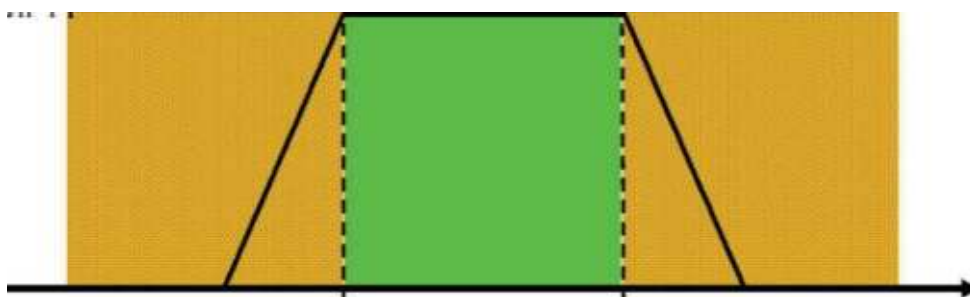
Tabla 14. Asignación de límites a parámetros ambientales

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

 Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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: 03
		Fecha: 11/06/2025

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	SO2_FLOW	L/min	5 minutos y horarios	0.3	1.0
Lámpara interna de equipo	SO2_LAMP_INT	-	5 minutos y horarios	20	102
Temperatura interna de equipo	SO2_INTERNAL_TEMP	°C	5 minutos y horarios	8	47
PMT voltaje de equipo	SO2_PMT_VOLTAGE	V	5 minutos y horarios	-900	-400
Lámpara de voltaje de equipo	SO2_LAMP_VOLTAGE	V	5 minutos y horarios	600	1200
Temperatura de cámara de equipo	SO2_BENCH_TEMP	°C	5 minutos y horarios	44	51
Presión de cámara de equipo	SO2_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 Fomento Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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: 03
		Fecha: 11/06/2025

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)
	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)
	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)
	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.
EE	

 Oefa Organismo de Evaluación y Fomento Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

	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>

 Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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.

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: 03
		Fecha: 11/06/2025

	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 si almaceno 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>

 Organismo de Evaluación y Fomento Tecnológico	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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.

[illegible]

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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

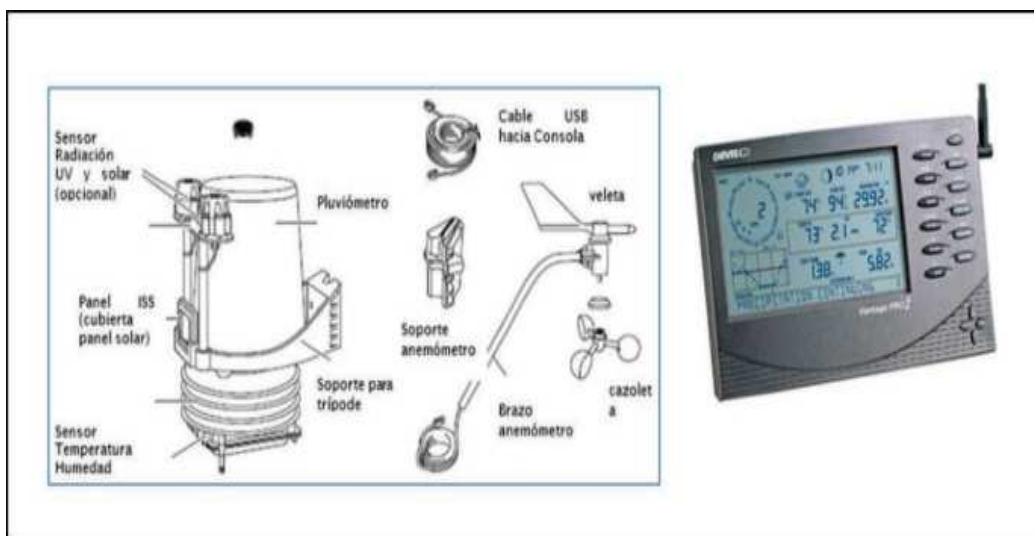
	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- 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)

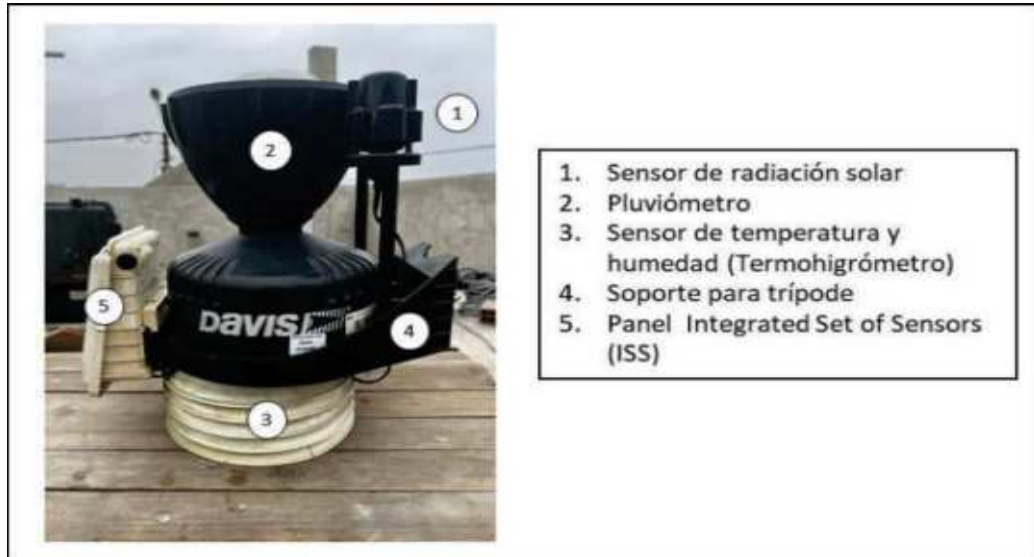


2.3. Instalación del equipo y puesta en funcionamiento

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:

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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)

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025



- 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,

³ Guía de instrumentos y métodos de observación Volumen I – Medición de variables meteorológicas. Organización Meteorológica Mundial (OMS). 2008

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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.

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)



Figura 6. Estación meteorológica de la marca Davis instalada

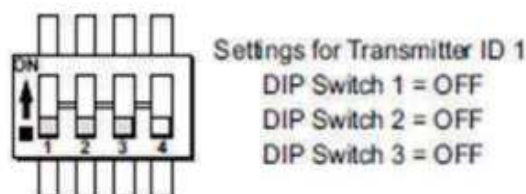


2.3.4 Configuración del "Transmitter ID"(inalámbrico) (viene de OTEC)

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- 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:

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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

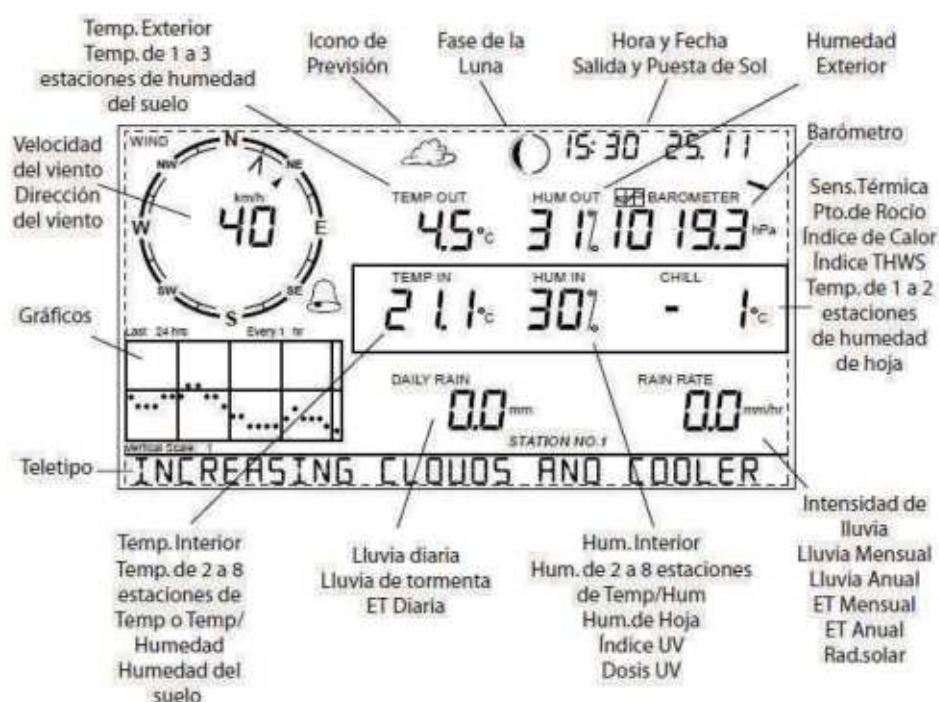
- Verificar la correcta instalación del “data logger”. Este componente es la memoria del equipo que almacena toda la información meteorológica que es descargada posteriormente mediante el software WeatherLink.

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".

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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- "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 «-».
- 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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- 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

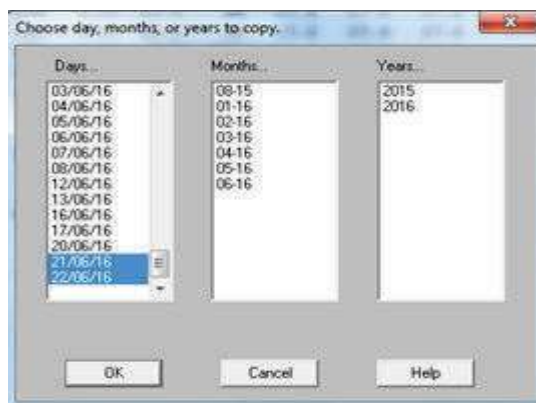
- a. Al culminar el periodo de muestreo realizar la descarga de información siguiendo los siguientes pasos.
- b. Conecte la consola Vantage Pro2 a la PC o Laptop, mediante el cable USB proporcionado por el fabricante. La consola debe estar encendida.



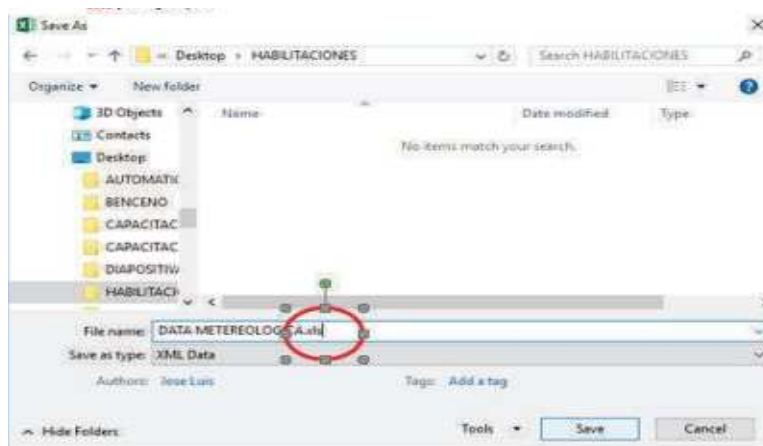
- c. Ejecute el software WeatherLink versión vigente y compatible para descargar los datos almacenados en el data logger de la consola y siga los siguientes pasos:
 1. Pulse “SI”, en el mensaje inicial que aparece en pantalla. En “New Station” seleccione una carpeta y un nombre para crear el archivo 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).

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025



- h. Grabe en una carpeta el archivo en formato Excel grabando el nombre del archivo con la terminación xls, por ejemplo:



- 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)

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- 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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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.
- 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

³ Operator's Manual CR1000 Data logger. Revisión: 2/2018.

⁴ Product Manual CR300 Series Compact Data logger. Revisión 04/30/2018

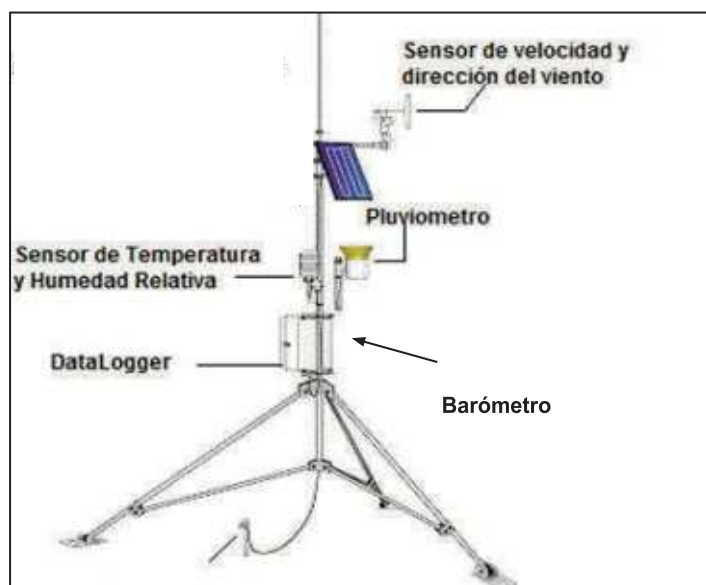
	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- 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 distancia a un obstáculo debe ser de 1,5 m el diámetro de la torre o mástil.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- 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: 03
		Fecha: 11/06/2025

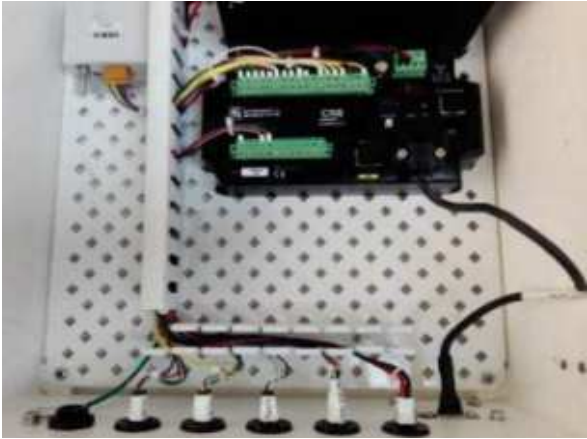
- b. Es importante considerar, que para las estaciones meteorológicas Campbell, su fuente de energía es a través de energía eléctrica.
- c. Instalar el sensor de temperatura ambiental y humedad relativa en uno de los brazos del trípode y asegurar hasta que se encuentre fija, cumpliendo con los criterios 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, direcciona 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.

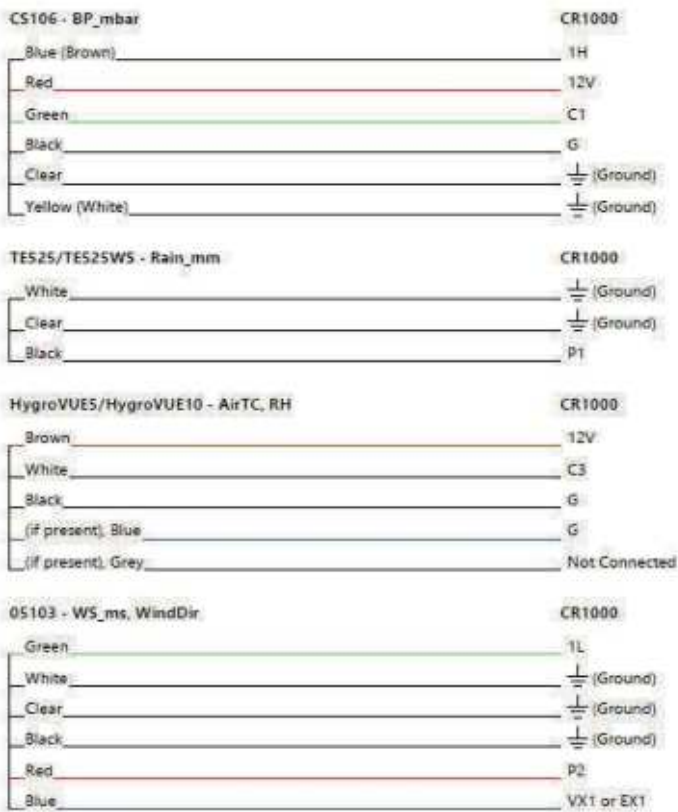
	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- 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: 03
		Fecha: 11/06/2025

treinta (30) segundos; cabe precisar que la configuración del intervalo de registro del data logger lo realiza la UF-OTEC.

- 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:

- Ejecutar el programa LoggerNet.
- Presionar la opción “Main” y luego la opción “Setup”.
- Luego ir a la opción “Add”, dar click en “siguiente” y elegir el modelo de la estación meteorológica Campbell y presionar “siguiente”.
- Luego de elegir el tipo de conexión, se recomienda elegir la opción “IP Port” y presionar “siguiente”.
- Buscar el data logger correspondiente presionando la opción “UDP Search” y elegir el IP correspondiente al data logger configurado.
- Luego presionar la opción “Add Selected” y colocar “Next” hasta que aparezca la opción de “Communication Test”.
- Cuando aparezca esta opción seleccionar la opción “Yes” y presionar “Next”.
- Luego de este proceso, aparecerá una ventana emergente, presionar “Finish” y cerrar la ventana.
- 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.
- Posteriormente luego de seleccionar la configuración creada, presionar “Connect” en la parte superior y luego elegir la opción “Public”.
- 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:

- Ejecutar los pasos anteriores precisados en el ítem 2.4.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

2. Luego seleccionar la opción “Custom”.
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: 03
		Fecha: 11/06/2025

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: 03
		Fecha: 11/06/2025

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:

- 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, Manual Técnico del SENAMHI² y/o de acuerdo con lo establecido en el Manual del fabricante.
- 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”
- c. 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.
- 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.

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: **03**

Fecha de aprobación: **11/06/2025**

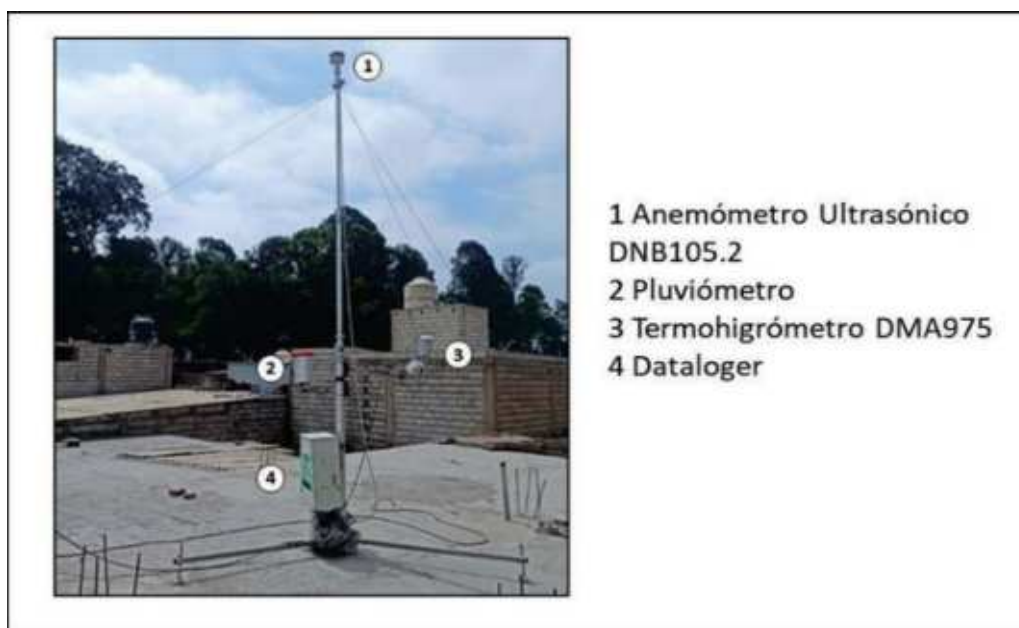
	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- 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: 03
		Fecha: 11/06/2025

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:

- 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.
- 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.
- 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.
- Respecto al anemómetro:
 - Debe ser ubicado en un área sin desniveles, libre de obstáculos e interferencias.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- 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: **03**
Fecha de aprobación: **11/06/2025**

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Figura 3. *Instalación del mástil Maigrai (modelo RAI-M02)*

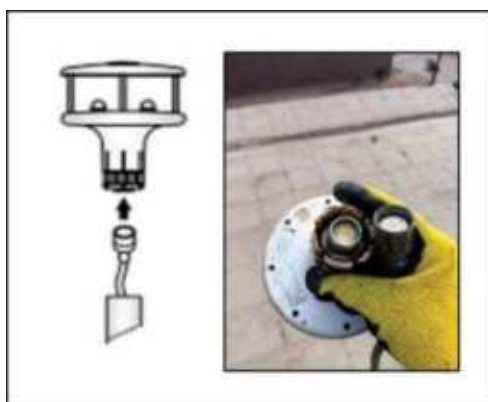


- La instalación se inicia colocando el anemómetro, con el fin de extender el mástil al máximo y luego colocar el gabinete Weatherproof, así como, los brazos metálicos que cumplirán la función de soporte de los sensores.

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: 03
		Fecha: 11/06/2025

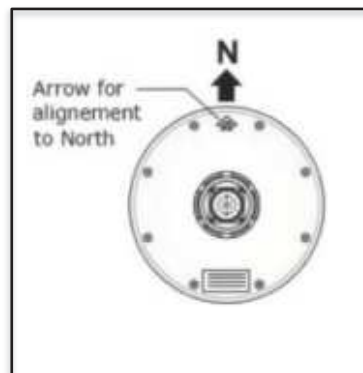
- Monte el anemómetro en el mástil ($\varnothing$ 40 mm exterior y $\varnothing$ 36 mm interior). En caso de que el mástil tenga $\varnothing$ 50 mm externo, se debe utilizar el adaptador DNB191.

Figura 5. Montaje del Anemómetro en mástil



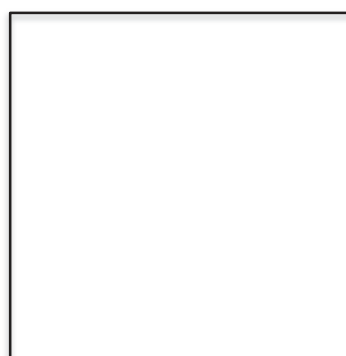
- Con la ayuda de una brújula coloque el anemómetro con la flecha hacia el norte. Se recomienda resaltar con un plumón de color la flecha dirigida al norte.

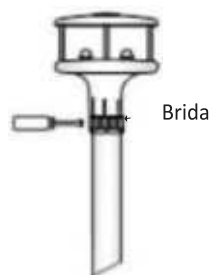
Figura 6. Indicador del Anemómetro orientado al Norte



- 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):

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- 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".

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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.”

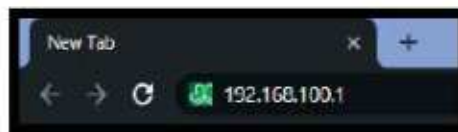
	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Datalogger **TEST00**

— Prefijo estático — Identificador del Equipo



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).



MAIGRAI
management platform

Datalogger Webserver

Usuario

Contraseña

ACCEDER

Prueba Alarma
CE0000

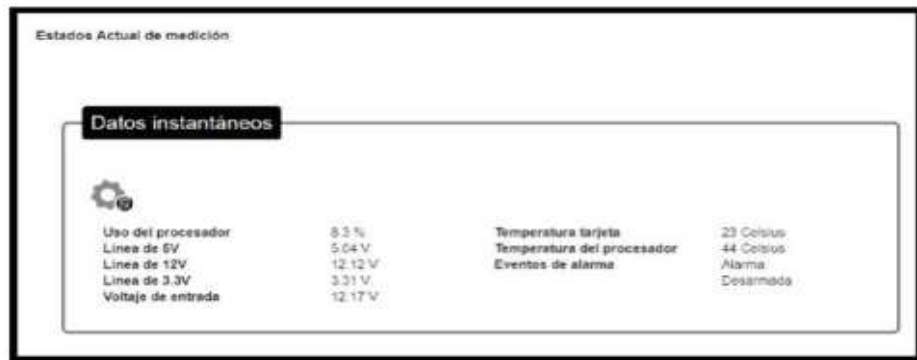
2.5.4. Buscar en el panel izquierdo, la opción “estados actuales de medición”.

	Código: PM0313	
	Versión: 03	
	Fecha: 11/06/2025	

FICHA DE PROCEDIMIENTO



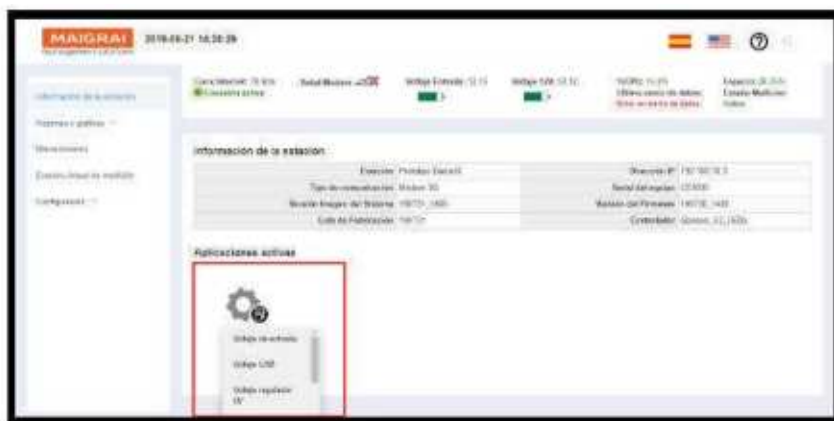
2.5.5. Hacer click en la opción “estado actual” y se desplegará una ventana con dicha información.



2.5. Descarga de data

2.5.1. Seguir los pasos del 2.4.1 al 2.4.3.

2.5.2. En el panel izquierdo buscar la opción “Reportes y gráficos”.



	Código: PM0313	
	Versión: 03	
	Fecha: 11/06/2025	

FICHA DE PROCEDIMIENTO

2.5.3. Elegir el rango de fechas que se desea bajar la data.

Nota. Se recomienda realizar la descarga en periodos máximo de hasta siete (7) días.

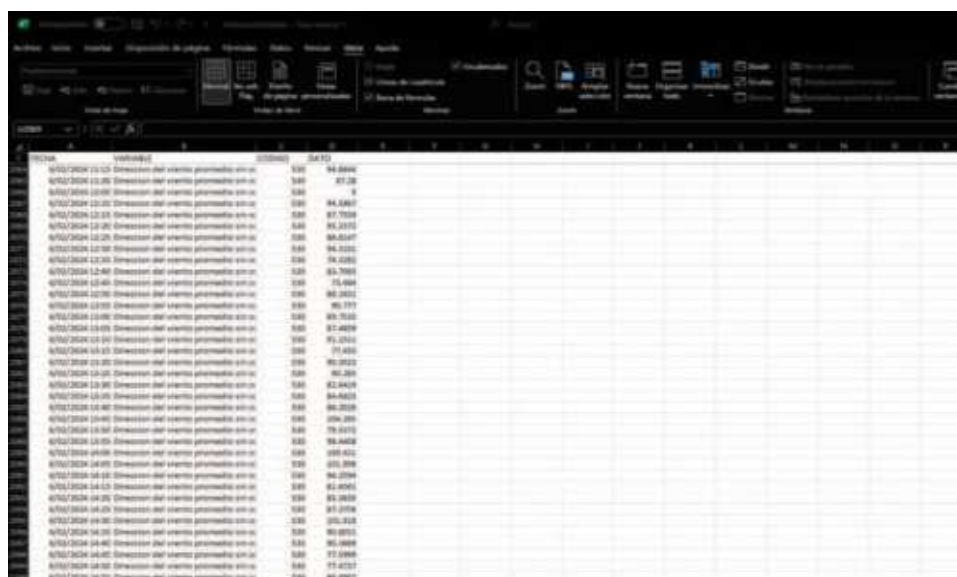


2.5.4. Luego esperar la confirmación de la baja de la data.



Tipo	Fecha de inicio	Fecha de fin	Estado	Método	Fecha de confirmación
Descarga de datos	2025-06-11	2025-06-11	Completado	Web	2025-06-11

2.5.5. Descomprimir el archivo y abrir con Excel, la data.



Fecha	Hora	Temperatura	Humedad	Viento	Presión	Nivel del mar
2025-06-11	00:00	22.00	75.00	1.00	1013.00	0.00
2025-06-11	01:00	21.50	74.50	1.00	1013.00	0.00
2025-06-11	02:00	21.00	74.00	1.00	1013.00	0.00
2025-06-11	03:00	20.50	73.50	1.00	1013.00	0.00
2025-06-11	04:00	20.00	73.00	1.00	1013.00	0.00
2025-06-11	05:00	19.50	72.50	1.00	1013.00	0.00
2025-06-11	06:00	19.00	72.00	1.00	1013.00	0.00
2025-06-11	07:00	18.50	71.50	1.00	1013.00	0.00
2025-06-11	08:00	18.00	71.00	1.00	1013.00	0.00
2025-06-11	09:00	17.50	70.50	1.00	1013.00	0.00
2025-06-11	10:00	17.00	70.00	1.00	1013.00	0.00
2025-06-11	11:00	16.50	69.50	1.00	1013.00	0.00
2025-06-11	12:00	16.00	69.00	1.00	1013.00	0.00
2025-06-11	13:00	15.50	68.50	1.00	1013.00	0.00
2025-06-11	14:00	15.00	68.00	1.00	1013.00	0.00
2025-06-11	15:00	14.50	67.50	1.00	1013.00	0.00
2025-06-11	16:00	14.00	67.00	1.00	1013.00	0.00
2025-06-11	17:00	13.50	66.50	1.00	1013.00	0.00
2025-06-11	18:00	13.00	66.00	1.00	1013.00	0.00
2025-06-11	19:00	12.50	65.50	1.00	1013.00	0.00
2025-06-11	20:00	12.00	65.00	1.00	1013.00	0.00
2025-06-11	21:00	11.50	64.50	1.00	1013.00	0.00
2025-06-11	22:00	11.00	64.00	1.00	1013.00	0.00
2025-06-11	23:00	10.50	63.50	1.00	1013.00	0.00

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.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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.

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: 03
		Fecha: 11/06/2025

Instructivo de Toma de muestras en calidad de agua

I. OBJETIVO

Describir las acciones a seguir para la toma de muestras de agua natural, residual y salina.

II. INSTRUCCIONES

Para el desarrollo de la toma de muestra de agua natural, residual y salina es necesario se considere la planificación, logística mínima necesaria, ejecución y aseguramiento de calidad del muestreo.

ACCIONES ANTES DE LA TOMA DE MUESTRA

2.1 PLANIFICACIÓN

Se realiza en gabinete con la finalidad de diseñar el trabajo de monitoreo que incluye el área de estudio (cuando sea necesario), puntos de monitoreo, lugares de acceso, verificación y ubicación de la zona de muestreo, los parámetros en cada punto de monitoreo, los equipos, materiales, reactivos, formatos de campo, seguridad en el trabajo de campo.

En el caso de toma de muestra de agua subterránea se considera la cantidad y características estructurales de los piezómetros a evaluar (Diámetro, nivel piezométrico, nivel freático y profundidad total), la ubicación de los piezómetros y su entorno, la profundidad de muestreo respecto del nivel freático y la metodología adecuada para la campaña de muestreo de agua subterránea, en función de los parámetros y objetivos establecidos para el muestreo.

2.1.1 Establecimiento de red de puntos de muestreo

Se debe contar con un mapa hidrográfico de la cuenca hidrográfica e intercuenca o de la zona marina, de ser necesario. La recopilación e integración de información se realiza mediante herramientas informáticas como ArcGis, Google Earth Pro, entre otras.

2.1.2 Puntos de monitoreo

En la determinación de la ubicación se utiliza el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), las coordenadas del punto de monitoreo deben ser registradas en sistema UTM para los puntos en cuerpos de agua continental y en sistema geográfico para puntos de monitoreo en el mar, ambos en estándar geodésico WGS84.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

Debe registrar puntos de referencia en la proximidad del punto de monitoreo, tales como puentes, kilometraje vial, localidad u otro elemento. En el caso de muestreo en cuerpos de aguas lénticos o marino costeros, es útil indicar por lo menos dos puntos de referencia en la costa que permita la ubicación rápida en campo.

2.1.3 Equipos, materiales y reactivos

El área usuaria envía notificación mediante correo electrónico e ingresa al SIGEMA / OTEC / Requerimiento / al Módulo Requerimiento de equipos y en “Consulta de Requerimiento de Servicio de Análisis” del SIGEMA registra el detalle del requerimiento de equipamiento y de los materiales respectivamente o ingresa al link de UF-OTEC de requerimiento de equipamiento y materiales.

Las observaciones detectadas por UF-OTEC son comunicadas mediante correo electrónico al área usuaria y el plazo de atención se cuenta a partir de recibido el requerimiento con la observación resuelta.

El/La operador/a de ensayos recibe los registros PM0309-F01 “Lista de verificación para equipos”, PM0309-F02 “Acta de entrega”, PM0309-F03 “Verificación operacional de equipos”, el Formato PA0211-F04 “Orden de salida y reingreso de bienes muebles patrimoniales”, PM0310-F01 “Requerimiento de materiales” y PM0310-F03 “Producción de agua desionizada” según aplique, debidamente firmados para su revisión.

El/La operador/a de ensayos verifica la calidad, cantidad del equipamiento y materiales entregado, de acuerdo a lo señalado en el Formato PA0211-F04 “Orden de salida y reingreso de bienes muebles patrimoniales” cuando corresponda y realiza la verificación operacional, cuando aplique, de acuerdo a los instructivos I-DEAM-PM0309-02 “Instructivo de verificación de multiparámetro”, I-DEAM-PM0309-03 “Instructivo de uso y verificación del equipo correntómetro”, I-DEAM-PM0309-04 “Instructivo uso y verificación de turbidímetro” y I-DEAM-PM0309-05 “Instructivo de verificación de colorímetro”.

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 revisa en dos momentos: previo a la salida a campo y en la devolución del equipamiento, conforme al procedimiento PM0309 “Procedimiento, aprovisionamiento y devolución de equipamiento”.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

2.1.4 Seguridad en el trabajo de campo

Las condiciones en la toma de muestras de calidad de agua tienen riesgos para la seguridad y la salud. Para prevenir daños personales y materiales y/o equipos durante el muestreo, se debe considerar:

1. Contar con la indumentaria y el equipo de protección personal (EPP).
2. La ubicación del punto de monitoreo debe de ser seleccionado en cuanto aplique garantizando el acceso y la toma de muestra en condiciones seguras.
3. Se recomienda coleccionar las muestras con ayuda de un brazo telescópico o con un recipiente sujetado de una soguilla, pero que conserve las medidas de seguridad. El operador de ensayos debe ser asegurado con arnés y una soguilla anclada a una estructura sólida.
4. En los cuerpos de agua marino-costeros se deben utilizar chalecos salvavidas.
5. En caso de lluvias torrenciales y permanentes, se debe paralizar el monitoreo.
6. Contar con botiquín de primeros auxilios, linterna, radio de comunicación, entre otros.

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

ACCIONES DURANTE LA TOMA DE MUESTRA

2.2. EJECUCIÓN

2.2.1 Reconocimiento del entorno

En el lugar de muestreo se deberá realizar el reconocimiento del entorno y precisar las características atípicas tales como: coloración anormal del agua, abundancia de algas o vegetación acuática, presencia de residuos, actividades humanas, presencia de animales y otros factores que modifiquen las características naturales del cuerpo de agua en el ítem de observaciones del formato PM0313-F02 “Datos de campo de agua”

2.2.2 Rotulado y etiquetado

Previo a la toma de muestra (de preferencia en el punto de muestreo), se colocan las etiquetas que contienen la siguiente información:

1. Código del punto de muestreo y/o identificación de la muestra.
2. Fecha (dd/mm/aaaa) y hora del muestreo (hh:mm en formato de 24 horas).
3. Parámetros
4. Tipo de matriz conforme al PM0313-F04 “Cadena de Custodia – Agua, Sedimento y Suelo”

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

5. Preservante (utilizado según el parámetro).

6. Responsable

Cuando corresponda, 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.

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.

2.2.3 Georreferenciación del punto de monitoreo

Para la identificación del punto de monitoreo, deberán confirmarse las coordenadas utilizando un equipo de GPS.

2.2.4 Registro Fotográfico

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:

- Una foto panorámica de la zona de muestreo
- Una foto 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, realizar el registro fotográfico durante la medición y lectura del equipamiento utilizado; el aseguramiento de calidad (blancos de campo, blancos de viaje, duplicados de campo, entre otros en caso aplique); y de muestras dirimentes.
- En caso aplique realizar registros fotográficos empleado un vehículo aéreo no tripulado (VANT)

El registro fotográfico de cada punto de muestreo debe indicar la siguiente información en la pizarra acrílica:

- Fecha (cuando corresponda utilizar el formato de dd/mm/aaaa)
- Hora (considerar el formato de 24 horas u horas inicial y final)
- Código de punto de muestreo
- Zona
- Coordenadas (ver Figura 1), para el caso de cuerpo marino se indica solo la profundidad

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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

2.2.5 Criterios para la toma de muestras

a. Toma de muestra en cuerpos de agua superficial de bajo caudal

Es aplicable para ríos de bajo caudal o de poca profundidad, donde hay fácil acceso de ingreso al río.

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

1. 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.
2. Ubicarse en un punto medio de la corriente principal, donde la corriente sea homogénea, evitando aguas estancadas y poco profundas.
3. Las muestras deben ser recolectadas en el nivel superficial entre unos 20 cm y 30 cm de profundidad, aproximadamente. Coger la botella por debajo del cuello, sumergirla en dirección opuesta al flujo de agua.
4. Antes de coleccionar las muestras, los baldes o jarras y frascos (según corresponda) se deben enjuagar como mínimo dos veces, a excepción de los frascos para el análisis de parámetros microbiológicos y orgánicos.
5. Coger el recipiente, retirar la tapa y contratapa sin tocar la superficie interna del frasco y , sumergirla en dirección opuesta al flujo de agua.
6. Para los parámetros orgánicos o parámetros que tengan una densidad menor que el agua, la toma de muestras se realiza en la superficie.
7. Considerar un espacio de 1% aproximadamente de la capacidad del envase para aquellos parámetros que requieren preservación.
8. 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.
9. Para el parámetro demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) y pruebas ecotoxicológico, el frasco debe llenarse lentamente en su totalidad para

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

evitar la formación de burbujas.

10. Los controles de calidad del proceso de muestreo de calidad de agua, se detallan en el Instructivo de I-DEAM-PM0314-23 “Instructivo de Aseguramiento de Validez de los Resultados”
11. Finalmente se procede con el llenado del formato PM0314-F04 “Cadena de custodia – agua, sedimento y suelo” para los parámetros que requieran análisis de laboratorio.

b.-Toma de muestra en cuerpos de agua superficial caudaloso

Este procedimiento se realiza cuando la corriente del río es caudaloso o profundo y en el muestreo de lagos desde la orilla, utilizando un brazo muestreador.

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

1. Ubicarse en un punto donde exista fácil acceso, donde la corriente sea homogénea y poco turbulenta.
2. Antes del inicio de la toma de muestras enjuagar el balde con agua del punto de muestreo como mínimo dos veces, luego tomar una muestra de agua para medir los parámetros de campo y registrar las mediciones en el formato PM0313-F02 “Datos de campo de agua”.
3. 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.
4. Extender el brazo muestreador y sumergir la botella en sentido contrario, hasta que se esté parcialmente llena y proceder a su enjuague (mínimo 2 veces), a excepción de los frascos para el análisis de los parámetros orgánicos o microbiológicos.
5. 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 contraria al flujo del río.
6. En caso las condiciones no lo permitan recolectar la muestra en un balde para su posterior trasvase a los frascos.
7. Repetir los pasos desde el punto 5 al 11 del ítem a.

c. Toma de muestras en el mar a orillas de playas en la Zona Mesolitoral o intermareal

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

1. En las playas donde el oleaje es tranquilo, se colecta las muestras a una profundidad aproximada de un metro o hasta que el agua cubra hasta la cintura del operador de ensayos. Si la pendiente del fondo es pronunciada, se tomará la muestra en la orilla, donde la profundidad del agua se encuentre entre el tobillo y la rodilla.
2. Se debe evitar tomar muestras en zonas de rompientes de olas.
3. Tomar un volumen de muestra de agua en un balde para medir los

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

parámetros de campo y registrar las mediciones en el formato PM0313-F02 “Datos de campo de agua”.

4. Proceder al enjuague de los frascos, retirando la tapa y contratapa sin tocar la superficie interna. Enjuagar el frasco como mínimo dos veces.
5. Colectar las muestras a una profundidad de 20 cm a 30 cm bajo el agua orientado la boca del frasco en contracorriente del flujo entrante. Evitar recolectar suciedad u otras películas de la superficie.
6. Llenar el recipiente con la metodología detallada del punto 5 al 11 del ítem a, procurando que no contenga o evitar la inclusión de arena.

d.- Toma de muestras desde puente o muelle

Es aplicable para ríos caudalosos que tienen acceso de puentes, para lo cual se debe emplear un balde transparente de 4 a 2 litros, según corresponda y una cuerda de nylon.

1. Ubicarse en el centro del puente
2. Amarrar y asegurar el balde con la cuerda de nylon
3. Bajar el balde y llenarlo, evitando la remoción de sedimentos del fondo del cauce. Al momento de subir el balde, se debe evitar raspar estructuras del puente con la cuerda para no contaminar las muestras.
4. Enjuagar el balde y lavar los últimos metros de la cuerda de nylon.
5. Tomar un volumen de muestra de agua en un balde para medir los parámetros de campo y registrar las mediciones en el formato PM0313-F02 “Datos de campo de agua”.
6. Llenar el recipiente con la metodología detallada del punto 5 al 11 del ítem a

e.- Toma de muestras usando embarcación.

Para el muestreo en cuerpos de agua navegables (ríos, lagos, mar) se debe considerar lo siguiente:

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

1. Si la estación ubicada no es muy profunda, anclar el bote (o atarlo a una boya). Si el cuerpo de agua es muy profundo, regular la ubicación con el motor o con los remos de la embarcación. La embarcación deberá orientarse hacia la proa contra la corriente para realizar las mediciones de campo y la toma de la muestra.
2. Tomar un volumen de muestra de agua en un balde para medir los parámetros de campo y registrar en el formato PM0313-F02 “Datos de campo de agua”.
3. Colocar la botella con el brazo muestreador, asegurarla y tirar la tapa y contratapa sin tocar la superficie interna.
4. Extender el brazo muestreador y enjuagar el recipiente como mínimo 2 veces. Para la toma de muestras sumergir el recipiente a una profundidad aproximada de 2 o 3 cm desde la superficie en dirección opuesta al flujo de la corriente.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

5. Llenar el frasco con la metodología descrita en el punto 7 al 10 del ítem a.

f.- Toma de muestras de agua de mar en la Zona Infralitoral o submareal

Toma de muestras a diferentes profundidades utilizando la botella hidrográfica (tipo Niskin, Van Dorn o similar).

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

1. Marcar la cuerda de nylon en cada metro y colocar un lastre por debajo de la botella hidrográfica para permitir el hundimiento de la misma y otro lastre en el extremo opuesto de la cuerda.
2. Acondicionar la botella hidrográfica abriendo ambos extremos de la botella y asegurar para que no se cierren
3. Enjuagar como mínimo dos veces la botella con agua del mismo punto.
4. Bajar la botella a la profundidad requerida de acuerdo con los objetivos del monitoreo. Esperar por lo menos un minuto para su estabilización y enviar el dispositivo mensajero que cerrará de manera instantánea ambos extremos de la botella hidrográfica y proceder a subirla.
5. Cuando la botella llegue a la embarcación vaciar el contenido en balde limpio y enjuagado y medir los parámetros de campo de acuerdo con el ítem y registrar las mediciones en el formato de registro PM0313-F02 "Datos de campo de agua".
6. Repetir los pasos anteriores para la toma de muestras.

g.- Toma de muestras de agua subterránea (piezómetros)

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

a. Inspección del piezómetro

1. Identifica el tipo de piezómetro, diámetro de la tubería, nivel del agua y profundidad total del piezómetro.
2. Registra la información del piezómetro en el formato PM0313-F02 "Datos de campo de agua".

b. Medición de nivel piezométrico

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

1. Verifica que la sonda funcione adecuadamente.
2. Verifica la longitud desde el punto de contacto de medición del sensor y de encontrar diferencia anota el valor de corrección.
3. Posteriormente, introduce el electrodo en un recipiente con agua y verifica que prenda el foco LED y suene la alarma de la sonda.
4. En caso de que se vaya a introducir en agua subterránea con baja conductividad o con alta concentración de minerales, se recomienda hacer

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

una prueba ajustando la perilla de intensidad de la sonda.

5. Luego, instala o coloca el carrete con la sonda de nivel en la parte externa del piezómetro, verificando que ésta se encuentre inactiva y con el foco LED apagado.
6. 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.
7. En base a ello, registra la lectura de la profundidad, (o nivel estático o nivel dinámico) a la que se encuentra el agua.
8. Al enrollar la sonda, se debe asegurar de eliminar la mayor cantidad de agua y los desechos como sea posible de la cinta y la sonda.
9. A continuación, mide la profundidad y diámetro del pozo o piezómetro; y se calcula el volumen y procede a purgar el pozo o piezómetro.

c. Purgado del piezómetro

1. En general, se recomienda purgar tres volúmenes del piezómetro o más en cuanto aplique, 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 estabilice los parámetros.
2. Selecciona el mecanismo de purga de agua, de acuerdo con la altura y volumen que se requiere purgar.
3. Realiza la medición en campo con el equipo multiparámetro y registrar los datos en el formato PM0313-F02 “Datos de campo de agua”.
4. Cuando los parámetros en campo se han estabilizado, la muestra puede colectarse, a una velocidad más lenta o igual a la velocidad de purga.

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

1. 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).
2. Calcula el volumen utilizando la siguiente ecuación (1.1):

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

Donde:

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

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

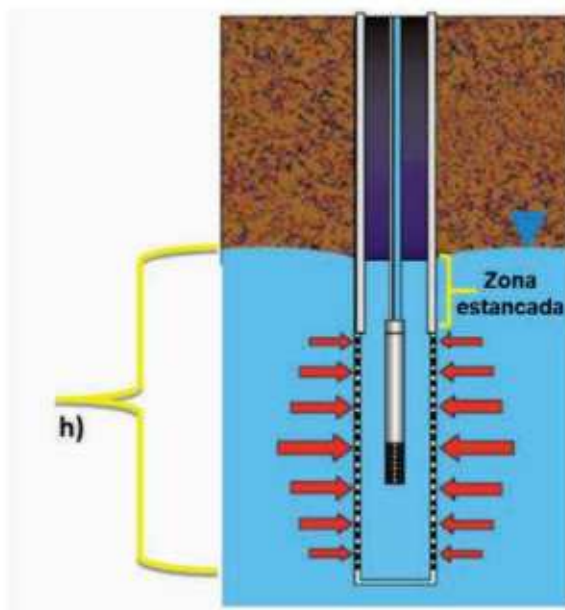


Figura N° 2. Referencia para el cálculo del volumen

- Los parámetros pueden considerarse estables cuando registren valores entre 3 y 5 mediciones como mínimo (obtenidas con varios minutos de diferencia) y estén dentro de los valores de la siguiente Tabla N° 1:

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

Parámetro	Conductividad Eléctrica	pH	Temperatura (°C)	OD	Redox
Rango de aceptación	5%	± 0.1	± 0.2	10%	± 10 mV

Fuente: EPA-Guidelines for regulatory monitoring and testing – Groundwater sampling. Revisión 2019

- Dentro de los parámetros descritos en la Tabla N° 1 se recomienda la estabilización de por los menos la conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, pH, temperatura y potencial redox.
- Posterior al proceso de purgado y estabilización de parámetros fisicoquímicos, inmediatamente el/la operador/a de ensayos de calidad de agua realiza la medición de los parámetros en campo en el siguiente orden: Oxígeno Disuelto (OD), Temperatura (T), Potencial de Hidrógeno (pH), y Conductividad Eléctrica (CE).

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

g.- Toma de muestras de agua residual

a. Criterios para el muestreo de agua residual

1. Antes de la toma de muestras, se debe verificar que no haya dilución de los efluentes generados, ya que esto podría alterar la concentración de los parámetros a ensayar.
2. Se debe asegurar que siempre se mantenga un flujo constante y homogéneo (mezcla completa); y queda excluida la toma de muestra en agua estancada.
3. 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).
4. Para coleccionar la muestra en caso las condiciones del area y efluente lo permitan, realizar una toma directa, caso contrario utilizar un brazo muestreador y verter la muestra en un balde previamente enjuagado dos veces con la misma muestra. Posteriormente se homogenizará la muestra para trasvasar a los frascos que apliquen.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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 veces. Realizar la medición de los parámetros de campo de manera inmediata para evitar variaciones en la medición de los valores.
9. 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 compósito 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 10L o más, se podrán utilizar recipientes de menor capacidad.
10. El orden de muestreo de los parámetros para análisis de laboratorio será el siguiente: microbiológicas, orgánicos, fisicoquímicas e inorgánicas según amerite.
11. Antes de coleccionar las muestras, los frascos a usar se deben enjuagar como

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

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

b. Toma de muestra en agua residual (puntual)

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

1. Para coleccionar la muestra seguir lo detallado en el punto 4 del ítem a.
2. Para el parámetro DBO5 y pruebas ecotoxicológicas se debe llenar el recipiente lentamente en su totalidad y sin burbujas.

c. Toma de muestra en agua residual (compuesto)

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

1. Si el IGA indicará realizar muestras compuestas, el operador de ensayos 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.
2. 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)
3. 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 coleccionada en el recipiente debe mantenerse bajo sombra y acondicionado a la cadena de frío.
4. Las muestras compuestas estarán conformadas por muestras puntuales de igual volumen tomadas a intervalos constantes durante el periodo de muestreo.

d. 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.

1. El Muestreo de verificación consiste en la toma de una muestra compuesta.
2. 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 coleccionadas 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

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

aplique que deben ser tomados de manera directa).

- 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, 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.
- Para el caso del agua de enfriamiento de la columna barométrica, la muestra se colecta 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.

ACCIONES POSTERIORES A LA TOMA DE MUESTRA

2.3 PRESERVACIÓN, LLENADO DE LA CADENA DE CUSTODIA, ALMACENAMIENTO, CONSERVACIÓN Y TRANSPORTE DE LAS MUESTRAS.

a.- Preservación

- Una vez tomada de agua, se procede inmediatamente a adicionarle el preservante para los parámetros requeridos, según detalla la información del laboratorio acreditado externo (contrato).
- Una vez preservada la muestra, homogenizar y cerrar herméticamente el frasco.
- Considerar las medidas de seguridad en la manipulación de reactivos utilizados, evitar contacto con ojos, labios y piel, por lo que es necesario el uso de los equipos de protección personal.
- Durante el trabajo en campo, los reactivos se deben almacenar de forma separada de los frascos para muestras y otros equipos en un cooler pequeño, limpio y seguro para impedir la contaminación cruzada.

b.- Llenado de la cadena de custodia

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

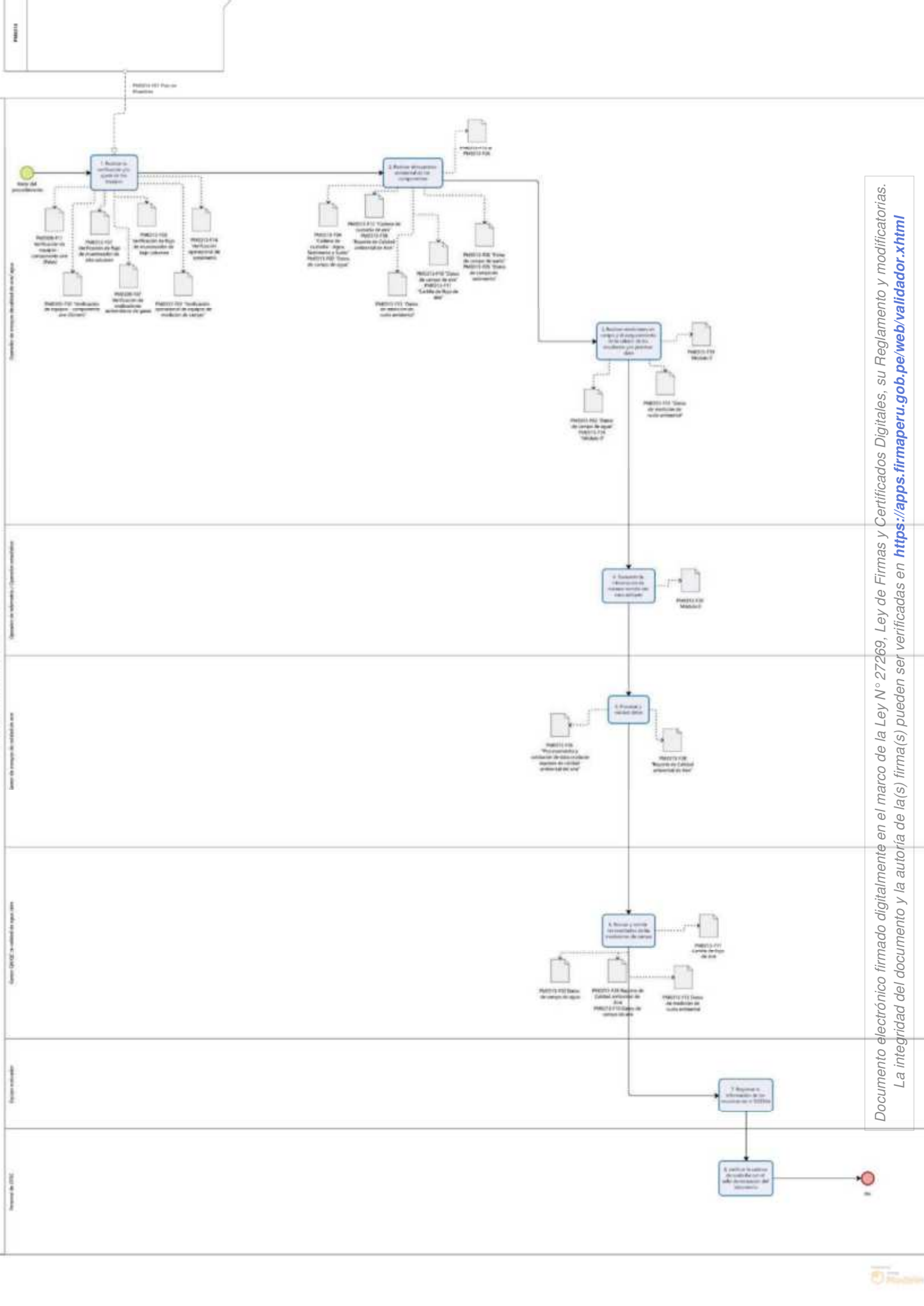
- Al finalizar la toma de muestra en campo si las condiciones lo permiten se procede con el llenado del formato PM0313-F04 "Cadena de Custodia – Agua, Sedimento y Suelo", en caso las condiciones no lo permitan el llenado del formato se realizará en un lugar adecuado asegurando que se realice antes del envío de muestras.
- Las muestras deberán ir acompañadas de la cadena de custodia debidamente llenada y protegida en un sobre plastificado a fin de evitar que se deteriore y enviarlas con el cooler que contiene las muestras.

c.- Almacenamiento, conservación y transporte de las muestras

- Los frascos deben almacenarse dentro de cajas térmicas, coolers de forma

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 03
		Fecha: 11/06/2025

- vertical para que no ocurran derrames ni se expongan a la luz del sol.
2. Los recipientes de vidrio deben ser embalados para evitar roturas y derrames durante el transporte, asimismo considerar colocar material de empaque limpio (plástico preformado para relleno, burbupack, cartón o papel corrugado, los cuales deberán ser de primer uso).
 3. Para su conservación, las muestras recolectadas deben acondicionarse en cajas térmicas, coolers bajo un adecuado sistema de enfriamiento ($5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$), refrigerante (ice pack, hielo en bolsas herméticas o similar) o un refrigerador móvil.
 4. Las muestras deben de ser transportadas inmediatamente cumpliendo con los tiempos de almacenamiento máximo de cada parámetro de acuerdo con la información del laboratorio acreditado (externo).
 5. Las cajas térmicas, coolers deben tener etiquetas que señalen la posición correcta en que deben ser transportados. Si es necesario colocar la etiqueta de "Fragil" e indicar si contiene vidrio en cuanto sea posible.
 6. Una vez que se haya empacado y refrigerado las muestras, se cierran las cajas térmicas, se embalan con cinta adhesiva y plastifilm (stretch film), de forma que se asegure la integridad de las muestras 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.
 7. Al finalizar las actividades de muestreo, las muestras serán enviadas a UF-OTEC para su verificación y posteriormente sean trasladadas al 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"



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>





"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://sistemas.oefa.gob.pe/verifica> e ingresando la siguiente clave: 09969104"



09969104