	<b>SOPORTES DOCUMENTALES PARA TRAMITE DE CUENTA</b>	<b>CÓDIGO:</b> GJ-R-050
		<b>FECHA VIGENCIA:</b> 2016-10-12
	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>	<b>VERSIÓN:</b> 02
		Página 1 de 1

Ibagué, 17 de marzo de 2022

Doctora:  
**OLGA LUCIA LIEVANO RODRIGUEZ**  
 Secretaria General  
 IBAL SA ESP OFICIAL  
 Ibagué

*2/Dolby  
17-03-22*

**REF: ENVIO SOPORTES PARA TRAMITE DE CUENTA DEL CONTRATO N° 128 DE 31/08/2021**

Cordial Saludo:

Por medio de la presente me dirijo a usted con el fin de allegarle los soportes documentales originales para que obren dentro de la carpeta del archivo de gestión de la secretaria general, así como también las copias de los documentos que son requeridos por la oficina de contabilidad para el respectivo tramite de cuenta, para lo cual me permito relacionar al detalle los documentos que adjunto, de la siguiente manera:

**DOCUMENTOS ACTA FINAL:**

- Ficha Técnica de Evaluación y Reevaluación de Proveedores
- Certificación de Pago de Aportes por Representante Legal

Atentamente,



**RUTH ELENA SALAZAR TORRES**  
 Profesional Especializado II  
 Tratamiento de Aguas Residuales  
 Supervisora

Manizales, 16 de marzo de 2022.

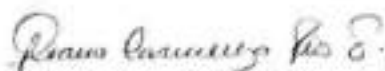
**A QUIEN INTERESE**

Yo **DIANA CARMENZA RIOS GALVIS** mayor de edad, identificada con Cedula de Ciudadanía No. 30.324.458 expedida en Manizales y actuando como Representante Legal de la compañía **GESTION & MEDIOAMBIENTE S.A.S NIT 900.492.960-0**

**CERTIFICO:**

- Que La información contenida en las declaraciones de autoliquidación de aportes y contribuciones sobre la nómina, afiliados y sus ingresos bases de cotización estén diligenciadas correctamente.
- Que la cancelación por concepto de aportes parafiscales, salud, pensiones, y riesgos profesionales se ha pagado oportunamente hasta la fecha encontrándose a paz y salvo la empresa por estos conceptos.
- Que las obligaciones tributarias nacionales y distritales han sido presentadas y canceladas oportunamente.
- Que nuestra compañía no se encuentra obligada a la contratación de Aprendices del SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE – SENA.

Atentamente,



**DIANA CARMENZA RIOS GALVIS.**

Representante Legal

C.C. No. 30.324.458 de Manizales.

RESUMEN PLANILLA PAGADA

DATOS GENERALES DEL APORTANTE

IDENTIFICACION	ITV	CLASE	PRESENTACION	ACT. EDO	TIPO DE EMPRESA
14 000 000000	B	B	0	11 0	Asesor
IMPONER	DIRECCION		TELEFONO	EMAIL	EXENTO DE ENAFISCALIZACION
031	MAYOR SOCIAL		002277	GENESCAMOESTRUTURACIO@ASOPAGOS.COM	

DATOS GENERALES DE LA LIQUIDACION

PERIODO PROBLEMA	PERIODO SALDO	PLANILLA	TIPO PLANILLA	FECHA PAGO	DENTRO DE TRABAJO	DEPARTAMENTO	NUMEROS	VALOR PAGO	INTERES E INFERIA	ENTRADA RECAUDO
2021-11	2021-11	2021-11	B	2021-11-07	TODOS LOS DIAS	TODOS	0	0		0
IMPORTE	IMPORTE	FECHA LIMITE PAGO	IMPORTE	IMPORTE						
0	0	2021-12-31	Pagado							

D.	EMPRESA	NOVIEMBRE												DICIEMBRE										TOTAL	Aporte Proporcional			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			11	12	
COF	IMP	COF	IMP	COF	IMP	COF	IMP	COF	IMP	COF	IMP	COF	IMP	COF	IMP	COF	IMP	COF	IMP	COF	IMP	COF	IMP	COF	IMP	COF	IMP	
01	ASOPAGOS S.A.																											
02	ASOPAGOS S.A.																											
03	ASOPAGOS S.A.																											
04	ASOPAGOS S.A.																											
05	ASOPAGOS S.A.																											
06	ASOPAGOS S.A.																											
07	ASOPAGOS S.A.																											
08	ASOPAGOS S.A.																											
09	ASOPAGOS S.A.																											
10	ASOPAGOS S.A.																											
11	ASOPAGOS S.A.																											
12	ASOPAGOS S.A.																											
13	ASOPAGOS S.A.																											
14	ASOPAGOS S.A.																											
15	ASOPAGOS S.A.																											
16	ASOPAGOS S.A.																											
17	ASOPAGOS S.A.																											
18	ASOPAGOS S.A.																											
19	ASOPAGOS S.A.																											
20	ASOPAGOS S.A.																											
21	ASOPAGOS S.A.																											
22	ASOPAGOS S.A.																											
23	ASOPAGOS S.A.																											
24	ASOPAGOS S.A.																											
25	ASOPAGOS S.A.																											
26	ASOPAGOS S.A.																											
27	ASOPAGOS S.A.																											
28	ASOPAGOS S.A.																											
29	ASOPAGOS S.A.																											
30	ASOPAGOS S.A.																											
31	ASOPAGOS S.A.																											
32	ASOPAGOS S.A.																											
33	ASOPAGOS S.A.																											
34	ASOPAGOS S.A.																											
35	ASOPAGOS S.A.																											
36	ASOPAGOS S.A.																											
37	ASOPAGOS S.A.																											
38	ASOPAGOS S.A.																											
39	ASOPAGOS S.A.																											
40	ASOPAGOS S.A.																											
41	ASOPAGOS S.A.																											
42	ASOPAGOS S.A.																											
43	ASOPAGOS S.A.																											
44	ASOPAGOS S.A.																											
45	ASOPAGOS S.A.																											
46	ASOPAGOS S.A.																											
47	ASOPAGOS S.A.																											
48	ASOPAGOS S.A.																											
49	ASOPAGOS S.A.																											
50	ASOPAGOS S.A.																											

RESUMEN PLANILLA PAGADA

DATOS GENERALES DEL APORTANTE									
EMPRESA/ENTIDAD	DV	NUMERO SOCIAL	CLASE DE FONDO	AVL	N° PRESENTACIÓN	ACT. EDO	TIPO DE EMPRESA		
IN SERVICIO	8	GENERA Y DOCUMENTALES	P	8	ML-SEPA-14-11	UBSA	118	AEREA	
MANEJO		DIRECCIÓN	TELÉFONO		EMAIL	BOLETO DE PARTICIPACIÓN			
TEL		DEL 911 1713	800707		ASOPAGOS@COMERCIALBOLIVIA.COM				

DATOS GENERALES DE LA LIQUIDACIÓN										
PERIODO PERSECIÓN	PERIODO SALDO	PLANILLA	TIPO PLANILLA	FECHA PAGO	FECHA PAGO	SE PAGO	DE PAGO	SE PAGO	DE PAGO	DE PAGO
2011-1	2011-2	2011-2	2011-2	2011-2	2011-2	2011-2	2011-2	2011-2	2011-2	2011-2
N° AFIADOS	N° AFIADOS	FECHA LIBRE PAGO	FECHA LIBRE PAGO	FECHA LIBRE PAGO	FECHA LIBRE PAGO	FECHA LIBRE PAGO	FECHA LIBRE PAGO	FECHA LIBRE PAGO	FECHA LIBRE PAGO	FECHA LIBRE PAGO
5	2206/11									

TOTALS ISC			
ISC PERSECIÓN	ISC SALDO	ISC PERSECIÓN	ISC SALDO
28.200.000	28.200.000	28.200.000	28.200.000

SUBSISTEMA	CÓDIGO	MT	DV	AFILIADOS	VALOR LIQUIDADO	VALOR UPC	INTERESES MORA	SALDOS E INCAPACIDADES DESCONTADOS	VALOR A PAGAR
AFPI (Administradores: 4)									
PROVENIR	330001	800000102	8	35	4.588.400	0	0	0	4.588.400
PROTECCIÓN	230001	800000718	0	2	2.276.400	0	0	0	2.276.400
COMPENSACIONES	25-14	800000004	7	2	840.000	0	0	0	840.000
C.O. FONDOS	231001	800000140	8	2	1.306.400	0	0	0	1.306.400
EPS (Administradores: 5)									
EPS SURA	EP5071	800000102	2	3	1.028.800	0	0	0	1.028.800
SALDO TOTAL	EP5004	800100007	4	2	188.000	0	0	0	188.000
SANITAS	EP5005	800000140	5	3	110.000	0	0	0	110.000
MUNIA E.P.S. S.A.	EP5007	800100004	2	3	407.600	0	0	0	407.600
ESSIC ASAFET SALDO	EP5008	800100004	2	5	340.000	0	0	0	340.000
ARPA (Administradores: 1)	EP5009	800000102	7	1	15.400	0	0	0	15.400
ARL SURA	MA-11	800000718	5	35	1.346.500	0	0	0	1.346.500
CCP (Administradores: 1)	CCP11	800000420	5	15	1.346.500	0	0	0	1.346.500
CCP DE CALDAS	CCP11	800000420	5	15	1.128.000	0	0	0	1.128.000
Gran Total					8.182.200	0	0	0	8.182.200

	FICHA TECNICA DE EVALUACION Y REEVALUACION DE PROVEEDORES		CÓDIGO: GJR-058
			FECHA VIGENCIA: 2021/07/15
	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN		VERSIÓN: 01
			Página 1 de 4
Evaluación: <input type="checkbox"/>	Fecha evaluación _____	Reevaluación: <input checked="" type="checkbox"/>	Fecha reevaluación: 20/12/2021
Acta Parcial N° _____		Acta Final <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>INFORMACION DEL CONTRATO</b>			
NÚMERO Y FECHA: N°128 del 31/08/2021			
NOMBRE DEL PROVEEDOR O CONTRATISTA: GESTION Y MEDIOAMBIENTE SAS		NIT: 900.492.980-0	C.C. 30.324.458
R.L. DIANA CARMENZA RIOS GALVIS			
FECHA DE INICIO: 21 de septiembre del 2021		FECHA DE TERMINACION: 20 de Diciembre del 2021	
OBJETO DEL CONTRATO: ANALISIS DE CALIDAD DE AIRE Y MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL PARA LA SEDE LA POLA, LAS PTARDY Y BOCATOMAS DE PROPIEDAD DEL IBAL SA ESP OFICIAL.			
CLASE DE CONTRATO	1. PRESTACION DE SERVICIOS PROFESIONALES Y APOYO A LA GESTION		
	2. SUMINISTRO Y ADQUISICION		
	3. ARRENDAMIENTO		
	4. CONSULTORIA E INTERVENTORIA		
	5. SERVICIO		X
	6. SEGUROS		
	7. INTERMEDIARIO DE SEGUROS		
	8. OBRA PUBLICA		
<b>ASPECTOS A EVALUAR DEL CONTRATISTA</b>			
PUNTAJE	2= MALO	3= REGULAR	4= BUENO
			5= EXCELENTE
<b>5. SERVICIOS</b>			
CRITERIOS CUMPLIMIENTO Y OPORTUNIDAD	PUNTAJE	CRITERIOS EN LA EJECUCION DEL CONTRATO	PUNTAJE
OPORTUNIDAD EN EL SERVICIO	4	PRESENTACION DE INFORMES DE AVANCE	4
COBERTURA DEL SERVICIO	4	ATENCION DE REQUERIMIENTOS	4
TIEMPO DE RESPUESTA A REQUERIMIENTOS	4	DISPOSICION DEL SERVICIO	4
CUMPLIMIENTO DEL PLAN DE TRABAJO	4	PAGO OPORTUNO DE LA SEGURIDAD SOCIAL	4
CUMPLIMIENTO EN LOS TERMINOS PARA LEGALIZAR EL CONTRATO Y SUS ADICIONES	4	CUMPLIMIENTO A LOS REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA INTEGRADO DE GESTION	4
<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>4,00</b>	SERVICIO POSTVENTA	4
		ASIGNACION DE REEMPLAZOS	4
<b>CRITERIOS DE CALIDAD</b>	<b>PUNTAJE</b>	ENTREGA OPORTUNA DE FACTURA	4
CALIDAD Y/O CONFORMIDAD EN LAS ACTIVIDADES REALIZADAS	4	PAGO DE SALARIOS Y PRESTACIONES	4
DEVOLUCIONES, CAMBIOS DE ELEMENTOS	4	CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS DE SALUD OCUPACIONAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL	4
FUNCIONAMIENTO	4		
SOPORTE Y MANTENIMIENTO	4	<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>4,00</b>
DESEMPEÑO DEL PERSONAL	4	<b>EVALUACION TOTAL</b>	<b>4,00</b>
<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>4,00</b>		
ANALISIS DEL RESULTADO DE LA EVALUACION _____ REEVALUACION <input checked="" type="checkbox"/> POR PARTE DEL SUPERVISOR Y/O INTERVENTOR (Cuando un contrato cuenta con interventor y supervisor, este criterio debe ser diligenciado por los dos, en sus respectivas calidades):			
OBSERVACIONES AL RESULTADO DE LA EVALUACION _____ REEVALUACION <input checked="" type="checkbox"/> POR PARTE DEL CONTRATISTA:			



FICHA TECNICA DE EVALUACION Y REEVALUACION DE PROVEEDORES

CÓDIGO: GJ-R-058

FECHA VIGENCIA:

2021/07/15

VERSIÓN: 01

Página 1 de 4

SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN

INTERPONE RECURSO DE REPOSICION SI  NO

INTERPONE RECURSO DE APELACION SI  NO

**NOTA INFORMATIVA:** (Aplica únicamente para la reevaluación) De conformidad con el artículo 7 de la resolución que reglamenta el procedimiento para la evaluación y reevaluación de proveedores la calificación de la reevaluación de proveedores, tendrá los siguientes efectos: El contratista o Proveedor que obtenga como resultado de la reevaluación puntaje de 3 o superior, será tenido en cuenta para contratar con el IBAL S.A. E.S.P. OFICIAL. El contratista que en el proceso de reevaluación obtenga un promedio de calificación inferior a tres (3), será suspendido por un término igual al plazo total del contrato ejecutado. En todo caso el término de suspensión no podrá ser inferior a seis (6) meses. Durante el término de la suspensión el contratista no se podrá presentar a participar como proponente individual o plural (Consortio, Unión Temporal, Promesa de Sociedad Futura u otra) en procesos de selección que adelante el IBAL S.A. E.S.P. OFICIAL.

Los efectos mencionados en la nota anterior aplican para la reevaluación de este contrato, de acuerdo con la fecha de su suscripción.

SI  NO

RUTH ELENA SALAZAR TORRES

NOMBRES, APELLIDOS Y FIRMA DEL SUPERVISOR

DIANA CARMENZA RIOS GALVIS

NOMBRES, APELLIDOS Y FIRMA DEL CONTRATISTA



Manizales, 2 de febrero de 2022

Señores

**EMPRESA IBAGUERENA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO IBAL S.A E.S.P**

NIT: 800.089.809-6

Carrera 3 N° 1-04 Barrio La Pola

Ibagué (Tolima)

**Asunto: Entrega de informes contrato 128 de 2021**

Respetados señores:

Adjunto a la presente hacemos entrega adicional de los informes de monitoreos realizados por GESTIÓN & MEDIOAMBIENTE S.A.S, en marco del contrato 128 de 2021.

Se adjunta entonces:

- Una (1) copia en físico y Una (1) copia en digital del Informe de Análisis de Calidad de Aire PTARD Tejar. ✓
- Una (1) copia en físico y Una (1) copia en digital del Informe de Análisis de Calidad de Aire PTARD Américas. ✓
- Una (1) copia en físico y Una (1) copia en digital del Informe de Análisis de Calidad de Aire PTARD Comfenalco. ✓
- Una (1) copia en físico y Una (1) copia en digital del Estudio Balance de Masas PTARD Comfenalco. ✓
- Una (1) copia en físico y Una (1) copia en digital del Informe de Ruido Ambiental Bocatoma Combeima ✓
- Una (1) copia en físico y Una (1) copia en digital del Informe de Ruido Ambiental Bocatoma Cay ✓
- Una (1) copia en físico y Una (1) copia en digital del Informe de Ruido Ambiental Bocatoma Chembe. ✓
- Una (1) copia en físico y Una (1) copia en digital del Informe de Ruido Ambiental Sede La Pola ✓
- Una (1) copia en físico y Una (1) copia en digital del Informe de Ruido Ambiental PTARD El Tejar, ✓

Agradeciendo la colaboración prestada.

Cordialmente,

**DIANA CARMENZA RIOS GALVIS**

Representante Legal



**INFORME ESTUDIO BALANCE DE MASAS  
PTARD COMFENALCO**

**Planta de tratamiento de aguas residuales  
PTARD COMFENALCO**

**Noviembre de 2021**



*(Página en Blanco Intencionalmente)*

## TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
1. OBJETIVOS .....	4
2. RESUMEN EJECUTIVO .....	5
3. INTRODUCCIÓN .....	7
4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO .....	8
4.1. TEA EN LA PTARD COMFENALCO .....	8
5. DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS UTILIZADOS .....	8
5.1. Generalidades .....	8
5.2. Metodología .....	8
6. RESULTADOS .....	9
6.1. CONDICIONES DE OPERACIÓN .....	9
6.2. EMISIONES .....	9
7. CONCLUSIONES .....	10
8. BIBLIOGRAFÍA .....	11

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Parámetros y métodos de evaluación empleados .....	5
Tabla 2. Resumen de emisión de contaminantes .....	6
Tabla 3. Factores de emisión empleados .....	9
Tabla 4. Resultados de carga másica .....	10

## 1. OBJETIVOS

- Determinar las emisiones al ambiente de la Tea usada como medio quema de exceso de biogás como subproducto del tratamiento de aguas residuales de la PTARD Compenalco utilizando métodos indirectos mediante la aplicación de factores de emisión de la US EPA, Capítulo 1 sección 1.4 Combustión de Gas Natural ", datos primarios y datos típicos estandarizados.
- Aplicar la metodología de estimación de emisiones atmosféricas contemplada en la normatividad legal vigente aplicable (numerales 1,2 y 1,3 del protocolo para el control y vigilancia de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas adoptado por la resolución 2153 de 2010 del ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial.
- Comparar los resultados de las emisiones calculadas por factores de emisión con los valores máximos permisibles establecidos en la normatividad ambiental vigente (resolución 909 de 2008).

## 2. RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe contiene el estudio de las cargas máxicas de material particulado (MP), monóxido de carbono (CO), óxidos de azufre (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), y sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S) en las emisiones de la tea como medio de quema de exceso de biogás como subproducto del tratamiento de aguas residuales en la PTARD Comfenalco ubicada en la ciudadela Comfenalco, zona urbana de Ibagué, el área involucrada forma parte del espacio geográfico correspondiente al sistema hídrico del río OPIA.

**Proceso asociado:** Tratamiento de aguas residuales

**Método de evaluación:**

- Factores de emisión US EPA AP 42.

**Normatividad aplicable:** Resoluciones 760 de abril de 2010 y 2153 de noviembre de 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), mediante las cuales se adopta y modifica el Protocolo para el Control y la Vigilancia de la Contaminación Atmosférica Generada por Fuentes Fijas.

**Objetivos:** El estudio de emisiones atmosféricas se realiza en función de cumplir con los siguientes objetivos.

- Determinar las emisiones al ambiente de la Tea usada como medio quema de exceso de biogás como subproducto del tratamiento de aguas residuales de la PTARD Comfenalco empleando factores de emisión de la US EPA, Quinta edición, Volumen 1 Capítulo 1 "External Combustión Sources 1.4 "Natural Gas Combustión".

**Parámetros y métodos de evaluación:**

Tabla 1. Parámetros y métodos de evaluación empleados.

PARÁMETRO	MÉTODO DE EVALUACIÓN
Monóxido de Carbono (CO) Óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> ) óxidos de azufre (SO <sub>2</sub> ) óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> ) metano (CH <sub>4</sub> ) sulfuro de hidrógeno (H <sub>2</sub> S)	Factores de emisión AP 42 US EPA, Quinta Edición, Volumen I, Capítulo 1 "External Combustión Sources 1.4 "Natural Gas Combustión"

**Resumen de resultados:** La siguiente tabla resume los resultados obtenidos en la evaluación de emisiones atmosféricas provenientes del la Tea

Tabla 2. Resumen de emisión de contaminantes.

FUENTE DE EMISIÓN	Consumo Gas		CONTAMINANTE	FACTOR DE EMISION		EMISIÓN	
	m3/día	m3/mes		(lb/10 <sup>6</sup> scf)	(kg/10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	CARGA MÁSCA	
					Kg/mes	(mg/h)	
TEA - PTAR Las Américas	600	18000	NOx	94	1504	27,07	37,6
			CO	40	640	11,52	16,0
			SO <sub>2</sub>	0,6	9,6	0,17	0,2
			CH <sub>4</sub>	2,3	36,8	0,66	0,9
			MP	7,6	121,6	2,19	3,0
			H <sub>2</sub> S	N.D	-	-	-

FUENTE: Autor (Diciembre de 2021)

**Conclusiones:**

Según la tabla 2 del presente informe se evidencian que las emisiones de la PTAR Comfenalco están representadas principalmente por óxidos de nitrógeno y en menor medida por emisiones de monóxido de carbono CO. La carga másica de los contaminantes SO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y MP es mucho menor.

### 3. INTRODUCCIÓN

Los factores de emisión han sido durante mucho tiempo la herramienta fundamental en el desarrollo nacional y regional y los inventarios de emisiones locales para la toma de decisiones relacionadas con la gestión de la calidad del aire y el desarrollo de estrategias de control de emisiones.

Un factor de emisión es un valor representativo que trata de relacionar la cantidad de un contaminante emitido a la atmósfera con una actividad asociada con la liberación de ese contaminante. Estos factores se expresan normalmente como el peso del contaminante dividido por una unidad de peso, el volumen, la distancia, o la duración de la actividad de emisión de contaminante (por ejemplo, kilogramos de partículas emitidos por metro cúbico de gas quemado). Tales factores facilitan la estimación de las emisiones procedentes de diversas fuentes de contaminación del aire. En la mayoría de los casos, estos factores son simplemente promedios de todos los datos disponibles de calidad aceptable, y en general se supone que son representativos de los promedios a largo plazo para todas las instalaciones en la categoría de fuente (es decir, un promedio de la población).

Los factores de emisión que se deben utilizar son los establecidos en el documento AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors (US-EPA, 1995a) el cual contiene los factores de emisión definidos en Estados Unidos para una gran cantidad de actividades. Los factores de emisión que se incluyen en este documento se agrupan en quince (15) capítulos, cada capítulo cuenta con secciones, subsecciones, y sub-subsecciones inclusive, para exponer los factores de emisión por fuentes o procesos industriales específicos.

La evaluación de emisiones atmosféricas a través de factores de emisión requiere contar con la siguiente información:

- Identificación de las fuentes de emisión.
- Nivel de actividad.
- Estimación de las emisiones mediante selección del factor seleccionado.

Una vez se cuenta con esta información se procede a validar la calidad y suficiencia de los datos recolectados para la determinación del cumplimiento de la normatividad vigente como el procedimiento aplicado para el cálculo de los valores y la generación de los factores de emisión.

En el desarrollo de la estimación de emisiones existen factores que pueden afectar la aplicación del factores de emisión tales como: variaciones en las cantidades y composición de las materias primas e insumos utilizados en el proceso, variaciones del proceso de producción, parámetros de producción (caudales, temperaturas, presiones entre otros), condiciones deficientes de los equipos generadores de emisiones por su antigüedad o falta de mantenimiento y las condiciones ambientales especialmente cuando las fuentes están al aire libre.

Adicionalmente, en el proceso de desarrollo de factores de emisión se debe tener en cuenta el nivel de confianza de los datos, el cual asegurará la exactitud y precisión de los factores de emisión de un lugar determinado. Este nivel de confianza se basa en la documentación de soporte del análisis de información que se proporcione en relación con la fuente y la información referente a errores e incertidumbres asociados con las comprobaciones de emisiones y la historia de datos del proceso.

## 4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

### 4.1. TEA EN LA PTAR COMFENALCO

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTARD Comfenalco, localizada en la ciudadela Comfenalco, zona urbana de Ibagué, formando parte del espacio geográfico correspondiente al sistema hídrico del río OPIA. La planta cubre en servicio a la Ciudadela Comfenalco con 10 mil habitantes aproximadamente manejando un caudal de entrega de agua de 28 L/s.

La Planta por tener un tratamiento anaerobio cuenta con un sistema para el manejo y disposición final del biogás que no genere impactos negativos en la comunidad residente en los alrededores de la planta de tratamiento. Para ello se utiliza un quemador, el cual requiere cambio del filtro cada tres meses para evitar expansión de olores. El sulfuro de hidrógeno que se encuentra disuelto en el agua del reactor se separa parcialmente en la zona superior y el que se obtiene por separación física en las turbulencias que se crearon para este objeto en el canal de recolección del agua tratada se conduce por tuberías apoyadas por un extractor al tratamiento de purificación de compuestos odoríferos, consiste en una torre empacada que los oxidará.

## 5. DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS UTILIZADOS

### 5.1. Generalidades

La metodología empleada fue factores de emisión US EPA, AP 42, Capítulo 1 "External Combustion Sources 1.4 "Natural Gas Combustión", evaluando material particulado (MP), monóxido de carbono (CO), óxidos de azufre (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), y sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S).

### 5.2. Metodología

Según el Protocolo para el Control y la Vigilancia de la Contaminación Atmosférica Generada por Fuentes Fijas, un factor de emisión es la relación entre la cantidad de contaminante emitido por unidad de consumo de energía o combustible. Para el caso objeto de estudio, estos valores fueron seleccionados para la combustión de carbón.

La metodología empleada está acorde con el documento AP-42 (recopilación de factores de emisión para contaminación del aire) donde en el capítulo 1 relacionado con fuentes de combustión externa sección 1.4 "Natural Gas Combustión", permite evaluar las emisiones de CO y NO<sub>x</sub> teniendo en cuenta el consumo en metros cúbicos de gas.

De la tabla 1.4-1 del capítulo 1 del AP 42 se presentan los factores de emisión para CO y NO<sub>x</sub> de la combustión de gas natural. Los factores de emisión se dan en base al volumen de gas consumido (lb contaminante/ 10<sup>6</sup> scf<sup>h</sup>). De la tabla 1.4-2 del capítulo 1 del AP 42 se presentan los factores de emisión para contaminantes criterio (MP, SO<sub>2</sub>, y Metano).

Scf = Standard cubic feet, o pie cúbico estándar

	<b>INFORME ESTUDIO BALANCE DE MASAS PTARD COMFENALCO</b>	<b>RESULTADOS</b>	
		IFF-2172-01	
		Revisión: 1.0	
		Diciembre de 2021	

Tabla 3. Factores de emisión empleados.

FUENTE DE EMISIÓN	TIPO DE CONTROL	CONTAMINANTE	FACTOR DE EMISIÓN		RATING DEL FACTOR DE EMISIÓN <sup>2</sup>
			(lb/10 <sup>6</sup> scf) <sup>3</sup>	(Kg/10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	
Tea para quema de Biogás	Ninguno	NOx	94	1504	B
		CO	40	640	B
		SO <sub>2</sub>	0,6	9,6	A
		CH <sub>4</sub>	2,3	36,8	B
		MP	7,6	121,6	D
		H <sub>2</sub> S	N.D <sup>4</sup>	-	-

FUENTE: AP 42, Fifth Edition, Volume I Chapter 1 "External Combustion Sources 1.4 "Natural Gas Combustion"

## 6. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la evaluación de emisiones atmosféricas emitidas por la operación de la tea, así como las consideraciones realizadas para alimentar los cálculos se describen a continuación.

### 6.1. CONDICIONES DE OPERACIÓN

En vista que los factores de emisión señalados en la **Tabla 3** están relacionados con el volumen de gas de quemar por día, la condición de operación predominante será esta. De acuerdo con la operación de la tea en su máxima condición de consumo, se tiene:

$$\text{Volumen de gas}^5 = 600 \text{ m}^3/\text{día}$$

### 6.2. EMISIONES

Los resultados obtenidos de carga másica se presentan en la

**Tabla 4.**

<sup>2</sup> Los factores de emisión son ponderados en una escala de calidad desde la letra A hasta la letra E, indicando un buen factor, siendo "A" Excelente" y "E" pobre.

<sup>3</sup> Lb/10<sup>6</sup>scf= libras de contaminante por pie cúbico estándar.

<sup>4</sup> N.D = No disponible

<sup>5</sup> Volumen promedio por



Tabla 4. Resultados de carga másica

FUENTE DE EMISIÓN	Consumo Gas		CONTAMINANTE	FACTOR DE EMISION		EMISIÓN	
	m3/día	m3/mes		(lb/10 <sup>6</sup> scf)	(kg/10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	CARGA MÁSCA	
					Kg/mes	(mg/h)	
TEA - PTAR Las Américas	600	18000	NOx	94	1504	27,07	37,6
			CO	40	640	11,52	16,0
			SO <sub>2</sub>	0,6	9,6	0,17	0,2
			CH <sub>4</sub>	2,3	36,8	0,66	0,9
			MP	7,6	121,6	2,19	3,0

FUENTE: Autor (Diciembre de 2021)

## 7. CONCLUSIONES

- La concentración de NOx emitida por el proceso de quema de biogás presenta el mayor aporte al ambiente.
- La exactitud en el cálculo de la carga contaminante emitida por un proceso industrial está relacionada estrechamente con la calidad y cantidad de información disponible y la relación con otras variables distintas a las del proceso tales como condiciones ambientales, propiedades del combustible etc.
- La altura de la chimenea instalada para la tea (5 m) es inferior a la altura mínima de 10 metros descargada sugerida en el numeral 4.5.1 de la resolución 1632 de 2012 (adiciona numeral 4.5 al capítulo 4 del protocolo para el control y vigilancia de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas).
- A nivel local ni nacional se han desarrollado factores de emisión como producto de estudios de investigación realizados con las diversas industrias o actividades productivas de nuestro país, por lo que el uso de factores de emisión formulados por la EPA (agencia de protección ambiental de los Estados Unidos) se considera aceptable teniendo en cuenta que es aprobado por la normatividad ambiental vigente.

	<b>INFORME ESTUDIO BALANCE DE MASAS PTARD COMFENALCO</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
		IFF-2172-01	
		Revisión: 1.0	
		Diciembre de 2023	

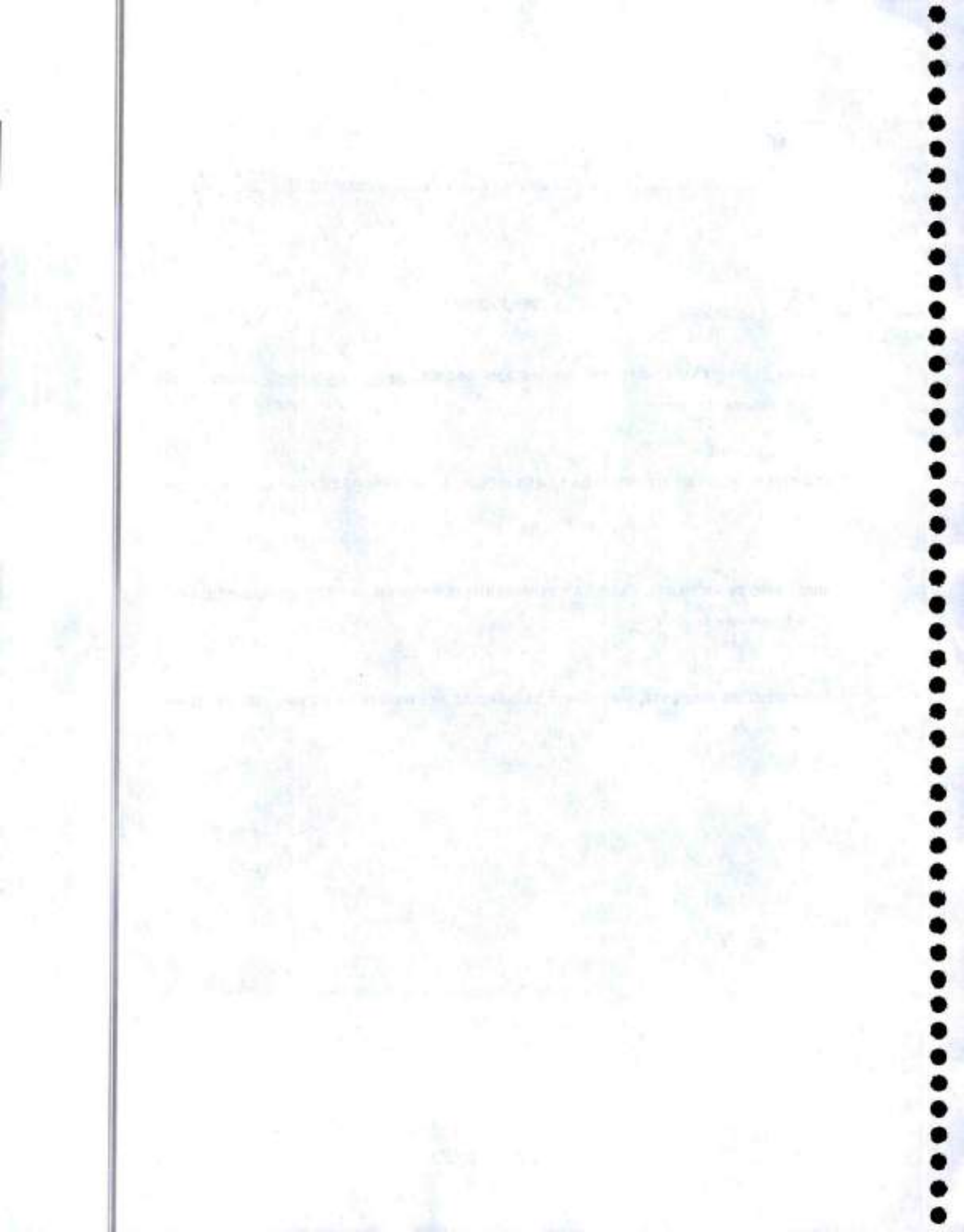
## 8. BIBLIOGRAFÍA

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. <http://www.epa.gov> AP 42, Fifth Edition, Volume I Chapter 1 .

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL (MAVDT) Resolución 760 del 20 de Abril de 2010.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL (MAVDT) Resolución 2153 del 02 de Noviembre de 2010.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO SOSTENIBLE Resolución 1632 del 21 de Septiembre de 2012.





## INFORME DE ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AIRE PTARD EL TEJAR



Versión 2.0  
Diciembre de 2021





INFORME DE ANÁLISIS DE  
CALIDAD DEL AIRE PTARD EL TEJAR

CONTENIDO  
IA-2172-1  
Revisión: 2.0  
Diciembre de 2021



*(Página en blanco intencionalmente)*

## CONTENIDO

	Pág
1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. OBJETIVOS .....	8
2.1 OBJETIVO GENERAL .....	8
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	8
3. MARCO TEÓRICO.....	9
3.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPUESTOS EN ESTUDIO .....	9
3.1.1 Material particulado igual o menor a 10 micras (PM10).....	9
3.1.2 Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ).....	10
3.1.3 Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ).....	10
3.1.4 Sulfuro de Hidrogeno (H <sub>2</sub> S).....	11
3.1.5 Metano (CH <sub>4</sub> ).....	11
3.2 NORMATIVIDAD .....	11
3.2.1 Resolución 2254 de 2017 .....	11
3.2.2 Resolución 1541 de 2013 .....	12
3.2.3 Corrección de datos a condiciones de referencia .....	12
3.3 ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE .....	13
4. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA.....	14
5. METODOLOGÍA.....	15
5.1 MÉTODOS DE REFERENCIA Y EQUIPOS .....	15
5.2 PROCEDIMIENTOS DE MONITOREO Y ANÁLISIS .....	16
5.2.1 Material particulado igual o menor a 10 micras (PM10).....	16
5.2.2 Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ).....	19
5.2.3 Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ).....	20
5.2.4 Sulfuro de Hidrogeno (H <sub>2</sub> S) y metano (CH <sub>4</sub> ).....	22
5.3 LOCALIZACIÓN DE ESTACIONES DE MONITOREO .....	24
5.3.1 Descripción de las estaciones de monitoreo.....	24
5.3.2 Principales fuentes de emisión de partículas y gases en la zona: .....	26
6. DESCRIPCIÓN CLIMÁTICA.....	28
6.1 TEMPERATURA .....	29
6.2 HUMEDAD .....	29
6.3 COMPORTAMIENTO DEL VIENTO .....	30
7. RESULTADOS DE LAS MEDICIONES Y COMPARACIÓN CON LAS NORMAS AMBIENTALES .....	31
7.1 MATERIAL PARTICULADO PM10 .....	31
7.1.1 TABLAS DE RESULTADOS .....	31
7.1.2 COMPARACIÓN NORMATIVA .....	33
7.1.3 ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE SEGÚN PM10.....	35



INFORME DE ANÁLISIS DE  
CALIDAD DEL AIRE PTARD EL TEJAR

CONTENIDO  
IA-2172-1  
Revisión: 2.0  
Diciembre de 2021



7.2	DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO <sub>2</sub> )	36
7.2.1	TABLA DE RESULTADOS	36
7.2.2	COMPARACIÓN NORMATIVA	37
7.2.3	ÍNDICE CALIDAD DEL AIRE SEGÚN NO <sub>2</sub>	40
7.3	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO <sub>2</sub> )	41
7.3.1	TABLAS DE RESULTADOS	41
7.3.2	COMPARACIÓN NORMATIVA	43
7.3.3	ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE SEGÚN SO <sub>2</sub>	43
7.4	SULFURO DE HIDROGENO	43
7.5	METANO	43
8.	CONCLUSIONES	44
9.	BIBLIOGRAFÍA	45
10.	ANEXOS	46

	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AIRE PTARD EL TEJAR</b>	CONTENIDO	
		IA-2172-1	
		Revisión: 2.0	
		Diciembre de 2021	

## LISTADO DE TABLAS

	Pág
Tabla 3.1 Niveles máximos permisibles para contaminantes criterio según la Resolución 2254 de 2017.....	12
Tabla 3.2 Niveles máximos permisibles para olores ofensivos según la Resolución 1541 de 2013.....	12
Tabla 3.3 Clasificación y puntos de corte del ICA .....	13
Tabla 5.1 Métodos de referencia y equipos utilizados .....	15
Tabla 5.2 Estaciones de muestreo de calidad de aire en PTARD El Tejar .....	24
Tabla 6.1 Valores promedio diario de parámetros climatológicos durante el monitoreo .....	28
Tabla 7.1 Concentraciones de PM10 en la estación 01 Cancha .....	31
Tabla 7.2 Concentraciones de PM10 en la estación 02 PTARD El Tejar .....	31
Tabla 7.3 Concentraciones de PM10 en la estación 03 Laguna.....	32
Tabla 7.4 Concentraciones de PM10 en la estación 04 Barrio Villa del Río .....	33
Tabla 7.5 Concentración promedio y máxima de PM10 en los puntos de monitoreo .....	34
Tabla 7.6 ICA según PM10 .....	35
Tabla 7.7 Concentraciones promedio de NO <sub>2</sub> .....	36
Tabla 7.8 Comparación Promedio y máxima de NO <sub>2</sub> .....	39
Tabla 7.9 ICA según PM10 .....	40
Tabla 7.10 Concentraciones de SO <sub>2</sub> registradas en la estación 01 Cancha .....	41
Tabla 7.11 Concentraciones de SO <sub>2</sub> registradas en la estación 02 PTARD El Tejar.....	41
Tabla 7.12 Concentraciones de SO <sub>2</sub> registradas en la estación 03 Laguna .....	42
Tabla 7.13 Concentraciones de SO <sub>2</sub> registradas en la estación 04 Barrio Villa del Río.....	42

## LISTADO DE FIGURAS

	Pág
Figura 3.1 Comparación relativa de tamaños de material particulado.....	9
Figura 5.1 Modelo de cabeza de muestreador de PM10 para entrada de aire .....	17
Figura 5.2 Localización estaciones de monitoreo .....	24

## LISTADO DE GRÁFICAS



	Pág
Gráfica 6.1 Valores diarios de temperatura ambiente.....	29
Gráfica 6.2 Valores promedio diarios de humedad relativa.....	29
Gráfica 6.3 Rosa de Vientos Puntual.....	30
Gráfica 7.1 Concentraciones de PM10 durante el periodo de monitoreo .....	34
Gráfica 7.2 Comparación promedios, máximos y mínimos de PM10.....	35
Gráfica 7.3 ICA diario por PM10 para cada estación de monitoreo .....	36
Gráfica 7.4 Comparación de los resultados horarios NO <sub>2</sub> con el límite normativo - Estación Cancha.....	37
Gráfica 7.5 Comparación de los resultados horarios NO <sub>2</sub> con el límite normativo - Estación PTAR.....	38
Gráfica 7.6 Comparación de los resultados horarios NO <sub>2</sub> con el límite normativo - Estación Laguna.....	38
Gráfica 7.7 Comparación de los resultados horarios NO <sub>2</sub> con el límite normativo - Estación VILLA DEL RIO .....	39
Gráfica 7.8 Comparación promedio y máximos diarios de NO <sub>2</sub> en cada uno de los puntos monitoreados.....	40
Gráfica 7.9 ICA de promedio diario por NO <sub>2</sub> para cada estación de monitoreo .....	41





## LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

	Pág
Fotografía 5.1 Equipo HiVol 6070V para monitoreo de PM10.....	15
Fotografía 5.2 Equipo Rac de gases para monitoreo de SO <sub>2</sub> .....	15
Fotografía 5.3 Medidor de lectura directa para H <sub>2</sub> S y CH <sub>4</sub> .....	16
Fotografía 5.4 Equipo automático medidor de NO <sub>2</sub> .....	16
Fotografía 5.5 Filtro localizado en equipo HiVol PM10.....	17
Fotografía 5.6 Motor, horómetro y timer mecánico de muestreador 6070V.....	18
Fotografía 5.7 Kit de calibración equipos HiVol.....	18
Fotografía 5.8 Acondicionamiento de filtros.....	19
Fotografía 5.9 Proceso de pesaje de filtros en balanza analítica.....	19
Fotografía 5.10 Equipo para medición de NO <sub>2</sub> .....	20
Fotografía 5.11 Equipo utilizado para las mediciones de gases SO <sub>2</sub> .....	21
Fotografía 5.12 Recolección de solución adsorbente impactada de SO <sub>2</sub> .....	21
Fotografía 5.13 Análisis colorimétrico de SO <sub>2</sub> .....	22
Fotografía 5.14 equipo de lectura directa para medición de H <sub>2</sub> S y CH <sub>4</sub> .....	23
Fotografía 5.15 Estación 01 - Cancha.....	25
Fotografía 5.16 Estación 02 - PTARD Tejar.....	25
Fotografía 5.17 Estación 03 - Laguna.....	26
Fotografía 5.18 Estación 04 - Barrio Villa del Rio.....	26
Fotografía 6.2 Estación meteorológica portátil.....	28
Fotografía 6.3 Consola de estación meteorológica portátil.....	28

	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AIRE PTARD EL TEJAR</b>	INTRODUCCIÓN	
		IA-2172-1	
		Revisión: 2.0	
		Diciembre de 2021	

## 1. INTRODUCCIÓN

La contaminación del aire es un problema de salud ambiental que no sólo afecta el lugar donde se encuentra la fuente, puesto que trasciende las fronteras; en una escala global, se emiten a la atmósfera considerables cantidades de partículas y gases potencialmente nocivos para la salud humana y el ambiente y que en el largo plazo menoscaban los recursos necesarios para el desarrollo sostenible del planeta.

Según el documento "Norma de Calidad de Aire" expedido por la subdirección de Estudios Ambientales del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM) (Convenio de Asociación 112/04), desde los años setenta, se ha estado trabajando para implementar una normatividad que permita proteger el medio ambiente de las continuas emisiones atmosféricas, así como prevenir una contaminación a gran escala en los centros poblados y con ello una alteración a la salud de los habitantes de todas las regiones del país.

Los estudios sobre la calidad del aire están asociados con la evaluación de la alteración de sus propiedades físicas y químicas, cualquiera que sea el mecanismo de incorporación (biogénico y/o antropogénico) en la masa de aire en estudio. Por lo común, los contaminantes del aire se clasifican en partículas suspendidas (polvos, neblinas, humos), contaminantes gaseosos (gases y vapores) y olores, cuyas concentraciones en el ambiente, en un punto determinado, dependen tanto de la tasa de emisión a la atmósfera, como de las de dispersión y eliminación.

En cumplimiento al Auto 1660 de 2019 y Resolución 1137 de 2007 de Cortolima y a los seguimientos ambientales de PTARD EL TEJAR en jurisdicción del municipio de Ibagué (Tolima), la empresa Ibaguereña de Acueducto y Alcantarillado IBAL S.A E.S.P OFICIAL contrató los servicios del laboratorio Gestión & Medioambiente S.A.S (y con el laboratorio MCS Consultoría como subcontratista), laboratorios acreditados en ISO 17025 por el IDEAM bajo las resoluciones N.º 0482 de 2020 y 0775 de 2020 respectivamente, para realizar el monitoreo de calidad del aire.

El programa de monitoreo se efectuó entre el 29 de septiembre y 10 de octubre de 2021 en cuatro (4) puntos representativos del área de influencia donde se tomaron muestras de: material particulado igual o menor a 10 micras (PM10), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), sulfuro de hidrogeno (H<sub>2</sub>S) y metano (CH<sub>4</sub>).

Este programa se ejecutó conforme a lo establecido para un sistema de vigilancia de calidad de aire industrial definido en el Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire, adoptado mediante la Resolución 650 del 29 de marzo de 2010 y ajustado según la Resolución 2154 de noviembre de 2010, expedidas por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

ELABORADO Y REVISADO POR: GESTIÓN & MEDIOAMBIENTE S.A.S.	APROBADO POR: IBAL S.A E.S.P OFICIAL	Página 7 de 66
---	---	----------------

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la condición de la calidad del aire y emisiones atmosféricas en el área de influencia de PTARD EL TEJAR para dar cumplimiento al plan de seguimiento del permiso de emisiones y a requerimientos realizado por parte de Cortolima en cuatro estaciones, una localizada en el barrio Villa del Río y tres al interior del predio donde se localiza la planta.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer las concentraciones de material particulado como PM<sub>10</sub>, según lo establecido en el método EPA e-CFR Título 40, Parte 50, apéndice J, y óxidos de azufre (SO<sub>2</sub>), de acuerdo con el método EPA e-CFR Título 40, Parte 50, apéndice A: Pararosanilina, durante 10 días con mediciones continuas de 24 horas (+/- 1 hora).
- Determinar la concentración de óxidos de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), según lo establecido en EPA e-CFR Título 40, Capítulo I Subcapítulo C Parte 50 Apéndice F: Quimioluminiscencia durante 10 días con un equipo de medición automática.
- Determinar hidrógeno de sulfuro e hidrocarburos totales expresados como Metano con equipo de medición directa, para tiempos de exposición 1 hora en la mañana, 1 hora en la tarde y 1 hora en la noche, en cada una de las estaciones.
- Comparar los resultados obtenidos a partir del trabajo de campo y de laboratorio, con los valores permisibles establecidos en la legislación colombiana vigente, Resolución 2254 de 2017 y Resolución 1541 de 2013.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPUESTOS EN ESTUDIO

##### 3.1.1 Material particulado igual o menor a 10 micras (PM10)

El material particulado PM10 son partículas respirables de diámetro menor o igual a 10 micrómetros, este tipo de partículas causan efectos adversos a la salud, específicamente al sistema respiratorio, por viajar más profundamente en los pulmones y al estar compuesta de elementos que son más tóxicos, como metales pesados y compuestos orgánicos. En el corto plazo la contaminación por PM10 puede causar el deterioro de la función respiratoria; en el largo plazo se asocia con el desarrollo de enfermedades crónicas, con el cáncer o con la muerte prematura.

En la siguiente Figura 3.1 se muestra una comparación relativa del tamaño de estas partículas respecto a un cabello humano.

Figura 3.1 Comparación relativa de tamaños de material particulado



Las principales fuentes antropogénicas de material particulado están localizadas en zonas urbanas e industriales, donde el tráfico de vehículos (que utilizan combustibles fósiles) es la fuente más importante de partículas primarias de las zonas urbanas. El material particulado emitido por los motores es, principalmente, materia carbonosa de color negro. Este tipo de material particulado se caracteriza por presentar una granulometría muy fina, generalmente en el rango inferior a 0,1  $\mu\text{m}$ .

Dentro de la amplia variedad de actividades industriales, los combustibles fósiles representan una importante fuente de PM10, especialmente la combustión del carbón. Otras actividades, como la fundición de metales (cobre o zinc) o la producción de cemento, cerámica o ladrillos, también representan importantes fuentes de estas partículas.

Además de las partículas emitidas en las chimeneas, actividades como la construcción, minería, determinados procesos en la fabricación de cerámicas o cementos, o la emisión de partículas durante el

transporte desde zonas industriales, constituyen una fuente de PM10. Las actividades agrícolas también representan una fuente de partículas en el aire debido al movimiento de las tierras, emisiones biogénicas o la quema de biomasa vegetal (pastos, rastrojos, etc.).

La necesidad de vigilar las concentraciones de estos compuestos en la atmósfera se deriva fundamentalmente de tres factores principales: (1) su propia toxicidad, (2) el papel clave que los demás reactivos juegan en la formación de oxidantes fotoquímicos, y (3) su importancia como precursores de partículas finas en áreas urbanas.

### 3.1.2 Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

El dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) es un gas de color pardo rojizo fuertemente tóxico cuya presencia en el aire de los centros urbanos se debe a la oxidación del nitrógeno atmosférico que se utiliza en los procesos de combustión en los vehículos (Artículo primero, Resolución 2254 de 2017 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible).

Los óxidos de nitrógeno son un grupo de gases conformado por el nitrógeno y oxígeno que incluyen compuestos como óxido nítrico (NO), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>); el término NO<sub>x</sub> se refiere a la mezcla de estas sustancias. El dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) es emitido en pequeñas cantidades junto con el NO pero fundamentalmente se origina por oxidación del NO en la atmósfera. En una escala global, la emisión natural de óxido de nitrógeno es casi 15 veces mayor que la realizada por el hombre; las fuentes más comunes de óxidos de nitrógeno en la naturaleza son la descomposición bacteriana de nitratos orgánicos, incendios forestales y de pastos, y la actividad volcánica. Cabe anotar que las fuentes principales de emisión antropogénica son los escapes de los vehículos y, en general, la quema de combustibles fósiles.

Los óxidos de nitrógeno se forman durante los procesos de combustión a elevadas temperaturas por la oxidación del nitrógeno del aire o presente en el combustible, ya en el aire se convierten en dióxido de nitrógeno mediante reacciones fotoquímicas condicionadas por la luz solar. La fuente principal de óxidos de nitrógeno, óxido nítrico NO y dióxido de nitrógeno NO<sub>2</sub> procede directamente del tráfico rodado; otras fuentes importantes de este contaminante son las centrales térmicas productoras de energía eléctrica, instalaciones domésticas de calefacción y procesos industriales.

El óxido nítrico es relativamente inofensivo, pero el dióxido de nitrógeno puede causar efectos en la salud y bienestar, ya que daña el sistema respiratorio debido a que es capaz de penetrar las regiones más profundas de los pulmones, lo que ocasiona su mal funcionamiento. Así mismo, contribuye a la formación de lluvia ácida, que provoca graves daños a los ecosistemas y a los materiales hechos por el hombre.

### 3.1.3 Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

El dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) es un gas incoloro, no inflamable y de olor sofocante, que condensa a -10 °C y solidifica a -72 °C; reacciona en la superficie de cualquier material particulado que se encuentre en la atmósfera, es soluble en agua lo cual da lugar a ácidos, que le confieren sus características potencialmente agresoras y puede oxidarse en el aire sin necesidad de que existan gotas de agua. Este compuesto es uno de los principales responsables de la llamada lluvia ácida.

Este gas se genera tanto en fuentes naturales como en la combustión de compuestos ricos en azufre (combustibles de gasolina y diésel, petróleo y carbón). Igualmente, es el resultado de la fundición de minerales que contienen azufre y de otros procesos industriales. La fuente más común del dióxido de azufre

	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AIRE PTARD EL TEJAR</b>	MARCO TEÓRICO	
		IA-2172-1	
		Revisión: 2.0	
		Diciembre de 2021	

incluye el quemado de combustibles fósiles, la manufactura del ácido sulfúrico o la conversión de la pulpa de madera en papel. El quemado del carbón es la fuente más próxima en la producción de dióxido de azufre llegando a contabilizar hasta el 50% del global de emisiones. La fuente natural de emisiones de dióxido de azufre la forman los volcanes.

Se asocia con la humedad de las mucosas conjuntival y respiratoria; constituye un riesgo por la producción de irritación e inflamación aguda o crónica; suele asociarse también con las partículas suspendidas (PST) y da lugar a un riesgo superior, puesto que su acción es sinérgica.

La combinación dióxido de azufre/partículas suspendidas totales (SO<sub>2</sub>/PST) en condiciones favorables para su acumulación y permanencia en la atmósfera, ha sido la responsable del incremento de la morbilidad y la mortalidad en enfermos crónicos del corazón y vías respiratorias.

### 3.1.4 Sulfuro de Hidrogeno (H<sub>2</sub>S)

El Hidrógeno de Sulfuro (H<sub>2</sub>S), es un gas incoloro y tóxico con un fuerte olor a huevo podrido. El olfato humano alcanza a percibirlo en concentraciones de 0,008 – 2 ppm en el aire. Se considera un gas peligroso dependiendo de las concentraciones durante la exposición, generando en el cuerpo humano dolor de cabeza, fatiga, mareos, andar tambaleante y diarrea, seguido algunas veces por bronquitis y bronconeumonía. Cuando las concentraciones de H<sub>2</sub>S superan los 4 – 46 % se considera un gas inflamable el cual enciende a tomar una llama de color azul pálido.

### 3.1.5 Metano (CH<sub>4</sub>)

El Metano (CH<sub>4</sub>) es un gas incoloro e inodoro o un líquido bajo presión. Se utiliza como fuente de luz y combustible, y es el principal gas del gas natural. También se utiliza en la elaboración de muchas otras sustancias químicas, como acetileno y metanol. Los efectos agudos sobre la salud a corto plazo pueden ocurrir inmediatamente o poco después de la exposición al metano, efectos como la disminución de la cantidad de oxígeno en el aire, lo que provoca asfixia, con síntomas como dolor de cabeza, mareo, debilidad, náusea, vómitos, pérdida de la coordinación y del juicio, aumento en la frecuencia respiratoria y pérdida del conocimiento.

## 3.2 NORMATIVIDAD

Para el presente monitoreo se tienen en cuenta las siguientes normas establecidas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible:

### 3.2.1 Resolución 2254 de 2017

“Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones”

En la Tabla 3.1 se presentan los niveles máximos permisibles, a condiciones de referencia, para los contaminantes monitoreados en PTARD El Tejar, que están regulados por la Resolución 2254 de 2017.

ELABORADO Y REVISADO POR: GESTIÓN & MEDIOAMBIENTE S.A.S.	APROBADO POR: IBAL S.A. E.S.P OFICIAL	Página 11 de 46
---	--	-----------------

Tabla 3.1 Niveles máximos permisibles para contaminantes criterio según la Resolución 2254 de 2017.

CONTAMINANTE	UNIDAD	NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE	TIEMPO DE EXPOSICIÓN
Material Particulado como PM10	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	50	Anual
		75	24 horas
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	50	24 horas
		100	1 hora
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	60	Anual
		200	1 hora

Fuente: Tabla 1 de Resolución 2254 de 2017 del MADS

### 3.2.2 Resolución 1541 de 2013

"Por la cual se establecen los niveles permisibles de calidad del aire o de inmisión, el procedimiento para la evaluación de actividades que generan olores ofensivos y se dictan otras disposiciones"

Para actividades de plantas de tratamiento de aguas residuales la Resolución 1541, considera como sustancia de olor ofensivo el sulfuro de hidrogeno (H<sub>2</sub>S), para la cual establece límites normativos a condiciones de referencia como se presenta en

Tabla 3.2 Niveles máximos permisibles para olores ofensivos según la Resolución 1541 de 2013.

CONTAMINANTE	UNIDAD	NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE	TIEMPO DE EXPOSICIÓN
Sulfuro de hidrogeno (H <sub>2</sub> S)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	7	24 horas
		30	1 hora

Fuente: Tabla 2 de Resolución 1541 de 2013 del MADS

### 3.2.3 Corrección de datos a condiciones de referencia

Con el fin de comparar los datos obtenidos en campo con los límites permisibles descritos en la Resolución 2254 de 2017 y 1541 de 2013, los cuales se presentan en condiciones de referencia para temperatura y presión, es decir 25 °C y 760 mm Hg, respectivamente, se procede a realizar la corrección de la siguiente manera

$$DR = \frac{DL \cdot 760 \cdot (273 + TL^{\circ}\text{C})}{PbL \cdot 298K}$$

Dónde:

- DL = Datos obtenidos en campo a condiciones locales.
- DR = Datos obtenidos en campo a condiciones de referencia.
- P.b.L = Presión barométrica local.
- TL = Temperatura promedio ambiente local.

	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AIRE PTARD EL TEJAR</b>	MARCO TEÓRICO	
		IA-2172-1	
		Revisión: 2.0	
		Diciembre de 2021	

### 3.3 ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE

El ICA es un índice para reportar la calidad del aire diaria. Este índice nos dice cuán limpio o contaminado está el aire en una zona determinada y los efectos a la salud asociados a la concentración medida. El ICA se centra en los efectos a la salud que se pueden experimentar a pocas horas o a días después de respirar el aire contaminado. La US EPA calcula el ICA para los 6 mayores contaminantes: Ozono troposférico, material particulado PM10, Material particulado PM2.5, monóxido de carbono, dióxido de azufre, y dióxido de nitrógeno.

El ICA corresponde a un valor adimensional, que oscila entre 0 y 500. En la siguiente tabla, se presentan los rangos cualitativos de ICA, el color asociado, y la clasificación de la calidad de aire para dicho rango.

Los puntos de corte representan el valor mínimo y máximo de concentración en un rango ICA para cierto contaminante. Estos puntos de corte están establecidos a partir de concentraciones medidas en una métrica determinada, por esta razón, se tomaron los puntos de corte medidos en una métrica de 24 horas, debido a que las mediciones realizadas de calidad de aire fueron en 24 horas; también se tuvo en cuenta lo establecido en las tablas 5 y 6 de la resolución 2254 de 2017

Tabla 3.3 Clasificación y puntos de corte del ICA

VALOR DEL ICA	COLOR	CLASIFICACIÓN	PUNTOS DE CORTE ICA		
			PM <sub>10</sub> 24 HORAS	SO <sub>2</sub> * 1 HORA	NO <sub>2</sub> * 1 HORA
			µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
0-50	Verde	Buena	0 - 54	0 - 93	0-100
51-100	Amarillo	Aceptable	55 - 154	94- 197	101-189
101-150	Naranja	Dañina a la salud para grupos sensibles	155 - 254	198-486	190-677
151-200	Rojo	Dañina a la salud	255 - 354	487-797	678-1221
201-300	Púrpura	Muy dañina a la salud	355 - 424	798-1583	1222-2349
301-500	Marrón	Peligrosa	425 - 604	1584-2629	2350-3853

\*solo se reportan puntos de corte para NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> para tiempo de exposición de 1 hora.

Fuente: Tabla 6 Resolución 2254 de 2017

Para calcular los ICA, se emplea la siguiente ecuación:

$$ICA_p = \frac{I_{Alto} - I_{Bajo}}{PC_{Alto} - PC_{Bajo}} \times (C_p - PC_{Bajo}) + I_{Bajo}$$

Dónde:

ICA<sub>p</sub> Índice de calidad del aire para el contaminante p

C<sub>p</sub> Concentración medida para el contaminante p

PC<sub>Alto</sub> Punto de corte mayor o igual a C<sub>p</sub>

PC<sub>Bajo</sub> Punto de corte menor o igual a C<sub>p</sub>

I<sub>Alto</sub> Valor de calidad de aire correspondiente al PC<sub>Alto</sub>

I<sub>Bajo</sub> Valor de calidad de aire correspondiente al PC<sub>Bajo</sub>

ELABORADO Y REVISADO POR: GESTIÓN & MEDIOAMBIENTE S.A.S.	APROBADO POR: IBAL S.A. E.S.P OFICIAL	Página 18 de 46
---	--	-----------------





#### 4. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA

La Empresa Ibaguereña de Acueducto y Alcantarillado IBAL S.A. E.S.P OFICIAL es la encargada del manejo de acueducto y alcantarillado. El suministro de agua para el acueducto es realizado en el río Combeima y la quebrada Cay, y son conducidas a la planta la POLA ubicada en la carrera 3 No. 1-04, donde se captan las aguas que envían estos afluentes y allí se realiza el proceso de filtración decantación coagulación sedimentación y este a su vez es sometido a unos procesos químicos requeridos para ser apta para el consumo humano.

Luego de pasar por cada uno de los análisis físicos químicos y microbiológicos es aprobado por parte del área de Control Calidad para ser enviada por medio de las líneas de conducción de 20" de acueducto a cada uno de los tanques de reserva. Igualmente se cuenta con la Planta de Chembe, donde la captación de agua de la quebrada Chembe es sometida a los procesos químicos requeridos para ser de consumo humano, el producto de esta planta es almacenado en el tanque de reserva de nombre la Alsacia permitiendo con ello abastecer gran parte de la población del sector del barrio especial el Salado en total. En total son once tanques de reserva ubicados a lo largo y ancho de la ciudad para luego por medio de las redes domiciliarias ser distribuidos a los Hogares, Empresas e Industrias de Ibagué.

El manejo de las aguas residuales se lleva a cabo en las Plantas de tratamiento EL TEJAR, COMFENALCO Y AMÉRICAS ubicadas en sectores estratégicos de la ciudad a través de un sistema aeróbico que permite controlar, reducir y mitigar el impacto sobre las aguas y el medio ambiente; dando así cumplimiento a la legislación Ambiental.

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales la PTARD El Tejar, ubicada en la parte Suroccidental de la zona urbana de Ibagué, recibe las aguas residuales domésticas del sector sur-occidental de la ciudad transportadas del centro de la Ciudad y de los barrios del sur por el Interceptor Combeima y las devuelve al río Combeima en condiciones que le permiten al río asimilar la carga contaminante.

Las actividades en la planta de tratamiento de agua residual doméstica está dividida en

- **Sistema preliminar:** Compuesto por la compuerta de entrada, rejilla de gruesos, rejilla electromecánica, desarenadores y trampa de grasas.
- **Tratamiento Biológico en reactores UASB:** con zona de manto de lodos, zona de sedimentación, campanas recolectoras de metano, zona de metano y zona de ácido sulfhídrico
- **Tratamiento Secundario:** Laguna de pulimento

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1 MÉTODOS DE REFERENCIA Y EQUIPOS

Los métodos empleados en el monitoreo de calidad del aire en el área de la PTARD El Tejar se encuentra fundamentado en los lineamientos establecidos en las Resoluciones 2254 de 2017, 1541 de 2013 y 2154 de 2010 emitidas por el MADS y por métodos avalados por la Environmental Protection Agency de los Estados Unidos (EPA), y adoptados mediante los procedimientos internos.

Tabla 5.1 Métodos de referencia y equipos utilizados

CONTAMINANTE	MÉTODO DE REFERENCIA	EQUIPO UTILIZADO
PM10	EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice J	Tisch Environmental Inc modelo 6070V de alto volumen
Óxidos de Azufre (SO <sub>2</sub> )	EPA CFR Título 40 parte 50 Anexo A (Método Pararrosanilina),	Rac de gases
Óxidos de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	EPA CFR título 40, Parte 50, Apéndice F: Quimioluminiscencia Fase Gaseosa	Analizador automático Thermo Scientific modelo 421
Sulfuro de Hidrogeno y Metano	Metodología de lectura Directa	Monitor de Gas de lectura directa GX-2012

Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

Fotografía 5.1 Equipo HiVal 6070V para monitoreo de PM10



Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

Fotografía 5.2 Equipo Rac de gases para monitoreo de SO<sub>2</sub>



Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

Fotografía 5.3 Medidor de lectura directa para H2S y CH4



Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

Fotografía 5.4 Equipo automático medidor de NO2



Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

## 5.2 PROCEDIMIENTOS DE MONITOREO Y ANÁLISIS

### 5.2.1 Material particulado igual o menor a 10 micras (PM10)

#### 5.2.1.1 Muestreo de PM10

El método gravimétrico por muestreador de alto volumen se basa en hacer pasar una muestra de aire a través de un filtro inspeccionado, secado y pesado previamente hasta peso constante, ubicado dentro de un cabezal, por medio de un motor que está acoplado a una garganta (controlador de flujo volumétrico) a un caudal 1,02 a 1,24 m<sup>3</sup>/min para PM10 durante un período de muestreo de 24±1 horas. Transcurrido del tiempo de muestreo, el filtro es retirado y transportado adecuadamente hasta el laboratorio, donde nuevamente es inspeccionado, secado y pesado, para determinar la ganancia neta de peso.

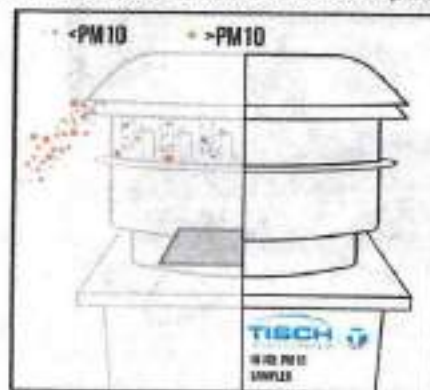
Fotografía 5.5 Filtro localizado en equipo HiVol PM10



Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

El muestreador para PM10 posee un sistema de entrada de aire que cuando se opera dentro del intervalo de velocidad de flujo especificado, provee las características de discriminación de tamaño de partícula que reúne todas las especificaciones de desempeño esperadas. La entrada del muestreador está diseñada con una entrada de forma circular simétrica alrededor de un eje vertical para no mostrar una dependencia significativa de la dirección del viento,

Figura 5.1 Modelo de cabeza de muestreador de PM10 para entrada de aire

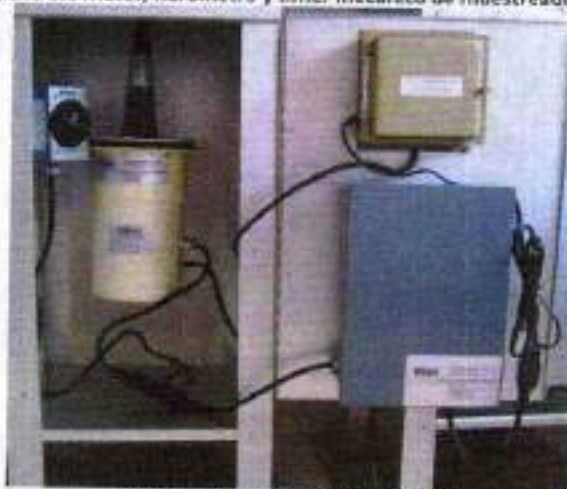


Fuente: Tisch Environmental

El volumen total del aire muestreado, corregido a condiciones de referencia, se determina a partir del caudal del aire que pasa a través del filtro, el cual se establece indirectamente con la medida de la caída de presión

por el filtro y de la relación de calibración del muestreador, así como del tiempo de muestreo, que se mide con un horómetro instalado en el equipo, y son registrados en los formatos de campo.

Fotografía 5.6 Motor, horómetro y timer mecánico de muestreador 6070V



Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S

### 5.2.1.2 Calibración de muestreadores de PM10

La Calibración de los medidores de alto volumen para PM10 se realiza, antes de iniciar el muestreo, a través de un kit de calibración, el cual consiste básicamente en un cilindro calibrador que se ajusta al porta orificio, con una válvula reguladora, que al cerrarla o abrirla se simulan varias lecturas de presión en el manómetro al que va acoplado por una manguera

Fotografía 5.7 Kit de calibración equipos HiVol



Fuente: Manual de operación equipo PM10 Tsch Environmental.

### 5.2.1.3 Análisis de filtros de PM10

Los análisis de PM10 se hacen por método gravimétrico en el laboratorio de Gestión & Medioambiente S.A.S, para lo cual se dejan los filtros recogidos en un desecador durante un periodo de 24 horas, después de

	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AIRE PTARD EL TEJAR</b>	METODOLOGÍA	
		IA-2172-1	
		Revisión: 2.0	
		Diciembre de 2021	

su acondicionamiento se pesan en una balanza analítica. Por último se registra la diferencia del peso inicial y final del filtro para determinar la cantidad de material particulado recogido en cada equipo y filtro correspondiente a cada día de muestreo.

Fotografía 5.8 Acondicionamiento de filtros



Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

Fotografía 5.9 Proceso de pesaje de filtros en balanza analítica



Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

#### 5.2.1.4 Cálculo de concentraciones de PM10

Para determinar la concentración diaria de partículas en suspensión se utiliza la siguiente expresión:

$$PM_{10} = \frac{(W_f - W_i) \cdot 10^6}{V_{std}}$$

Donde,

PM10: concentración en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

$W_f$ : peso final en gramos del filtro expuesto

$W_i$ : peso en gramos del papel filtro limpio

$V_{std}$ : volumen total de aire muestreado en  $\text{m}^3$  en condiciones de referencia de  $25^\circ\text{C}$  y  $760 \text{ mm Hg}$

#### 5.2.2 Dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ )

La metodología usada es la establecida por la norma de la US EPA contenida e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice F: Quimioluminiscencia Fase Gaseosa, empleando un analizador automático Thermo Scientific modelo 42i, el cual es previamente calibrado utilizando un generador de ozono estable y concentración estándar de NO y  $\text{NO}_2$ .

ELABORADO Y REVISADO POR: GESTIÓN & MEDIOAMBIENTE S.A.S.	APROBADO POR: IBAL S.A. E.S.P OFICIAL	Página 19 de 46
---	--	-----------------

Fotografía 5.10 Equipo para medición de NO<sub>2</sub>



Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

### 5.2.3 Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

#### 5.2.3.1 Muestreo de SO<sub>2</sub>

El método colorimétrico con pararrosanilina consiste en hacer pasar una muestra de aire gracias a una bomba de vacío, a través de una solución de Tetracloromercurato de Potasio (TCM), la cual absorbe el SO<sub>2</sub>, formando un complejo de diclorosulfitomercurato resistente a la oxidación del aire.

Se utilizaron muestreadores RAC, cuyo propósito del muestreo es hacer pasar el aire por el reactivo seleccionado, después el resto de aire pasa por una trampa de humedad, un filtro de membrana y un orificio crítico que permite hacer la regulación del flujo. El flujo de aire se logra a través de una bomba de vacío, conectada a un programador de tiempo.

Los componentes del equipo están dentro de una caja metálica con tapa escualizable. La caja tiene dos compartimientos, en uno de ellos viene la bomba de vacío y en el segundo se encuentra el tren de muestreo, que consta de un tubo distribuidor acoplado en serie a tres colectores de polipropileno (impingers o burbujeadores) uno de los cuales contiene la solución absorbente para SO<sub>2</sub>.

En el tubo burbujeador se agregan de 50 ml de la solución absorbente, el cual se conecta al tren de muestreo y se monta en el RAC, se programa el encendido de la bomba con el uso de un timer mecánico para que la misma opere por 24 horas continuas. Se mide el flujo a través de cada orificio crítico de cada burbujeador para corroborar que esté dentro del rango especificado para los métodos; para tal efecto, se usa un flujómetro adecuado para la medición. Se verifica el burbujeo y que no haya fugas. Se cierra la tapa del equipo.

Pasadas las 24 horas se mide nuevamente el flujo, se registró el tiempo de muestreo; se verifica la temperatura y el volumen final de las muestras; se colectan en frascos ámbar de 60 ml, los cuales son rotulados con el código de muestra, fecha de toma, condiciones de preservación y responsable; se refrigeran y envían al laboratorio.

	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AIRE PTARD EL TEJAR</b>	METODOLOGÍA	
		IA-2172-1	
		Revisión: 2.0	
		Diciembre de 2021	

Fotografía 5.11 Equipo utilizado para las mediciones de gases SO<sub>2</sub>



Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

Fotografía 5.12 Recolección de solución adsorbente impactada de SO<sub>2</sub>



Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

### 5.2.3.2 Verificación de equipo RAC para SO<sub>2</sub>

Los equipos de muestreo de gases para SO<sub>2</sub> son verificados (sus orificios críticos) para obtener un flujo de muestreo que se ajuste a la tasa recomendada (entre 180 y 220 ml/min para SO<sub>2</sub>), con el objeto de lograr muestras representativas. El procedimiento consiste en conectar un flujómetro digital a la manguera de cada orificio crítico (taponando el flujo en los otros orificios), encender la bomba de succión y tomar la lectura en ml/min.

### 5.2.3.3 Análisis de muestras SO<sub>2</sub>

Los análisis de las muestras de SO<sub>2</sub> se realizan en el Laboratorio, por métodos colorimétricos estandarizados. Para la determinación de la absorbancia de cada muestra se utiliza un espectrofotómetro, el cual tiene la capacidad de medir la absorbancia de las muestras en 548 nm, para SO<sub>2</sub>) y se compara con un gráfico de absorbancia versus concentración de gas correspondiente, y ajustada mediante regresión lineal, para determinar la concentración.



Fotografía 5.13 Análisis colorimétrico de SO<sub>2</sub>



Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S

#### 5.2.3.4 Cálculo de concentración de SO<sub>2</sub>

Para calcular la concentración de dióxido de azufre en las muestras recolectadas, se procede de la siguiente forma:

$$SO_2 = \frac{(A - A_0)(B_x)(10^3)}{V_{std}} \times \frac{V_b}{V_a}$$

Donde,

SO<sub>2</sub> Concentración de SO<sub>2</sub> en µg/m<sup>3</sup>

A Absorbancia corregida de la solución que contiene la muestra

A<sub>0</sub> Absorbancia corregida del blanco

B<sub>x</sub> Factor de calibración

V<sub>std</sub> Volumen estándar de aire muestreado (L estándar)

V<sub>a</sub> Volumen de la solución absorbente analizada, 10 ml

V<sub>b</sub> Volumen total de solución absorbente en el tubo absorbedor, 50 ml.

#### 5.2.4 Sulfuro de Hidrogeno (H<sub>2</sub>S) y metano (CH<sub>4</sub>)

Los gases H<sub>2</sub>S y CH<sub>4</sub> son medidos con el monitor de Gas MSA ORION MULTIGAS, de la marca MSA, el cual cuenta con calibración de un botón, sensores fáciles de cambiar, construcción robusta con excelente resistencia a la penetración de polvo y agua, y un tiempo de funcionamiento de 16 a 20 horas y tiene una bomba interna. Detecta simultáneamente H<sub>2</sub>S y CH<sub>4</sub>. Tiene capacidad para baterías de NIMH o alcalinas, que son intercambiables

	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AIRE PTARD EL TEJAR</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	
		<b>IA-2172-1</b>	
		<b>Revisión: 2.0</b>	
		<b>Diciembre de 2021</b>	

Fotografía 5.14 equipo de lectura directa para medición de H<sub>2</sub>S y CH<sub>4</sub>



Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

### 5.3 LOCALIZACIÓN DE ESTACIONES DE MONITOREO

Para el monitoreo realizado en la PTARD El Tejar, las estaciones se localizaron en sitios previamente definidos, corroborando por parte del personal técnico que cumplieran con los criterios establecidos en el Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire, normatizado por la Resolución 2154 de 2010.

Figura 5.2 Localización estaciones de monitoreo



Fuente: Google Earth

#### 5.3.1 Descripción de las estaciones de monitoreo

Tabla 5.2 Estaciones de muestreo de calidad de aire en PTARD El Tejar

ESTACIÓN	NOMBRE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE		DESCRIPCIÓN
		ESTE	NORTE	
01	Cancha	871845	981002	localizado dentro del predio de PTARD El Tejar al costado oriental de la cancha de fútbol. A aproximadamente 120 metros y 180 m al oriente se encuentra el reactor y la laguna de oxidación respectivamente.
02	PTARD El Tejar	871976	981037	localizado en el cuarto de motobomba de la PTARD El Tejar, cerca al reactor.

ESTACIÓN	NOMBRE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGIN OESTE		DESCRIPCIÓN
		ESTE	NORTE	
03	Laguna	872074	981047	Punto ubicado al costado norte de la laguna de oxidación, sobre el sendero peatonal.
04	Barrio Villa del Río	871974	981161	Equipos ubicados en vivienda del barrio Villa del Río, localizada al norte de la PTARD Tejar, e aproximadamente 125 m lineales del reactor y 155 m de la laguna.

Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

Fotografía 5.15 Estación 01 - Cancha



Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

Fotografía 5.16 Estación 02 - PTARD Tejar



Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

Fotografía 5.17 Estación 03 – Laguna



Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

Fotografía 5.18 Estación 04 – Barrio Villa del Río



Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

### 5.3.2 Principales fuentes de emisión de partículas y gases en la zona:

las fuentes de emisión de partículas y gases a la atmósfera observadas en el área de estudio durante el presente monitoreo son:

Las Fuentes de emisiones móviles y lineales en el área son emisión de material particulado y de gases debido al movimiento de todo tipo de vehículos que transitan por la calle 26B de Ibagué, entre carrera 3 Sur y la variante Ibagué Cajamarca, localizada al occidente de la PTARD El Tejar, a aproximadamente 100 metros de la estación Cancha, 185 metros de Cuarto de motobomba, 300 metros de la estación laguna y a 120 metros de la estación Barrio Villa del río.

	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AIRE PTARD EL TEJAR</b>	METODOLOGÍA	
		IA-2172-1	
		Revisión: 3.0	
		Diciembre de 2021	

También se tiene las emisiones generadas por los vehículos que transitan por la variante Ibagué – Cajamarca, localizada aproximadamente a 100 metros al sur de cada una de las estaciones localizadas en la PTARD El Tejar.

Las Fuentes de emisiones fijas son el Tea o quemador de Biogas de los subproductos que se obtienen de la descomposición anaeróbica de la materia orgánica de las aguas residuales domésticas en los reactores.

Las Fuentes de emisiones de área corresponde a las zonas boscosas y terrenos sin pavimentar con posibilidad de resuspension de partículas alrededor de la PTARD El Tejar.

## 6. DESCRIPCIÓN CLIMÁTICA

La concentración de los contaminantes del aire en una zona en particular depende de la magnitud de las fuentes y de la eficiencia de su dispersión; la velocidad a la que los compuestos del aire se dispersan, depende directamente de factores meteorológicos, como la velocidad y dirección del viento, turbulencia y estabilidad atmosférica y de otros factores físicos como la humedad relativa, temperatura y presión, que conllevan a las oscilaciones diarias.

En este numeral se efectúa una caracterización climatológica del área de estudio. La descripción se encuentra fundamentada en la información de una estación portátil, ubicada en la estación 02- Cuarto Motobomba como se muestra en la **fotografía 6.2**.

Fotografía 6.1 Estación meteorológica portátil



Fotografía 6.2 Consola de estación meteorológica portátil



Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

Los valores promedios para cada día de monitoreo registrados en la zona de estudio por la estación climatológica para los parámetros más relevantes, se representan a continuación,

Tabla 6.1 Valores promedio diario de parámetros climatológicos durante el monitoreo

FECHA	TEMPERATURA PROMEDIO DIARIA (°C)	HUMEDAD (%)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)
2021-09-30	25,0	68	1,9
2021-10-01	26,9	62	1,7
2021-10-02	27,8	59	1,7
2021-10-03	28,2	56	2,1
2021-10-04	28,9	55	2,1
2021-10-05	25,1	74	1,8
2021-10-06	23,5	81	1,9
2021-10-07	25,4	68	1,3
2021-10-08	26,6	60	0,7
2021-10-09	25,0	73	0,4
2021-10-10	25,2	74	0,4

Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

## 6.1 TEMPERATURA

La temperatura es la medida de la magnitud del calor ocasionada por la radiación solar sobre la atmósfera o sobre la tierra, es el grado de calor que tiene el aire en un momento y lugar determinados. La distribución espacial de la temperatura es consecuencia de los gradientes verticales, que a su vez dan origen a los pisos térmicos; de esta manera, a cada nivel altimétrico corresponde una temperatura específica y una posición en un gradiente de latitud-longitud. En la zona se presentó un rango de temperatura promedio diario entre 23,5°C y 28,9°C como se observa en la Gráfica 6.1.

Gráfica 6.1 Valores diarios de temperatura ambiente

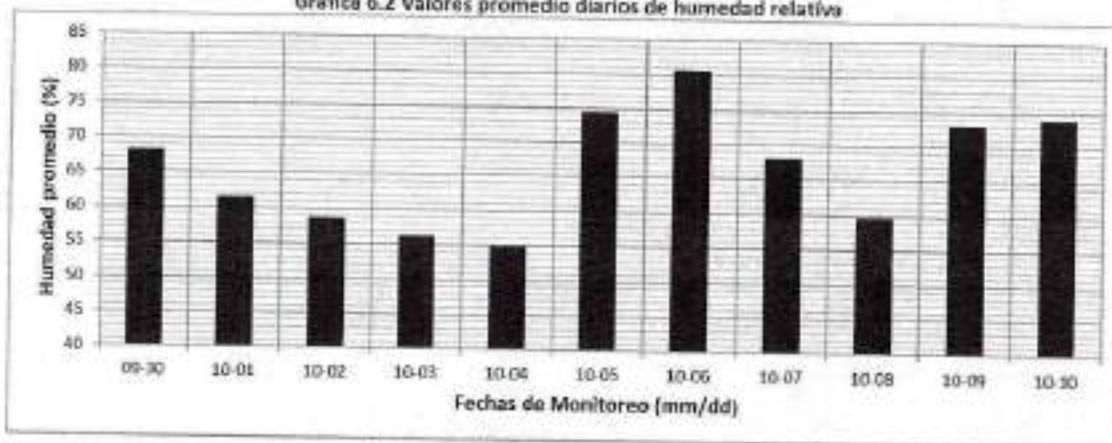


Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

## 6.2 HUMEDAD

La humedad relativa se define como la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua contenida en un volumen de aire y la que tendría si estuviese saturado a la temperatura que se encuentra dicho aire. El rango de humedades promedio diarias esta entre 55% y 81% con valores diarios presentados en la Gráfica 6.2

Gráfica 6.2 Valores promedio diarios de humedad relativa



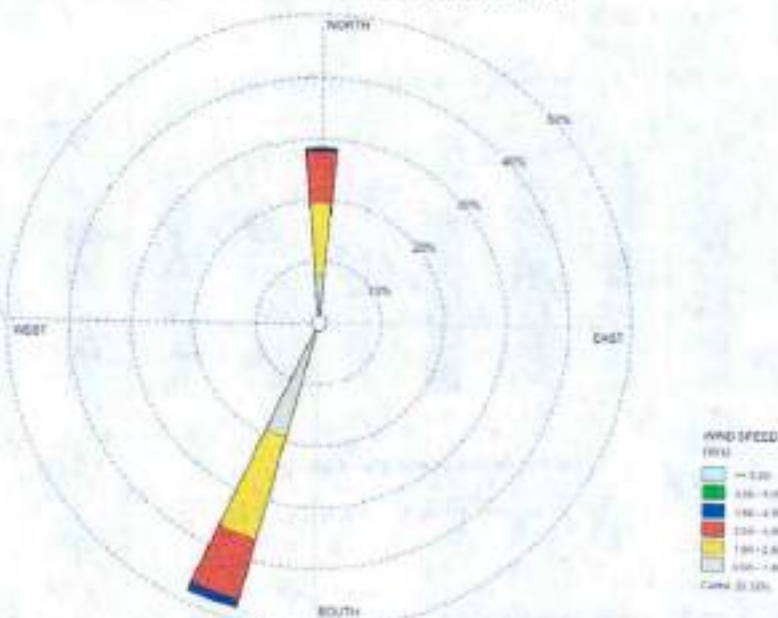
Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021



### 6.3 COMPORTAMIENTO DEL VIENTO

En este numeral se analizaron las características más representativas del viento, así como su compartimiento y la rosa de los vientos local obtenida a partir de los datos suministrados por la estación meteorológica portátil ubicada en la estación de monitoreo 02-PTARD Tejar.

Gráfica 6.3 Rosa de Vientos Puntual



Fuente: Fuente: WR PLOT®. Datos meteorológicos de estación portátil en sitio 2021

En la Gráfica 6.3 se observa el comportamiento de los vientos en la zona durante el monitoreo, donde se aprecia que los vientos predominantes, con un 48%, provienen desde la dirección suroeste y con un 28% desde norte y registrándose velocidades en su mayoría, con un 29,8%, entre los 1,50 y 2,50 m/s.

	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AIRE PTARD EL TEJAR</b>	RESULTADOS	
		IA-2172-1	
		Revisión: 2.0	
		Diciembre de 2021	

## 7. RESULTADOS DE LAS MEDICIONES Y COMPARACIÓN CON LAS NORMAS AMBIENTALES

### 7.1 MATERIAL PARTICULADO PM10

#### 7.1.1 TABLAS DE RESULTADOS

Los resultados de las muestras de material particulado menor o igual a 10 micras (PM10) se indican en las siguientes tablas.

Tabla 7.1 Concentraciones de PM10 en la estación 01 Cancha

Día	Datos	Fecha	Temp. ambiente (°C)	Presión ambiente (mmHg)	Caudal de operación (condiciones estándar) (m <sup>3</sup> /min)	N° filtro	Pesaje del filtro (g)	Cantidad de material particulado (g)	Tiempo de muestreo (min)	Concentración (µg/m <sup>3</sup> std)
1	Inicio	2021-09-29	30,7	663,30	1,0179	075F08	2,7309	0,0280	1444,20	19,05
	Final	2021-09-30					2,7589			
2	Inicio	2021-09-30	31,9	663,80	1,0188	075F09	2,7209	0,0330	1383,00	23,42
	Final	2021-10-01					2,7539			
3	Inicio	2021-10-01	32,3	664,00	1,0191	075F10	2,7309	0,0320	1381,80	22,72
	Final	2021-10-02					2,7629			
4	Inicio	2021-10-02	32,9	662,90	1,0140	075F11	2,7357	0,0626	1438,20	42,93
	Final	2021-10-03					2,7983			
5	Inicio	2021-10-03	28,0	663,10	1,0247	075F12	2,7452	0,0297	1381,20	20,99
	Final	2021-10-04					2,7749			
6	Inicio	2021-10-04	28,4	661,70	1,0238	075F13	2,7337	0,0316	1381,80	22,34
	Final	2021-10-05					2,7653			
7	Inicio	2021-10-05	24,6	664,30	1,0318	075F14	2,7230	0,0408	1381,80	28,62
	Final	2021-10-06					2,7638			
8	Inicio	2021-10-06	24,0	664,40	1,0305	075F15	2,7363	0,0359	1442,40	24,15
	Final	2021-10-07					2,7722			
9	Inicio	2021-10-07	25,6	664,60	1,0306	075F16	2,7500	0,0360	1441,80	20,19
	Final	2021-10-08					2,7800			
10	Inicio	2021-10-08	25,3	664,30	1,0289	075F17	2,7335	0,0273	1446,00	18,35
	Final	2021-10-09					2,7600			
Máximo (µg/m <sup>3</sup> std)										42,93
Mínimo (µg/m <sup>3</sup> std)										18,35
Promedio (µg/m <sup>3</sup> std)										24,27

Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S 2021

Tabla 7.2 Concentraciones de PM10 en la estación 02 PTARD El Tejar

Día	Datos	Fecha	Temp. ambiente (°C)	Presión ambiente (mmHg)	Caudal de operación (condiciones estándar) (m <sup>3</sup> /min)	N° filtro	Pesaje del filtro (g)	Cantidad de material particulado (g)	Tiempo de muestreo (min)	Concentración (µg/m <sup>3</sup> std)
1	Inicio	2021-09-29	30,7	663,30	1,0118	075F24	2,7540	0,0330	1440,00	22,65
	Final	2021-09-30					2,7870			
2	Inicio	2021-10-01	31,9	663,80	1,0116	075F25	2,7508	0,0240	1380,00	17,19
	Final	2021-10-02					2,7748			
3	Inicio	2021-10-02	32,3	664,00	1,0227	075F26	2,7563	0,0299	1440,00	20,71

ELABORADO Y REVISADO POR:  
GESTIÓN & MEDIOAMBIENTE S.A.S.

APROBADO POR:  
IBAL S.A. E.S.P OFICIAL

Página 31 de 46



INFORME DE ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AIRE PTARD EL TEJAR

RESULTADOS

IA-2172-1

Revisión: 2.0

Diciembre de 2021



Día	Datos	Fecha	Temp. ambiente (°C)	Presión ambiente (mmHg)	Caudal de operación (condiciones estándar) (m³/min)	N° filtro	Pesaje del filtro (g)	Cantidad de material particulado (g)	Tiempo de muestreo (min)	Concentración (µg/m³std)	
4	Final	2021-10-03	32,9	662,90	1,0025	075F27	2,7862	0,0291	1440,00	20,16	
	Inicio	2021-10-03					2,7407				
5	Final	2021-10-04	34,8	661,70	0,9961	075F28	2,7698	0,0325	1380,00	23,64	
	Inicio	2021-10-04					2,7180				
6	Final	2021-10-05	28,0	663,10	1,0050	075F29	2,7705	0,0392	1380,00	28,26	
	Inicio	2021-10-05					2,7440				
7	Final	2021-10-06	28,4	664,30	1,0077	075F40	2,7832	0,0340	1440,00	23,43	
	Inicio	2021-10-06					2,7225				
8	Final	2021-10-07	27,6	663,40	1,0108	075F41	2,7565	0,0295	1380,00	21,15	
	Inicio	2021-10-07					2,7205				
9	Final	2021-10-08	26,3	665,70	1,0139	075F42	2,7500	0,0296	1440,00	20,27	
	Inicio	2021-10-08					2,7184				
10	Final	2021-10-09	-	-	-	-	-	-	-	Invaluada	
	Inicio	2021-10-09	-	-	-	-	-	-	-	-	
										Máximo (µg/m³std)	28,26
										Mínimo (µg/m³std)	17,19
										Promedio (µg/m³std)	21,94

Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S 2021

Tabla 7.3 Concentraciones de PM10 en la estación 03 Laguna

Día	Datos	Fecha	Temp. ambiente (°C)	Presión ambiente (mmHg)	Caudal de operación (condiciones estándar) (m³/min)	N° filtro	Pesaje del filtro (g)	Cantidad de material particulado (g)	Tiempo de muestreo (min)	Concentración (µg/m³std)
1	Final	2021-09-29	30,7	663,30	0,9869	074F87	2,7150	0,0310	1441,50	21,79
	Inicio	2021-09-30					2,7460			
2	Final	2021-09-30	31,9	663,80	0,9872	074F88	2,6819	0,0332	1383,00	24,32
	Inicio	2021-10-01					2,7151			
3	Final	2021-10-01	32,3	664,00	0,9863	074F89	2,7043	0,0348	1384,20	25,49
	Inicio	2021-10-02					2,7301			
4	Final	2021-10-02	32,8	662,90	0,9778	074F90	2,6938	0,0313	1452,00	22,05
	Inicio	2021-10-03					2,7251			
5	Final	2021-10-03	34,8	661,70	0,9687	074F91	2,7211	0,0304	1437,60	21,83
	Inicio	2021-10-04					2,7515			
6	Final	2021-10-04	28,0	663,40	0,9821	074F92	2,7209	0,0181	1443,00	12,77
	Inicio	2021-10-05					2,7300			
7	Final	2021-10-05	22,6	664,70	0,9939	074F93	2,6800	0,0309	1383,00	22,48
	Inicio	2021-10-06					2,7197			
8	Final	2021-10-06	24,5	664,70	0,9916	074F94	2,7026	0,0349	1381,20	25,48
	Inicio	2021-10-07					2,7375			
9	Final	2021-10-07	27,6	663,40	0,9822	074F95	2,6889	0,0306	1380,60	22,57
	Inicio	2021-10-08					2,7195			
10	Final	2021-10-08	27,4	663,50	0,9813	074F96	2,6990	0,0294	1389,60	21,56
	Inicio	2021-10-09					2,7294			

ELABORADO Y REVISADO POR:  
GESTIÓN & MEDIOAMBIENTE S.A.S.

APROBADO POR:  
IBAL S.A. E.S.P OFICIAL

Página 52 de 46

	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AIRE PTARD EL TEJAR</b>	RESULTADOS	
		IA-2172-1	
		Revisión: 2.0	
		Diciembre de 2021	

Día	Datos	Fecha	Temp. ambiente (°C)	Presión ambiente (mmHg)	Caudal de operación (condiciones estándar) (m³/min)	N° filtro	Pesaje del filtro (g)	Cantidad de material particulado (g)	Tiempo de muestreo (min)	Concentración (µg/m³std)
									Máximo (µg/m³std)	25,49
									Mínimo (µg/m³std)	12,77
									Promedio (µg/m³std)	22,03

Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S 2021

Tabla 7.4 Concentraciones de PM10 en la estación 04 Barrio Villa del Río

Día	Datos	Fecha	Temp. ambiente (°C)	Presión ambiente (mmHg)	Caudal de operación (condiciones estándar) (m³/min)	N° filtro	Pesaje del filtro (g)	Cantidad de material particulado (g)	Tiempo de muestreo (min)	Concentración (µg/m³std)
1	Inicio	2021-09-30	30,7	663,30	1,0243	075F18	2,7357	0,0397	1380,60	28,07
	Final	2021-10-01					2,7754			
2	Inicio	2021-10-01	30,6	663,50	1,0290	075F19	2,7425	0,0375	1443,60	25,25
	Final	2021-10-02					2,7800			
3	Inicio	2021-10-02	31,0	663,70	1,0251	075F20	2,7282	0,0351	1438,80	23,80
	Final	2021-10-03					2,7633			
4	Inicio	2021-10-03	31,6	663,80	1,0208	075F21	2,7260	0,0324	1438,80	22,06
	Final	2021-10-04					2,7584			
5	Inicio	2021-10-04	28,0	663,50	1,0251	075F22	2,7297	0,0293	1385,40	20,63
	Final	2021-10-05					2,7590			
6	Inicio	2021-10-05	25,6	663,10	1,0303	075F23	2,7300	0,0304	1384,80	21,31
	Final	2021-10-06					2,7604			
7	Inicio	2021-10-06	22,3	664,70	1,0376	075F44	2,7358	0,0410	1382,40	28,58
	Final	2021-10-07					2,7768			
8	Inicio	2021-10-07	24,5	664,70	1,0322	075F45	2,7165	0,0299	1435,20	20,18
	Final	2021-10-08					2,7464			
9	Inicio	2021-10-08	25,7	664,60	1,0315	075F46	2,7146	0,0289	1431,60	19,57
	Final	2021-10-09					2,7435			
10	Inicio	2021-10-09	21,5	664,30	1,0359	075F47	2,7248	0,0352	1416,00	24,00
	Final	2021-10-10					2,7600			
									Máximo (µg/m³std)	28,58
									Mínimo (µg/m³std)	19,57
									Promedio (µg/m³std)	23,35

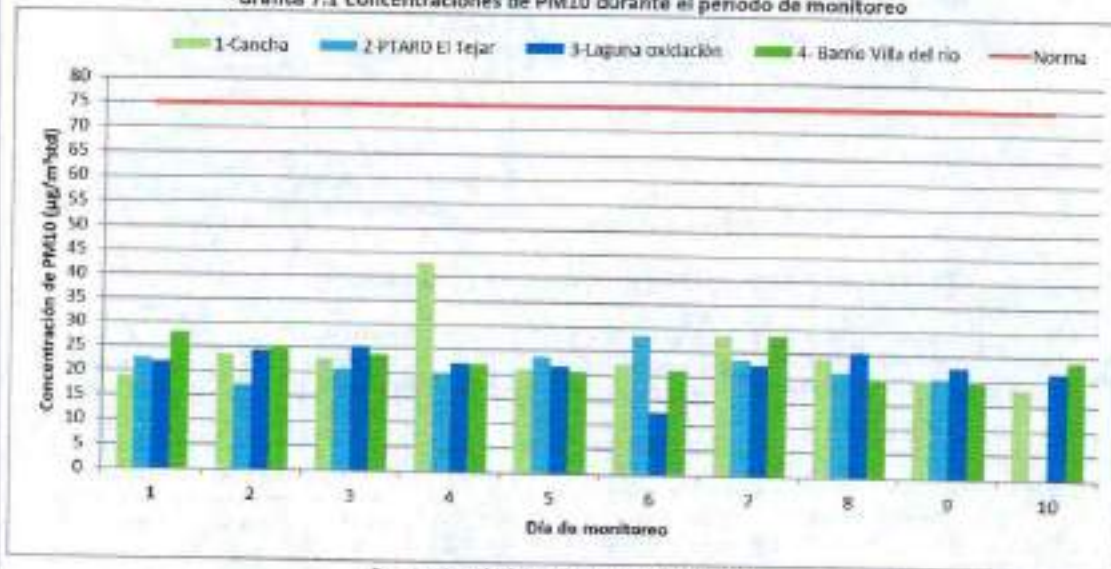
Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S 2021

## 7.1.2 COMPARACIÓN NORMATIVA

En la Gráfica 7.1 se presenta la comparación de las concentraciones de PM10 obtenidas en cada día de monitoreo, contra la norma diaria.

ELABORADO Y REVISADO POR: GESTIÓN & MEDIOAMBIENTE S.A.S.	APROBADO POR: IBAL S.A. E.S.P OFICIAL	Página 33 de 46
---	--	-----------------

Gráfica 7.1 Concentraciones de PM10 durante el periodo de monitoreo



Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

En la Gráfica 7.2 y Tabla 7.5, se resumen los promedios aritméticos y los máximos diarios de material particulado como PM10 determinado en cada uno de los puntos monitoreados.

Tabla 7.5 Concentración promedio y máxima de PM10 en los puntos de monitoreo

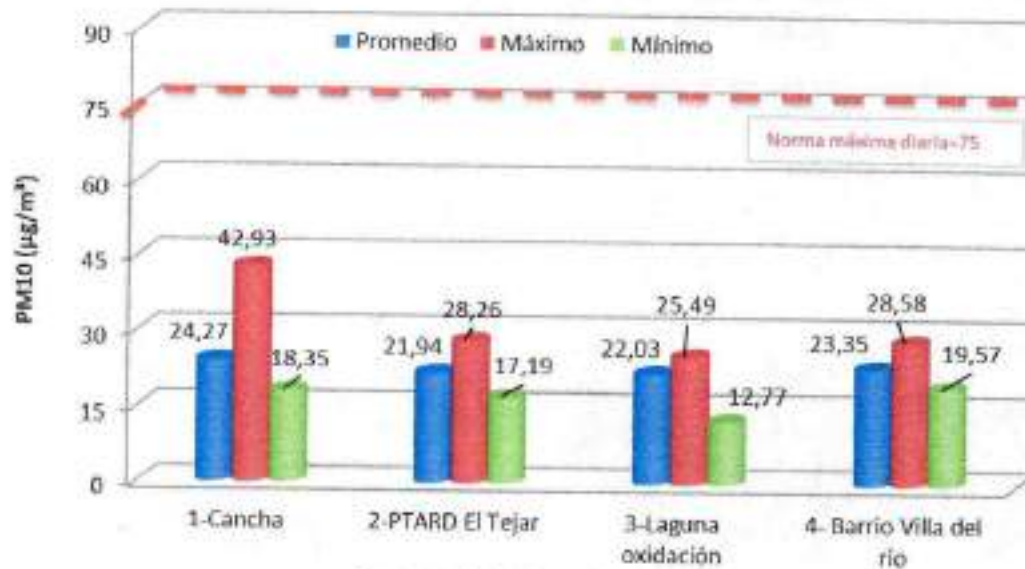
PUNTO DE MONITOREO	Promedio aritmético $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{std}$	Máxima diaria $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{std}$	Máxima anual Res.2254/2017 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{std}$ )	Máxima diaria Res.2254/2017 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{std}$ )
ESTACIÓN 01: Cancha	24,27	42,93	50	75
ESTACIÓN 02: PTARD El Tejar	21,94	28,26		
ESTACIÓN 03: Laguna	22,03	25,49		
ESTACIÓN 04: Barrío Villa del Río	23,35	28,58		

Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

Los resultados obtenidos de la concentración de material particulado como PM10 en la PTARD El Tejar indican que en ninguno de los días de monitoreo se supara el límite permisible de  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para un periodo de exposición de 24 Horas y los promedios aritméticos por el tiempo de monitoreo tampoco superaron la norma anual de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Para la estación de monitoreo 01 Cancha se presentó el mayor valor de PM10 registrado en todas las mediciones con un valor de  $42,93 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Gráfica 7.2 Comparación promedios, máximos y mínimos de PM10



Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

### 7.1.3 ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE SEGÚN PM10

El Índice de Calidad del Aire (ICA), de acuerdo a la concentración de PM10, es calculado para cada día como se presenta en el apartado ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE 3.3, teniendo los resultados ICA presentados en la Tabla 7.6 y Gráfica 7.3

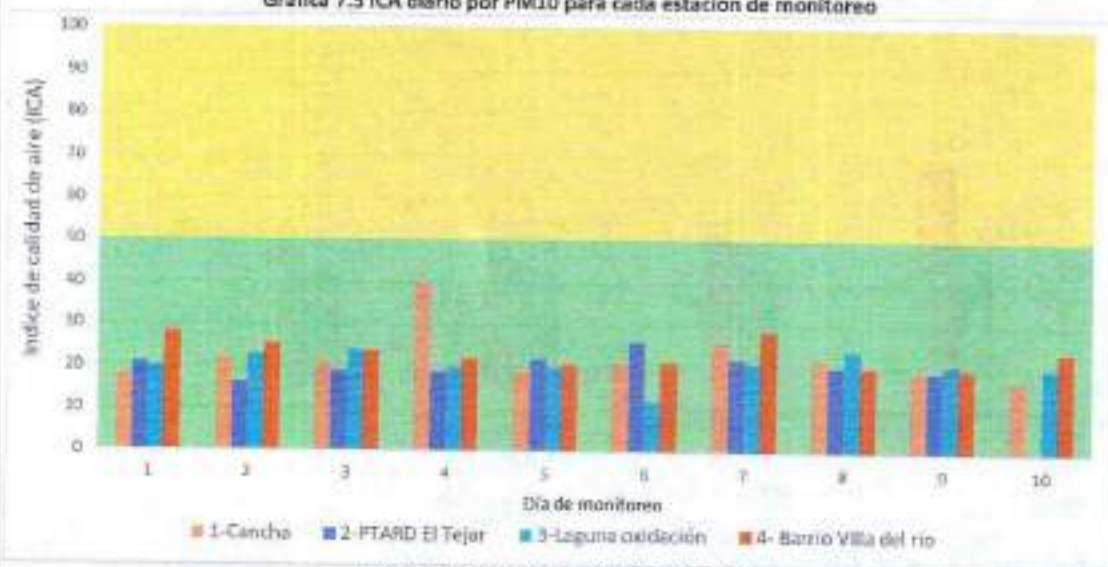
Tabla 7.6 ICA según PM10

DIA	01 CANCHA	02 PTARD EL TEJAR	03 LAGUNA	04 BARRIO VILLA DEL RÍO
1	13	21	11	7
2	24	20	17	13
3	25	22	18	13
4	1	19	17	15
5	27	27	20	12
6	23	25	16	11
7	23	24	12	16
8	12	19	20	15
9	21	27	19	15
10	24	6	20	11

Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

Se puede observar que todos los valores se encuentran en el rango ICA de 0 a 50, esto indica una buena calidad del aire en base al contaminante criterio PM10 y la ausencia de efectos a la salud como síntomas respiratorios o agravación de enfermedades pulmonares.

Gráfica 7.3 ICA diario por PM10 para cada estación de monitoreo



Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

## 7.2 DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO<sub>2</sub>)

### 7.2.1 TABLA DE RESULTADOS

Los resultados registrados de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) en cada sitio de muestreo se indican en la siguiente Tabla 7.7, donde se presentan los promedios aritméticos diarios de los datos tomados cada hora en cada una de las estaciones

Tabla 7.7 Concentraciones promedio de NO<sub>2</sub>

Día	Fecha	Dióxido de nitrógeno NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) promedio diario horario							
		N.º datos horarios válidos	01 Cancha	N.º datos horarios válidos	02 PTAR	N.º datos horarios válidos	03 Laguna	N.º datos horarios válidos	04 Barrio Villa del Rio
1	2021-09-29	0	-	0	-	6	49,069	6	47,567
2	2021-09-30	6	45,051	6	45,768	6	25,816	6	35,943
3	2021-10-01	6	34,812	6	21,211	6	29,375	6	27,882
4	2021-10-02	6	30,877	6	20,293	6	26,644	6	31,499
5	2021-10-03	6	21,750	1	19,894	0	-	0	-
6	2021-10-04	0	-	2	28,343	6	21,058	6	22,219

Día	Fecha	Dióxido de nitrógeno NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) promedio diario horario							
		N.º datos	01 Cancha	N.º datos	02	N.º datos	03 Laguna	N.º datos	04 Barrio Villa
7	2021-10-05	6	15,331	6	21,004	6	19,182	6	19,439
8	2021-10-06	6	16,048	6	22,531	6	20,184	6	34,043
9	2021-10-07	6	19,015	6	19,729	6	23,423	6	34,383
10	2021-10-08	6	24,392	6	19,946	6	26,707	6	31,281
11	2021-10-09	6	24,977	6	20,661	6	25,298	6	25,011
	Promedio		25,81		23,94		26,68		30,93
	Máximo		45,05		45,77		49,07		47,57
	Mínimo		15,33		19,73		19,18		19,44

Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

## 7.2.2 COMPARACIÓN NORMATIVA

En las siguientes Gráfica 7.4 se presentan el comparativo de los promedios diarios de las concentraciones horarias de SO<sub>2</sub> con el límite normativo horario establecido en 200 µg/m<sup>3</sup>, por la Resolución 2254 de 2017, observando que se cumple satisfactoriamente con valores muy inferiores al máximo permisible, para las cuatro estaciones de muestreo

Gráfica 7.4 Comparación de los resultados horarios NO<sub>2</sub> con el límite normativo - Estación Cancha



Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021



Gráfica 7.5 Comparación de los resultados horarios NO<sub>2</sub> con el límite normativo - Estación PTAR



Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

Gráfica 7.6 Comparación de los resultados horarios NO<sub>2</sub> con el límite normativo - Estación Laguna



Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

Gráfica 7.7 Comparación de los resultados horarios NO<sub>2</sub> con el límite normativo - Estación VILLA DEL RIO



Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

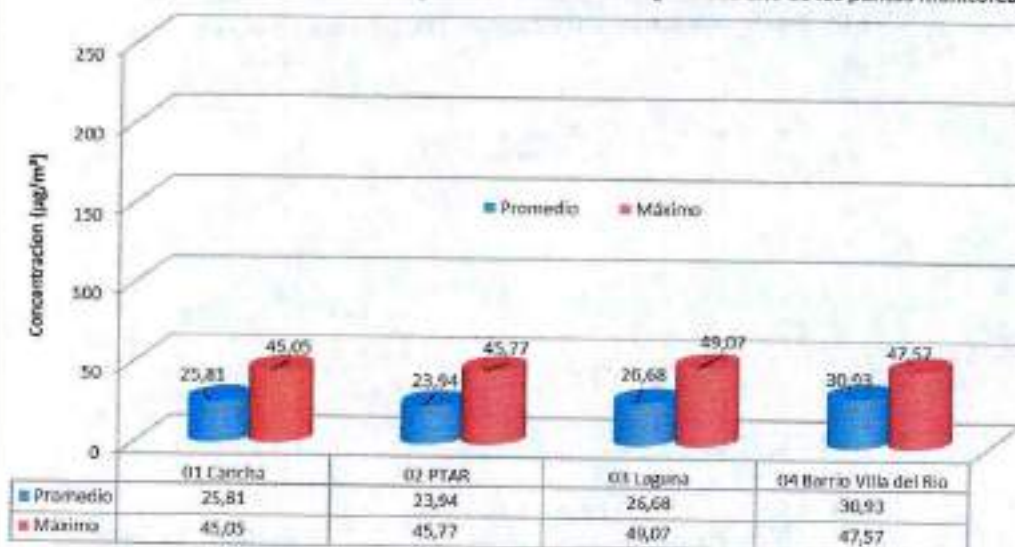
Tabla 7.8 Comparación Promedio y máxima de NO<sub>2</sub>

PUNTO DE MONITOREO	Promedio aritmético µg NO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> std	Máxima diaria µg NO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> std	Máxima horaria Res.2254/ 2017 (µg/m <sup>3</sup> std)
ESTACIÓN 01: Cancha	25,81	45,05	200
ESTACIÓN 02: PTARD El Tejar	23,94	45,77	
ESTACIÓN 03: Laguna	26,68	49,07	
ESTACIÓN 04: Barrio Villa del Rio	30,93	47,57	

Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

En la Gráfica 7.8 y Tabla 7.8 Tabla 7.8 Comparación Promedio y máxima de NO<sub>2</sub> se presenta la comparación de los valores máximos y del promedio de los datos en cada una de las estaciones, observándose que la concentración máxima de SO<sub>2</sub> fue reportada en la estación 03 LAGUNA con 48,07 µg/m<sup>3</sup>, valor que demuestra que todas las estaciones cumplen satisfactoriamente con el límite normativo de 200 µg/m<sup>3</sup>.

Gráfica 7.8 Comparación promedio y máximos diarios de NO<sub>2</sub> en cada uno de los puntos monitoreados



Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

### 7.2.3 ÍNDICE CALIDAD DEL AIRE SEGÚN NO<sub>2</sub>

El Índice de Calidad del Aire (ICA), de acuerdo a la concentración promedio horaria de NO<sub>2</sub>, es calculado para cada día, para cada estación como se presenta en el apartado ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE 3.3, teniendo los resultados ICA presentados en la Tabla 7.6 y Gráfica 7.3

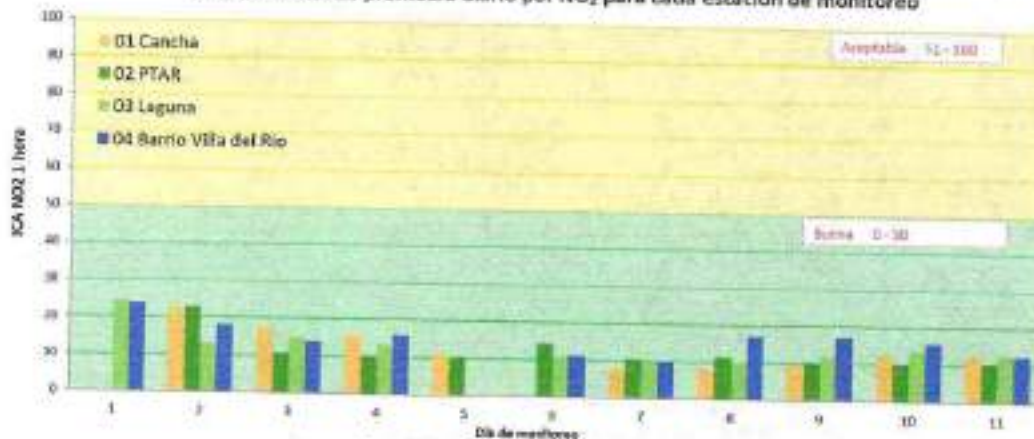
Tabla 7.9 ICA según PM10

DIA	01 CANCHA	02 PTARD EL TEJAR	03 LAGUNA	04 BARRIO VILLA DEL RÍO
1	0,00	0,00	24,53	23,78
2	22,53	22,88	12,91	17,97
3	17,41	10,61	14,69	13,94
4	15,44	10,15	13,32	15,75
5	10,87	9,95	0,00	0,00
6	0,00	14,17	10,53	11,11
7	7,67	10,50	9,59	9,72
8	8,02	11,27	10,09	17,02
9	9,51	9,86	11,71	17,19
10	12,20	9,97	13,35	15,64
11	12,49	10,33	12,65	12,51

Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

Se puede observar que todos los valores se encuentran en el rango ICA de 0 a 50, esto indica una buena calidad del aire en base al contaminante criterio NO<sub>2</sub> y la ausencia de efectos a la salud como síntomas respiratorios o agravación de enfermedades pulmonares.

Gráfica 7.9 ICA de promedio diario por NO<sub>2</sub> para cada estación de monitoreo



Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

### 7.3 DIÓXIDO DE AZUFRE (SO<sub>2</sub>)

#### 7.3.1 TABLAS DE RESULTADOS

Los resultados registrados de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) en cada sitio de muestreo se indican en las siguientes tablas para las cuatro estaciones de monitoreo, ubicadas en el área de la PTARD El Tejar.

Tabla 7.10 Concentraciones de SO<sub>2</sub> registradas en la estación 01 Cancha

Día	Temp. Ambiente Promedio (°C)	Presión at. (mmHg)	Código muestras	Contenido de µg SO <sub>2</sub>	Flujo Promedio a condiciones estándar (ml/min)	Tiempo de muestreo (min)	Volumen aire muestreado (L std)	Concentración de SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
1	30,7	663,2	2172-01-SO2-01	ND	193,00	1388,0	266,92	ND
2	31,3	663,4	2172-01-SO2-02	ND	194,90	1440,0	282,41	ND
3	32,1	663,8	2172-01-SO2-03	ND	190,20	1435,8	279,09	ND
4	32,6	663,3	2172-01-SO2-04	ND	197,05	1438,2	283,40	ND
5	30,5	662,8	2172-01-SO2-05	ND	191,85	1381,2	264,98	ND
6	28,2	662,3	2172-01-SO2-06	ND	198,05	1381,8	275,00	ND
7	26,2	662,9	2172-01-SO2-07	ND	195,70	1381,8	270,42	ND
8	24,8	664,3	2172-01-SO2-08	ND	195,45	1442,4	281,92	ND
9	25,5	664,5	2172-01-SO2-09	<1,0100	200,20	1441,2	288,53	NC
10	25,4	664,3	2172-01-SO2-10	<1,0100	188,55	1435,6	280,11	NC
Promedio (µg/m <sup>3</sup> std)								-
Máximo (µg/m <sup>3</sup> std)								-

\*NC: No cuantificable ND: No Detectable  
\*1,0100 es el límite de cuantificación del método

Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

Tabla 7.11 Concentraciones de SO<sub>2</sub> registradas en la estación 02 PTARD El Tejar

Día	Temp. Ambiente Promedio (°C)	Presión at. (mmHg)	Código muestras	Contenido de µg SO <sub>2</sub>	Flujo Promedio a condiciones estándar (ml/min)	Tiempo de muestreo (min)	Volumen aire muestreado (L std)	Concentración de SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
1	30,7	663,2	2172-02-SO2-01	<1,0100	187,70	1440,0	270,29	NC

ELABORADO Y REVISADO POR:  
GESTIÓN & MEDIOAMBIENTE S.A.S.

APROBADO POR:  
IBAL S.A. E.S.P OFICIAL

Página 41 de 46



INFORME DE ANÁLISIS DE  
CALIDAD DEL AIRE PTARD EL TEJAR

RESULTADOS

IA-2172-1

Revisión: 2.0

Diciembre de 2021



Día	Temp. Ambiente Promedio (°C)	Presión at. (mmHg)	Código muestras	Contenido de $\mu\text{g SO}_2$	Flujo Promedio a condiciones estándar (ml/min)	Tiempo de muestreo (min)	Volumen aire muestreado (l std)	Concentración de $\text{SO}_2$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
2	31,3	663,4	2172-02-SO2-02	ND	186,65	1380,0	257,58	ND	
3	32,1	663,8	2172-02-SO2-03	ND	191,25	1440,0	273,40	ND	
4	32,6	663,3	2172-02-SO2-04	ND	196,05	1440,0	282,31	ND	
5	30,5	662,8	2172-02-SO2-05	ND	193,95	1380,0	267,65	ND	
6	31,4	662,3	2172-02-SO2-06	ND	194,65	1380,0	268,62	ND	
7	31,4	662,3	2172-02-SO2-07	ND	198,10	1440,0	285,26	ND	
8	28,2	663,4	2172-02-SO2-08	ND	198,80	1380,0	274,34	ND	
9	28,0	663,6	2172-02-SO2-09	<1,0100	201,15	1440,0	289,66	NC	
10	27,6	663,2	2172-02-SO2-10	ND	915,50	1440,0	1318,32	ND	
								Promedio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{std}$ )	-
								Máximo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{std}$ )	-

\*NC: No cuantificable \*ND: No detectables

\*1,0100 es el límite de cuantificación del método

Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

Tabla 7.12 Concentraciones de  $\text{SO}_2$  registradas en la estación 03 Laguna

Día	Temp. Ambiente Promedio (°C)	Presión at. (mmHg)	Código muestras	Contenido de $\mu\text{g SO}_2$	Flujo Promedio a condiciones estándar (ml/min)	Tiempo de muestreo (min)	Volumen aire muestreado (l std)	Concentración de $\text{SO}_2$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
1	30,7	663,2	2172-03-SO2-01	ND	202,05	1442	293,26	ND	
2	31,3	663,4	2172-03-SO2-02	ND	203,80	1388	281,86	ND	
3	32,1	663,8	2172-03-SO2-03	ND	201,95	1384	279,54	ND	
4	32,6	663,3	2172-03-SO2-04	ND	191,75	1452	278,42	ND	
5	33,8	662,2	2172-03-SO2-05	ND	193,00	1438	277,46	ND	
6	31,4	662,4	2172-03-SO2-06	ND	186,15	1440	269,06	ND	
7	29,3	663,8	2172-03-SO2-07	ND	188,10	1440	270,85	ND	
8	29,6	664,5	2172-03-SO2-08	ND	194,70	1440	280,97	ND	
9	26,1	663,8	2172-03-SO2-09	ND	197,80	1440	284,83	ND	
10	27,5	663,2	2172-03-SO2-10	ND	198,90	1440	286,42	ND	
								Promedio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{std}$ )	-
								Máximo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{std}$ )	-

\*ND: No detectable

\*1,0100 es el límite de cuantificación del método

Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

Tabla 7.13 Concentraciones de  $\text{SO}_2$  registradas en la estación 04 Barrio Villa del Río

Día	Temp. Ambiente Promedio (°C)	Presión at. (mmHg)	Código muestras	Contenido de $\mu\text{g SO}_2$	Flujo Promedio a condiciones estándar (ml/min)	Tiempo de muestreo (min)	Volumen aire muestreado (L std)	Concentración de $\text{SO}_2$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
1	30,7	663,2	2172-04-SO2-01	ND	197,05	1390	273,82	ND	
2	30,7	663,4	2172-04-SO2-02	ND	191,85	1431	274,54	ND	
3	30,8	663,6	2172-04-SO2-03	ND	202,05	1439	290,71	ND	
4	31,3	663,8	2172-04-SO2-04	ND	203,80	1445	294,45	ND	
5	29,8	663,7	2172-04-SO2-05	ND	201,85	1385	278,66	ND	
6	26,8	663,3	2172-04-SO2-06	ND	191,75	1385	265,65	ND	
7	24,0	663,9	2172-04-SO2-07	ND	187,70	1330	259,09	ND	
8	23,4	664,7	2172-04-SO2-08	ND	186,65	1492	267,21	ND	
9	25,1	664,7	2172-04-SO2-09	ND	191,25	1492	273,79	ND	
10	23,6	664,5	2172-04-SO2-10	ND	190,35	1429	271,33	ND	
								Promedio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{std}$ )	-
								Máximo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{std}$ )	-

\*ND: No detectable

Fuente: Gestión & Medioambiente S.A.S, 2021

ELABORADO Y REVISADO POR:  
GESTIÓN & MEDIOAMBIENTE S.A.S.

APROBADO POR:  
IBAL S.A. E.S.P OFICIAL

Página 42 de 46

	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AIRE PTARD EL TEJAR</b>	RESULTADOS	
		IA-2172-1	
		Revisión: 2.0	
		Diciembre de 2021	

Como se puede observar en Tabla 7.10, Tabla 7.11, Tabla 7.12 y Tabla 7.13 las muestras de SO<sub>2</sub> de todas las estaciones, para los 10 días de muestreo fue no detectable o no cuantificables, demostrando así la ausencia o poca presencia de este contaminante en el área

### 7.3.2 COMPARACIÓN NORMATIVA

Como se puede observar en Tabla 7.10, Tabla 7.11, Tabla 7.12 y Tabla 7.13 las muestras de SO<sub>2</sub> de todas las estaciones, para los 10 días de muestreo fue no detectable o no cuantificables, demostrando así la ausencia o poca presencia de este contaminante en el área, cumpliendo así totalmente con la norma diaria, establecida en 50 µgSO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> por la resolución 2254 de 2017.

### 7.3.3 ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE SEGÚN SO<sub>2</sub>

No se puede determinar el ICA para SO<sub>2</sub> debido a que en la resolución 2254 de 2017 en el capítulo IV artículo 20, no se establecen puntos de corte para el tiempo de exposición de 24 horas que corresponde al tiempo usado para el muestreo actual.

### 7.4 SULFURO DE HIDROGENO

Las concentraciones de sulfuro de hidrogeno (H<sub>2</sub>S) reportadas en las 4 estaciones de monitoreo, para las 3 mediciones diarias, son reportadas como no detectadas, teniendo así el cumplimiento del límite normativo 30 µg/m<sup>3</sup> en una hora.

### 7.5 METANO


Las 3 mediciones diarias, en cada una de las 4 estaciones, de la PTARD El Tejar, las cuales son expresadas en %LEL (límites inferiores de explosividad) no reportan niveles de CH<sub>4</sub> y debido a que las normas mencionadas no estipulan límites máximos permisibles para el parámetro en específico, no es posible establecer cumplimiento normativo

ELABORADO Y REVISADO POR: GESTIÓN & MEDIOAMBIENTE S.A.S.	APROBADO POR: IBAL S.A. E.S.P OFICIAL	Página 45 de 46
---	--	-----------------

## 8. CONCLUSIONES

De acuerdo con el monitoreo realizado entre el 29 de septiembre y 09 de octubre de 2021, en el área de influencia de la planta de tratamiento de agua residual doméstica PTARD El Tejar, en la ciudad de Ibagué, departamento del Tolima, con mediciones de PM10, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S y CH<sub>4</sub>, en 4 estaciones, 3 localizadas al interior del predio de la PTARD, nombradas Cancha, PTARD El Tejar y Laguna y una en la comunidad más cercana, Barrio Villa del Río se puede concluir que:

- Las concentraciones de material particulado como PM10 tuvieron valores promedio de 21,03 µg /m<sup>3</sup> en Cancha, 22,75 µg /m<sup>3</sup> en PTARD El Tejar, 18,42 µg /m<sup>3</sup> en Laguna y 13,75 µg /m<sup>3</sup> en Barrio Villa del Río, para un promedio total de las 40 muestras de las 4 estaciones de 18,99 µg /m<sup>3</sup>, y un máximo de concentración de PM10 reportada en 29,42 en la estación PTARD El Tejar para el noveno día, demostrando que todas las muestras cumplen satisfactoriamente con el límite máximo de 75 µg /m<sup>3</sup> establecido en la resolución 2254 de 2017 para tiempos de exposición de 24 horas.
- Las concentraciones de NO<sub>2</sub>, con reporte de mediciones horarias, tienen un promedio total de mediciones de 25,81 µg /m<sup>3</sup> en E01: Cancha, 23,94 µg /m<sup>3</sup> en E02: PTARD El Tejar, 26,68 µg /m<sup>3</sup> en E3: Laguna y 30,93 µg /m<sup>3</sup> en E4: Barrio Villa del Río, para un promedio total de todas las muestras de 26,84 µg /m<sup>3</sup>, y un máximo de todas las concentraciones promedio en 49,07 µg /m<sup>3</sup> en E3 Laguna, demostrando así que todas las muestras y todas las estaciones cumplen completamente con el límite normativo de 200 µg /m<sup>3</sup> establecido en la resolución 2254 de 2017 para tiempos de exposición de 1 hora.
- El índice de calidad del aire por presencia de material particulado menor o igual a 10 micras – PM10 y por óxido de nitrógeno – NO<sub>2</sub> clasifican el aire como "BUENO" para todas las muestras recolectadas en PTARD El Tejar, indicando la ausencia de efectos a la salud como síntomas respiratorios o agravación de enfermedades pulmonares por presencia de estos contaminantes.
- Las concentraciones de óxidos de azufre - SO<sub>2</sub>, presentaron concentraciones por debajo del límite de detección o de cuantificación para las cuatro estaciones, por lo que no se supera el límite máximo permisible para este contaminante, establecido por la Resolución 2254 de 2017 en 50 µg/m<sup>3</sup>, para tiempos de exposición de 24 horas. Por lo anterior, el parámetro SO<sub>2</sub> no es un contaminante representativo como impacto ambiental de las actividades de la PTARD El Tejar.
- La medición de H<sub>2</sub>S, en las 4 estaciones presentan concentraciones no detectables, lo cual dan cumplimiento con los valores de referencia, establecidos en la normatividad 1541 de 2013, en 30 µg /m<sup>3</sup> para tiempos de 1 hora.
- Las 4 estaciones, para las mediciones de CH<sub>4</sub> realizadas en cada una, no detectan presencia de metano, indicando la ausencia de este contaminante en el área de influencia de la PTARD Tejar.

	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AIRE PTARD EL TEJAR</b>	BIBLIOGRAFÍA	
		IA-2172-1	
		Revisión: 2.0	
		Diciembre de 2021	

## 9. BIBLIOGRAFÍA



- AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS ("ACGIH"). Table of exposure limits for chemical and biological substances. Consultada en 2013/05/01.
- APHA INTERSOCIETY COMMITTEE. *Methods of Air Sampling and Analysis, Second Edition*. American Public Health Association, Washington D.C. 1985.
- E.P.A. – ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Compilation of air Pollutant Emission Factors*. Supplement 14. Chapter 11.2.3. 1977.
- E.P.A. – ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Air Quality Index*.
- \_\_\_\_\_. *Compilation of Air Pollutant Emission Factors*. 1995.
- \_\_\_\_\_. *Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems, Volume II Ambient Air Quality Monitoring Program*. December 2008.
- E ROBERTS ALLEY & ASSOCIATES, INC. *Air Quality Control Handbook*. 1998.
- IDEAM. *Datos Meteorológicos 2018*.
- ICONTEC. *Norma NTC ISO/IEC 17025:1999*.
- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. *Resolución 2254 de 2017*. Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el Territorio Nacional en Condiciones de Referencia. Bogotá. 2017.
- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. *Resolución 1541 de 2013*. niveles permisibles de calidad del aire o de inmisión, el procedimiento para la evaluación de actividades que generan olores ofensivos. Bogotá 2013.
- \_\_\_\_\_. *Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire. Manual de diseño de sistemas de vigilancia de la calidad del aire*. Bogotá, Octubre 2010.
- PÉREZ-VIDAL, H., LUNAGÓMEZ-ROCHA MA, ACOSTA-PÉREZ LI. (2010). *Análisis de partículas suspendidas totales (PST) y partículas fracción respirable (PM10), en Cunduacán, Tabasco*, Universidad y Ciencia.
- TISCH ENVIRONMENTAL, INC. *OPERATIONS MANUAL, Particulate Matter 10 Microns and less High Volume Air Sampler, based on U.S. EPA Federal Reference Number RFPS-0202-141*. 2006.
- USEPA. *Electronic Code of federal regulations (e-CFR) Title 40 Parts 50*.
- \_\_\_\_\_. Apéndice C.
- \_\_\_\_\_. Apéndice J.



	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AIRE PTARD EL TEJAR</b>	ANEXOS	
		IA-2172-1	
		Revisión: 2.0	
		Diciembre de 2021	

## 10. ANEXOS

- Anexo 1. Datos meteorológicos
- Anexo 2. Formatos de campo
- Anexo 3. Calibraciones de equipos
- Anexo 4. Reportes de laboratorio
- Anexo 5. Registro fotográfico
- Anexo 6. Resoluciones de acreditación de laboratorios

	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE CALIDAD DELAIRE PTARD EL TEJAR</b>	<b>CONTENIDO</b>	
		<b>IA-2172-1</b>	
		<b>Revisión: 1.0</b>	
		<b>Diciembre de 2021</b>	

## ***ANEXO 01.*** Datos meteorológicos

<b>ELABORADO Y REVISADO POR: GESTIÓN &amp; MEDIOAMBIENTE S.A.S.</b>	<b>REVISADO Y APROBADO POR: IBAL S.A. E.S.P.</b>
---	--

1970

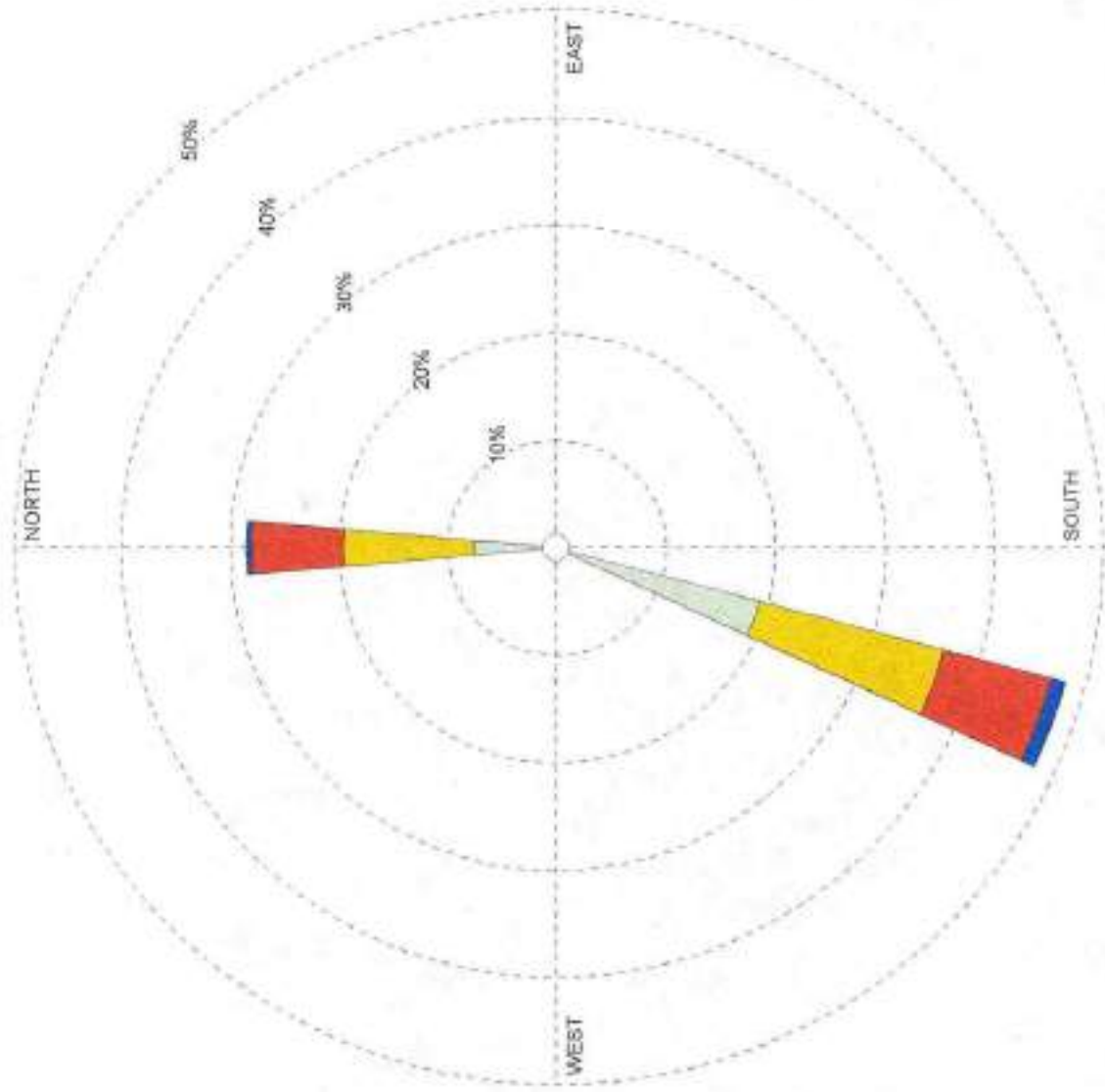
ALCOA DISTRICT - 1970

1970

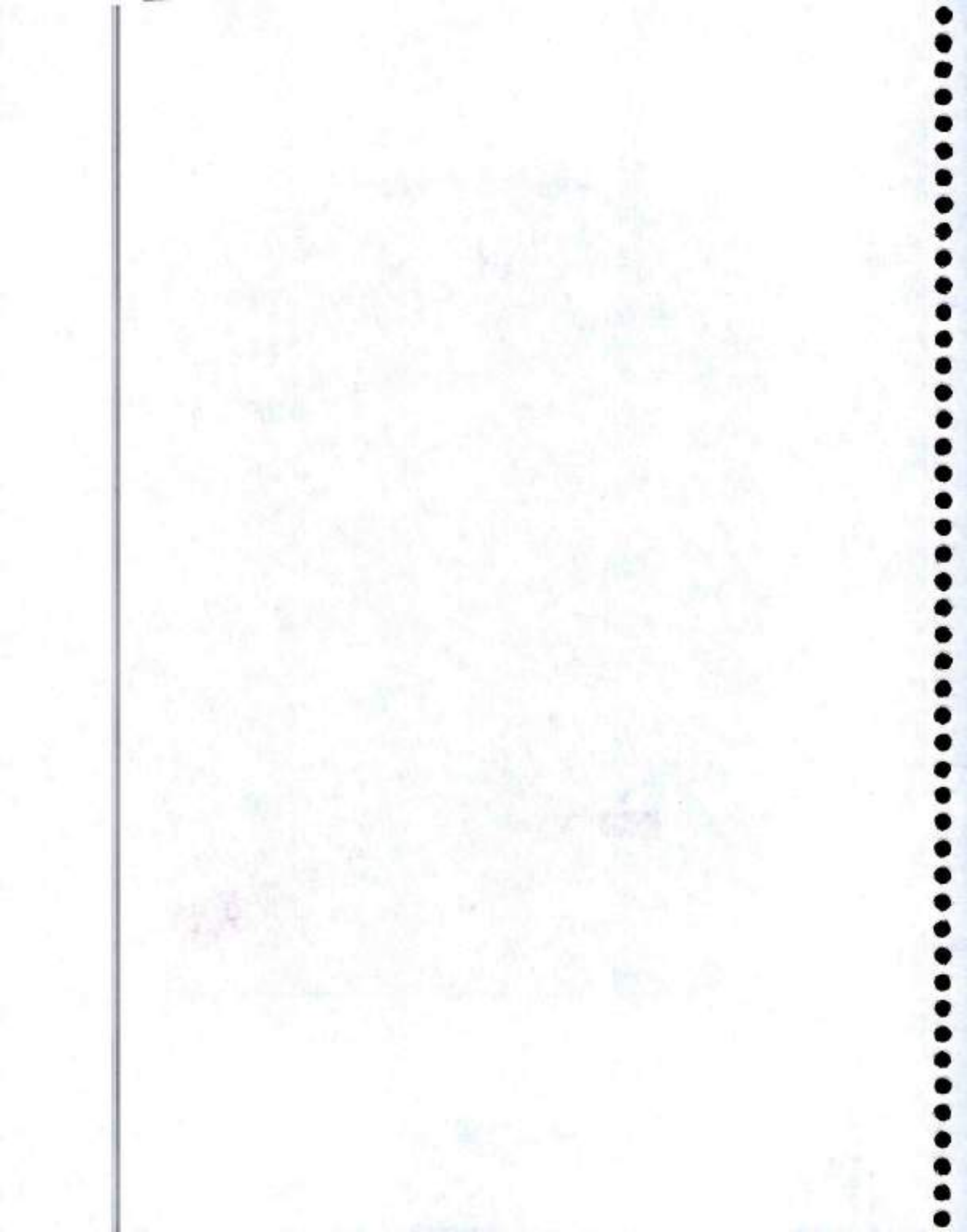
WINDRAGE.PLOT  
Station # 2172

Display  
Wind Speed  
Direction (blowing from)

Comments



DATA PERIOD	Start Date: 2021/09/29 - 00:00 End Date: 2021/10/10 - 01:00	
TOTAL COUNT	CALM WINDS	
224 hrs.	22.22%	
Avg. WIND SPEED	1.48 m/s	
COMPANY NAME		
MODEL NO.		
DATE	2021/12/15	
PROJECT NO.		





INFORME DE ANÁLISIS DE  
CALIDAD DEL AIRE PTARD EL TEJAR

CONTENIDO

IA-2172-1

Revisión: 1.0

Diciembre de 2021



## **ANEXO 2.** Formatos de campo

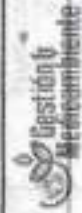
ELABORADO Y REVISADO POR:  
GESTIÓN & MEDIOAMBIENTE S.A.S.

REVISADO Y APROBADO POR:  
IBAL S.A. E.S.P.

1981

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

THE UNIVERSITY OF CHICAGO



MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS  
MUESTREO DE MATERIAL PARTICULADO

Código: FT-221-PM10  
Versión: 8.0  
Página: de 2

Fecha	21/09/24	Código proyecto	3168	Número estación	01	Nombre del proyecto	Muestreo Ambiental de
Nombre sitio (congestión, tráfico, escuela, etc.)	Cancha PAREITEJUR	Coordenadas WGS84 (longitud, latitud)	871 845	Este	871 845	Municipio	Alajuela
			991 002	Norte	991 002	Departamento	Toluca

Código interno	MD40	Serial	172416	Código interno	M102	Serial	980378
Fecha	21/09/24	hora (HH:MM)	14:30	Temperatura (°C)	30.7	Presión (mm Hg)	6633
Inicio	21/09/20	hora (HH:MM)	14:30	Temperatura (°C)	31.9	Presión (mm Hg)	6634
Fin	21/09/20	hora (HH:MM)	13:30	Temperatura (°C)	32.3	Presión (mm Hg)	6640
Inicio	21/09/21	hora (HH:MM)	12:30	Temperatura (°C)	30.9	Presión (mm Hg)	6629
Fin	21/09/21	hora (HH:MM)	12:15	Temperatura (°C)	28.0	Presión (mm Hg)	6631
Inicio	21/09/21	hora (HH:MM)	13:00	Temperatura (°C)	28.4	Presión (mm Hg)	6617
Fin	21/09/21	hora (HH:MM)	13:00	Temperatura (°C)	24.6	Presión (mm Hg)	6643
Inicio	21/09/26	hora (HH:MM)	12:00	Temperatura (°C)	24.0	Presión (mm Hg)	6644
Fin	21/09/26	hora (HH:MM)	12:00	Temperatura (°C)	25.6	Presión (mm Hg)	6646
Inicio	21/09/28	hora (HH:MM)	12:00	Temperatura (°C)	25.3	Presión (mm Hg)	6643
Fin	21/09/28	hora (HH:MM)	12:00	Temperatura (°C)		Presión (mm Hg)	

Día de muestreo	Fecha (año/mes/día)	hora (HH:MM)	Código de muestra (AAYY-XX-PELNETRO-VERO-4800)	T <sub>a</sub> (°C)	P <sub>a</sub> (mm Hg)	Flujo operacional		Lectura horómetro (horas)	Observaciones	Responsable
						U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>			
1	21/09/24	14:30	3168-01-PM10-075F08	30.7	6633	8.0	8.0	392.48	Arriba Muestreo	P
	21/09/20	14:30				8.5	8.0	416.85		P
2	21/09/20	14:30	3168-01-PM10-075F09	31.9	6634	8.0	8.0	457.90		P
	21/09/21	13:30				7.5	8.0	457.90		P
3	21/09/21	13:30	3168-01-PM10-075F10	32.3	6640	8.0	8.0	462.93		P
	21/09/21	12:30				7.5	7.7	462.93		P
4	21/09/21	12:30	3168-01-PM10-075F11	30.9	6629	8.0	7.8	486.90		P
	21/09/21	12:15				8.5	8.0	486.90		P
5	21/09/21	12:15	3168-01-PM10-075F12	28.0	6631	8.0	8.0	509.92		P
	21/09/21	13:00				7.5	7.8	509.92		P
6	21/09/21	13:00	3168-01-PM10-075F13	28.4	6617	7.5	7.5	522.95		P
	21/09/21	13:00				7.5	7.8	522.95		P
7	21/09/21	13:00	3168-01-PM10-075F14	24.6	6643	8.0	8.0	555.98		P
	21/09/21	12:00				7.8	7.8	555.98		P
8	21/09/26	12:00	3168-01-PM10-075F15	24.0	6644	8.0	8.0	580.02		P
	21/09/26	12:00				8.5	8.3	580.02		P
9	21/09/27	12:00	3168-01-PM10-075F16	25.6	6646	8.0	8.0	604.05		P
	21/09/28	12:00				7.8	7.8	604.05		P
10	21/09/28	12:00	3168-01-PM10-075F17	25.3	6643	8.0	8.0	628.15		P
	21/09/28	12:00				8.1	8.3	628.15		P

\* Valores promedio de la estación meteorológica



Fecha	21/09/29	Código proyecto	3188	Número estación	02	Nombre del proyecto	Muestreo de partículas
Nombre sitio (Ingeniería webd. area)	PTNE El Tamar - Casita de Nolo Camba	Coordenadas Mapa SRTM	18000	Origen	18000	Date	031976
				Horas	90037	Departamento	Toluca

Código muestra	M040	Fecha (dd/mm/aa)	21/09/29	Horas (hh:mm)	14:00	Código de muestra (AATV-02-permetido-no. filtro)	2172-02-PM10-075F29	T <sub>p</sub> (°C)	28.7	P <sub>a</sub> (mm Hg)	663.3	Caudal (l/min)	7.5	Letra	0000	Operador	Samuel	Responsable	
----------------	------	------------------	----------	---------------	-------	--	---------------------	---------------------	------	------------------------	-------	----------------	-----	-------	------	----------	--------	-------------	--

Dia de muestra	Fecha	Hora	Código de muestra	T <sub>p</sub> (°C)	P <sub>a</sub> (mm Hg)	Flujo operacional		Letra	Operador	Responsable
						H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>			
1	Inicio: 21/09/29 Final: 21/09/29	14:00 14:05	2172-02-PM10-075F29	30.7	663.3	7.5	8.0	0000	Samuel	
2	Inicio: 21/09/29 Final: 21/09/29	15:00 15:00	2172-02-PM10-075F25	31.4	663.8	7.5	7.5	24.00	Samuel	
3	Inicio: 21/09/29 Final: 21/09/29	12:00 11:40	2172-02-PM10-075F26	32.3	664.0	7.5	7.5	21.00	Samuel	
4	Inicio: 21/09/29 Final: 21/09/29	11:40 12:40	2172-02-PM10-075F27	32.4	662.9	7.5	8.0	05.00	Samuel	
5	Inicio: 21/09/29 Final: 21/09/29	12:40 12:15	2172-02-PM10-075F28	31.8	661.7	8.0	8.0	18.00	Samuel	
6	Inicio: 21/09/29 Final: 21/09/29	12:15 11:15	2172-02-PM10-075F29	28.0	663.1	8.0	8.0	14.00	Samuel	
7	Inicio: 21/09/29 Final: 21/09/29	11:15 11:40	2172-02-PM10-075F30	28.4	664.1	8.0	8.0	16.00	Samuel	
8	Inicio: 21/09/29 Final: 21/09/29	11:40 11:40	2172-02-PM10-075F31	24.6	663.4	8.0	8.0	18.00	Samuel	
9	Inicio: 21/09/29 Final: 21/09/29	11:40 11:40	2172-02-PM10-075F42			8.0	8.0	22.00	Samuel	
20	Inicio: - Final: -	-	-	-	-	-	-	-	-	-

\* Valores promedio de la estación meteorológica



**MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS**  
**MUESTREO DE MATERIAL PARTICULADO**

Código: FT-221-PM10  
Versión: 8.0  
Página de 2

Fecha	21/09/29	Código proyecto	3172	Número estación	03	Nombre del proyecto	Municipio de Berbeles, Ibal	REGISTRO N°	2118-03-FT-221-01
Nombre sitio (carretera, vereda, etc.)	Laguna Chocón, Topy.	Coordenadas UTM	248	Coordenadas Magna Esfera	UTM	Estr	672074	Municipio	Municipio
				Altura	1820	Nota	181047	Departamento	Tolima

Código interno	M040	192346	Sede		Código interno	R018	Serie	1025	Perímetro a determinar (marcar con una "X")	PM10	X
----------------	------	--------	------	--	----------------	------	-------	------	---	------	---

Atmómetro: M045-1023411; M055-1923403

Día de muestreo	Fecha (a/m/a)	Hora (HH:MM)	Código de muestra (AATY-XX-jardimetro-arc. filtro)	T <sub>a</sub> (°C)	P <sub>a</sub> (mm Hg)	Viento operacional		Lectura horómetro (horas)	Observaciones	Responsable
						H <sub>v</sub>	H <sub>d</sub>			
1	21/09/29	13:15	2172-03-PM10-070F0F	30.7	6633	7.0	7.0	03894.55	Finco Hincón	D
	21/09/29	13:15	2172-03-PM10-070F0F	31.9	6638	6.5	7.0	03918.58		D
	21/09/29	13:15	2172-03-PM10-070F0F	32.9	6640	7.0	7.0	03941.65		D
	21/09/29	13:15	2172-03-PM10-070F0F	32.9	6639	6.5	6.7	03964.70		D
	21/09/29	13:20	2172-03-PM10-070F0F	31.8	6617	7.0	7.0	03988.90		D
	21/09/29	13:20	2172-03-PM10-070F0F	28.0	6634	7.5	7.5	04012.86		D
	21/09/29	11:45	2172-03-PM10-070F0F	22.6	6647	7.8	7.8	04036.91		D
	21/09/29	11:45	2172-03-PM10-070F0F	24.5	6647	7.5	7.5	04054.96		D
	21/09/29	10:35	2172-03-PM10-070F0F	27.6	6634	7.8	7.8	04078.88		D
	21/09/29	11:20	2172-03-PM10-070F0F			7.8	7.7	04102.90		D
	21/09/29	11:15	2172-03-PM10-070F0F			8.0	8.0	04107.90		D
	21/09/29	11:20				7.8	7.8			D

\* Valores promedio de la estación meteorológica

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS  
MUESTREO DE MATERIAL PARTICULADO

Código: FT-221-PM10  
Versión: 8.0  
Página de 2

REGISTRO N° 2172 - 04 - PM10 - 075F UF

Fecha	21/09/20	Código proyecto	2172	Número estación	04	Nombre del proyecto	Muestreo Ambiental	Municipio	Trujillo
Nombre obra (carreteras, veredas, etc.)	Barru Villa del Rio	Código muestra (AATV, XX-pedestre-etc. filtro)	1923416	Coordenada Mapa Sigena (Bosque)	831931	Departamento	Tarma		
		Código sitio	2705	Elevación (metros)	78164				

Código sistema	NOY0	Serial	1923416	Código interno	2705	Perímetro a determinar (m²)	PM10
Asesor técnico (NOMBRES, APELLIDOS, DNI)	MORALES, RAUL ALBERTO (DNI: 7177975, ABOGADO) MORALES, ANDREA (DNI: 7177981, ABOGADA) MORALES, MARCO ANTONIO (DNI: 7177981, ABOGADO) MORALES, MARCO ANTONIO (DNI: 7177981, ABOGADO)						

Día de muestreo	Fecha (a/m/a)	Hora (hh:mm)	Código muestra (AATV, XX-pedestre-etc. filtro)	Tª (°C)	Pª (mm Hg)	Rúgido operacional		Lectura horaria (horas)	Observaciones	Firma
						N <sub>a</sub>	N <sub>b</sub>			
1	Inicio	21/09/20 12:15	2172 - 04 - PM10 - 075F 18	30.7	6633	7.0	7.5	1490.74		[Firma]
	Final	21/09/20 11:15			6633	7.5	7.5	1513.70		[Firma]
2	Inicio	21/09/20 11:30	2172 - 04 - PM10 - 075F 19	30.6	6635	7.0	7.0	1513.70		[Firma]
	Final	21/09/20 10:45			6635	7.0	6.5	1537.75		[Firma]
3	Inicio	21/09/20 10:45	2172 - 04 - PM10 - 075F 20	31.0	6637	7.0	7.0	1537.75		[Firma]
	Final	21/09/20 10:45			6637	7.5	7.7	1561.73		[Firma]
4	Inicio	21/09/20 10:45	2172 - 04 - PM10 - 075F 21	31.6	6638	8.0	8.0	1561.73		[Firma]
	Final	21/09/20 11:00			6638	7.5	7.3	1585.81		[Firma]
5	Inicio	21/09/20 11:00	2172 - 04 - PM10 - 075F 22	28.0	6635	7.8	7.8	1608.80		[Firma]
	Final	21/09/20 11:00			6635	8.0	7.8	1608.80		[Firma]
6	Inicio	21/09/20 11:00	2172 - 04 - PM10 - 075F 23	25.6	6631	7.5	7.5	1608.80		[Firma]
	Final	21/09/20 11:00			6631	7.8	7.8	1631.88		[Firma]
7	Inicio	21/09/20 10:30	2172 - 04 - PM10 - 075F 24	22.3	6607	7.5	7.8	1651.88		[Firma]
	Final	21/09/20 10:30			6607	8.0	7.8	1654.82		[Firma]
8	Inicio	21/09/20 10:30	2172 - 04 - PM10 - 075F 25	24.5	6617	8.0	8.0	1654.82		[Firma]
	Final	21/09/20 10:30			6617	7.8	8.0	1678.84		[Firma]
9	Inicio	21/09/20 10:30	2172 - 04 - PM10 - 075F 26	25.7	6616	7.8	7.8	1678.84		[Firma]
	Final	21/09/20 10:30			6616	7.7	7.5	1702.70		[Firma]
10	Inicio	21/09/20 10:30	2172 - 04 - PM10 - 075F 27	21.5	6643	8.0	7.8	1702.70		[Firma]
	Final	21/09/20 10:30			6643	8.0	7.8	1702.70		[Firma]

\* Valores promedio de la estación meteorológica



MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS

MONITOREO SO<sub>2</sub> EN CALIDAD DE AIRE

Hoja N° 01  
Versión 2.0  
Fecha 1 de 1

MONITORIO: 01/01/2019 (Fecha de inicio) 2168 (Número de muestra) 01 (Número de muestra) 01 (Número de muestra)  
 Ubicación: Monteros Amb. Ital. (Ubicación) Cancha Piar El Tejar (Ubicación) Tolima (Ubicación) 981002 (Código postal)  
 Carga muestra: M017 (Código muestra) 2494 (Código muestra) M040 (Código muestra) M063 (Código muestra) Daniel Valencia (Nombre del analista)  
 Procedimiento: M017 (Código muestra) 2494 (Código muestra) M040 (Código muestra) M063 (Código muestra) Daniel Valencia (Nombre del analista)  
 Registro N°: 11-224 (Número de registro)

Día Mes	Horas	Fecha (dd/mm/aa)	Código de muestra	T <sub>a</sub> (°C)	P <sub>a</sub> (mm Hg)	Viento (m/s)		Humedad (h <sub>2</sub> O)	Volumen de muestra (ml)	T <sub>rescorte final</sub> (°C)	Observaciones
						Carácter	Ortal				
1	Inicio	21/09/03	2168-01-SO-01	30.7	663.3		194.3	341.80	50	15.5	hace la muestra
	Final	21/09/03		30.7	663.2		191.3	341.85	47		
2	Inicio	21/09/03	2168-01-SO-02	30.3	663.6		196.3	474.85	50	15.0	
	Final	21/09/03		31.8	663.8		193.6	438.00	43		
3	Inicio	21/09/03	2168-01-SO-03	31.9	664.0		151.8	439.00	50	16.2	
	Final	21/09/03		32.3	662.9		158.2	462.93	43		
4	Inicio	21/09/03	2168-01-SO-04	32.4	663.9		195.9	486.90	50	15.8	
	Final	21/09/03		32.9	663.1		193.1	486.97	50	16.0	
5	Inicio	21/09/03	2168-01-SO-05	28.0	663.1		190.6	509.92	47	18.5	
	Final	21/09/03		28.0	661.3		195.2	509.92	47		
6	Inicio	21/09/03	2168-01-SO-06	28.4	664.4		192.3	532.95	50	17.3	
	Final	21/09/03		27.0	664.4		193.5	532.95	43		
7	Inicio	21/09/03	2168-01-SO-07	27.0	664.6		193.9	555.98	50	19.3	
	Final	21/09/03		25.6	664.6		196.5	555.98	43		
8	Inicio	21/09/03	2168-01-SO-08	25.6	664.6		194.4	580.02	50	17.1	
	Final	21/09/03		23.6	664.2		202.1	580.02	42		
9	Inicio	21/09/03	2168-01-SO-09	23.6	664.2		198.3	604.04	50	19.9	
	Final	21/09/03		23.3	664.5		189.5	604.04	50		
10	Inicio	21/09/03	2168-01-SO-10	23.3	664.5		182.6	628.80	50	19.9	
	Final	21/09/03		25.4	664.5						
11	Inicio	21/09/03	2168-01-SO-11								
	Final	21/09/03									
12	Inicio	21/09/03	2168-01-SO-12								
	Final	21/09/03									
13	Inicio	21/09/03	2168-01-SO-13								
	Final	21/09/03									
14	Inicio	21/09/03	2168-01-SO-14								
	Final	21/09/03									
15	Inicio	21/09/03	2168-01-SO-15								
	Final	21/09/03									
16	Inicio	21/09/03	2168-01-SO-16								
	Final	21/09/03									
17	Inicio	21/09/03	2168-01-SO-17								
	Final	21/09/03									
18	Inicio	21/09/03	2168-01-SO-18								
	Final	21/09/03									

\* Cuando la temperatura y la humedad sean diferentes, aplicar los factores de corrección. Aplicar los datos adicionales en una hoja en blanco y adjuntarla al presente formato.  
 \* Registrar en el formato de datos de muestra (M017) el código de muestra (M040) y el código de muestra (M063) en un documento de la hoja.



MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS  
MUESTRO SQ, EN CALIDAD DE AIRE

Unidad 17.03  
Módulo 1.8  
Página 1 de 1

REGISTRO N.º: 216802-17-228-01

Nombre del estudiante	Monforte	Matrícula	2132	Nombre del profesor	Begonia
Nombre del curso	Méx	Grado	2445	Nombre del alumno	PRY Ely
Nombre del grupo	CONVAT 216	Grupo	4	Nombre del profesor	PAR Tejar
Nombre del laboratorio		Nombre del laboratorio		Nombre del profesor	Daniel Valencia
Nombre del profesor		Nombre del profesor		Nombre del profesor	

Día	Ejercicio	Fecha	Código de muestra	T <sub>a</sub> (°C)	H <sub>2</sub> (%)	Volumen		Módulo (cm³)	Volumen de muestra (ml)	Temperatura final (°C)	Observaciones
						Desplazado	Restante				
1	Inicio	21/09/20	213202 SQ, 01	30.2	66.3.2	193996	139199	1.29	50	15.2	Iniciando muestra
2	Final	21/09/20		30.3	66.3.4	182.7	93.00	1.13	50		
3	Inicio	21/10/01	213202 SQ, 02	30.3	66.3.8	185.6	43.00	1.21	50	13.5	
4	Final	21/10/01		30.4	66.3.8	192.4	31.00	1.21	49	16.6	
5	Inicio	21/10/02	213202 SQ, 03	32.3	66.4.0	190.1	31.00	1.80	50	15.8	
6	Final	21/10/02		32.4	66.2.4	194.3	45.00	1.61	50		
7	Inicio	21/10/03	213202 SQ, 04	28.0	66.2.9	195.5	18.00	1.61	45	16.3	
8	Final	21/10/03		28.0	66.3.1	182.4	18.00	1.61	50	19.3	
9	Inicio	21/10/05	213202 SQ, 05	34.6	66.1.2	196.2	191.00	1.61	49	18.4	
10	Final	21/10/05		34.6	66.1.7	193.1	165.00	1.22	46	15.6	
11	Inicio	21/10/06	213202 SQ, 06	28.4	66.3.1	196.9	180.00	1.62	49	15.6	
12	Final	21/10/06		28.4	66.4.1	193.2	180.00	1.05	40	18.0	
13	Inicio	21/10/08	213202 SQ, 07	23.6	66.3.4	200.1	118.00	0.35	40		
14	Final	21/10/08		23.6	66.3.4	198.9	136.00		42	18.2	

\* Calcular la media y los límites de confianza de los resultados. Registrar los datos obtenidos en el reporte final y registrar el promedio final. \* Registrar los resultados de cada día de muestreo y analizar. \* Registrar los datos de muestreo y analizar en un informe de la vida.

REGISTRO N.º: FT-224

Fecha: 21/09/2019 Lugar muestra: 2172 Muestra enviada: 03 Fecha de envío: 21/09/2019  
 Muestra: Monitores aambaba! Ubicación: Sagrada Cruz de Occidente  
 Código muestra: M040 Fecha de recepción: 19/09/2019  
 Muestra: 2456 Código de muestra: M063 Muestra de referencia: Danc Vainoccha

Operador: M040 Muestra de referencia: M063 Muestra de referencia: Danc Vainoccha

Receptor: M040 Muestra de referencia: M063 Muestra de referencia: Danc Vainoccha

Receptor: M040 Muestra de referencia: M063 Muestra de referencia: Danc Vainoccha

Receptor: M040 Muestra de referencia: M063 Muestra de referencia: Danc Vainoccha

Día Int.	Orbes	Fecha Ingeniería	Código de muestra	T <sub>a</sub> (°C)	P <sub>a</sub> (In Hg)	Tiempo (min:seg)		Velocidad de muestra (m/s)	Volumen de muestra (ml)	Temperatura final (°C)	Observaciones
						Quelcal	Orde				
1	Inicio	21/09/20	2172-03-10-01	30,3	663,3	20,4			50	17,0	Incluido base de datos
	Final	21/09/20				20,1			50		
2	Inicio	21/09/20	2172-03-10-02	31,9	663,8	20,5			50	16,2	
	Final	21/09/20				20,7			45		
3	Inicio	21/09/20	2172-03-10-05	31,7	664,0	20,8			50	15,9	
	Final	21/09/20				20,1			41		
4	Inicio	21/09/20	2172-03-10-04	32,3	662,9	19,3			50	17,4	
	Final	21/09/20				19,4			45		
5	Inicio	21/09/20	2172-03-10-05	32,9	661,7	19,1			50	18,6	
	Final	21/09/20				19,1			45		
6	Inicio	21/09/20	2172-03-10-06	34,8	663,4	18,7			50	19,1	
	Final	21/09/20				18,7			45		
7	Inicio	21/09/20	2172-03-10-07	28,0	663,5	18,3			50	20,0	
	Final	21/09/20				18,6			45		
8	Inicio	21/09/20	2172-03-10-08	27,6	664,3	19,5			50	15,1	
	Final	21/09/20				19,3			45		
9	Inicio	21/09/20	2172-03-10-09	27,5	664,3	19,3			50	15,3	
	Final	21/09/20				19,4			45		
10	Inicio	21/09/20	2172-03-10-10	27,6	663,4	19,5			50	16,0	
	Final	21/09/20				19,3			45		
11	Inicio	21/09/20		23,3	663,4	19,3			50		
	Final	21/09/20							45		
12	Inicio										
	Final										
13	Inicio										
	Final										
14	Inicio										
	Final										
15	Inicio										
	Final										
16	Inicio										
	Final										
17	Inicio										
	Final										
18	Inicio										
	Final										

\* Cuando la hora y las lecturas están desconectadas, registre los datos desconectados en una hoja en blanco y adjúntelos al presente formulario.  
 \* Proporcione con precisión los datos de muestra (M063), nombre de sitio e información acerca y desde de un espacio de la hoja.



MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS  
MUESTREO SO, EN CALIDAD DE AIRE

Fecha: 11/01/2014  
Página: 12  
Página 1 de 1

RECIBIDO N.º: 47-24

Fecha: 21/01/2014  
Hora: 09:16  
Abstracción: 16092

Nombre del Proyecto: Mantenimiento de la  
Nombre del Sitio: Bacteria Wila del Rio  
Número de Muestra: 831,93 / 10/15  
Fecha de Muestreo: 13/01/14  
Nombre del Muestreador: Daniel Valencia

Objetivo: 01  
Tipo de Muestra: 2  
Método de Muestreo: 4

Parámetro a Muestrear: MOUO  
Método de Análisis: MOUO  
Método de Muestreo: 4

Bla No.	Fecha	Código de muestra	Litros	Temperatura		Método de Muestreo	Método de Análisis	Método de Muestreo	Método de Análisis	Método de Muestreo	Método de Análisis	Método de Muestreo	Método de Análisis	Método de Muestreo	Método de Análisis	Método de Muestreo	Método de Análisis	Método de Muestreo	Método de Análisis	
				En el momento	En el laboratorio															
1	Inicio 21/01/14	21320450_01	30.7	66.3.3	198.9	1.17	1490.34	50	20.0	Inicio y medio										
	Final 21/01/14		30.6	66.3.5	195.9	1.17	1513.40	50												
2	Inicio 21/01/14	21320450_02	31.0	66.3.7	192.5	1.31	1533.45	25	15.2											
	Final 21/01/14		31.0	66.3.7	192.5	1.31	1533.45	25												
3	Inicio 21/01/14	21320450_05	31.0	66.3.7	202.0	1.45	1573.35	50	13.5											
	Final 21/01/14		31.6	66.3.8	200.1	1.45	1561.35	50												
4	Inicio 21/01/14	21320450_07	28.0	66.3.7	201.7	2.08	1361.81	45	13.0											
	Final 21/01/14		28.0	66.3.5	203.8	2.08	1361.81	45												
5	Inicio 21/01/14	21320450_05	25.0	66.3.1	200.6	1.85	1585.8	50	18.8											
	Final 21/01/14		25.6	66.3.1	193.4	1.85	1608.89	50												
6	Inicio 21/01/14	21320450_06	23.3	66.4.3	190.1	1.34	1631.88	25	16.6											
	Final 21/01/14		23.3	66.4.3	190.1	1.34	1631.88	25												
7	Inicio 21/01/14	21320450_07	24.5	66.4.7	186.5	1.29	1654.42	25	15.0											
	Final 21/01/14		24.5	66.4.7	185.6	1.29	1654.42	25												
8	Inicio 21/01/14	21320450_08	23.2	66.4.6	192.4	1.13	1638.05	30	15.4											
	Final 21/01/14		23.2	66.4.6	192.4	1.13	1638.05	30												
9	Inicio 21/01/14	21320450_09	21.5	66.4.8	191.1	1.21	1622.30	35	14.3											
	Final 21/01/14		21.5	66.4.5	189.9	1.21	1622.30	35												
10	Inicio 21/01/14	21320450_10	21.5	66.4.5	189.9	1.54	1726.51	50												
	Final 21/01/14		21.5	66.4.5	189.9	1.54	1726.51	50												

\* Contador de flujo y tipo de sonda de medición. Flujo de aire debe ser constante en todo momento durante el proceso de muestreo.  
\* Diluyente: cualquier tipo de agua destilada, deionizada o agua de alta pureza.



INFORME DE ANÁLISIS DE  
CALIDAD DEL AIRE PTARD EL TEJAR

CONTENIDO

IA-2172-1

Revisión: 1.0

Diciembre de 2021



## **ANEXO 3.** Certificación de calibración de equipos

ELABORADO Y REVISADO POR:  
GESTIÓN & MEDIOAMBIENTE S.A.S.

REVISADO Y APROBADO POR:  
IBAL S.A. E.S.P.



TABLE

of the results of the analysis of the data  
collected during the period 1960-1969.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CALIBRATION CERTIFICATE**

 BOFCO 14703/2017  
 DE IAC 036

**LABORATORIO** / Laboratory: LABORATORIO DE METROLOGÍA TÉRMICA  
**INSTRUMENTO** / Instrument: TERMOHIGRÓMETRO DIGITAL (ESTACIÓN METEOROLÓGICA)  
**FABRICANTE** / Manufacturer: DAVIS  
**MODELO** / Model: 6152  
**NÚMERO DE SERIE** / Serial number: 3388 A-6312  
**CÓDIGO INTERNO** / Internal code: M090 / CAMPO\*  
**INTERVALO DE MEDICIÓN** / Measurement range: 1 5Hr a 100 5Hr  
**INTERVALO DE CALIBRACIÓN** / Calibration range: 50 5Hr a 95 5Hr  
**RESOLUCIÓN** / Resolution: 1 5Hr  
**SOLICITANTE** / Customer: GESTIÓN & MEDIO AMBIENTE S.A.S  
**DIRECCIÓN** / Address: CARRERA 28 D 71 - 12 - MANIZALES - CALDAS - COLOMBIA  
**LUGAR DE CALIBRACIÓN DEL INSTRUMENTO** / Calibration location: LABORATORIO DE HUMEDAD RELATIVA  
**FECHA DE RECEPCIÓN DEL INSTRUMENTO** / Date of receipt: 2021-04-14  
**FECHA DE CALIBRACIÓN** / Date of Calibration: 2021-04-24  
**FECHA DE EMISIÓN DEL CERTIFICADO** / Date of Certificate issuance: 2021-04-29  
**NÚMERO DE PÁGINAS INCLUYENDO ANEXOS** / Number of pages and documents attached: DOS (2)

**NÚMERO: MET-LH-CC 16472**  
 Number:

Este certificado expresa solamente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando haya obtenido permiso por escrito del laboratorio que lo emite. Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados. El usuario es responsable de la calibración de sus instrumentos a intervalos apropiados.

This certificate actually expresses the results of the measurements. Its certificate may not be partially or totally reproduced without your having obtained written permission from the issuing laboratory. The results contained in this certificate refer to the moment and conditions under which measurements were made. The issuing laboratory assumes no responsibility for the misuse of the calibrated instrument. The user is responsible to have the object calibrated at appropriate intervals.

**1. CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE LA CALIBRACIÓN / ENVIRONMENTAL CONDITIONS DURING CALIBRATION**

Temperatura del aire (PC) / Air temperature	23,5 ± 0,2
Humedad relativa (%) / Relative humidity	36,1 ± 2,1
Presión atmosférica (hPa) / Air pressure	No medida

Los datos suministrados de las condiciones ambientales, se refieren al momento y lugar en el que se realizaron las mediciones. These provided environmental conditions concern the time and place at where the measurement were made.

**2. TRAZABILIDAD / TRACEABILITY**

El laboratorio de Humedad Relativa de Metrolabor Ltda. asegura la trazabilidad de las mediciones al sistema internacional de unidades, con los patrones e instrumentos empleados en la calibración, los cuales son calibrados con patrones nacionales o internacionales de referencia. The Metrolabor Ltda. humidity relative lab ensures traceability of measurement to international unit system, with reference instruments and other devices employed in the calibration, which are calibrated inside and outside the country with national and international reference instruments.

**2.1. IDENTIFICACION DEL PATRÓN DE REFERENCIA Y TRAZABILIDAD / REFERENCE IDENTIFICATION AND TRACEABILITY**

Instrumento / Instrument	Termohigrómetro datalogger digital canal 1	Serie / Serial	61630039 + 20136704	Modelo / Model	HP25-A + HC2A-5H
Fabricante / Manufacturer	Rotronic	Código interno / Internal code	LH 010		
Certificado de Calibración / Calibration certificate No.	MET-LH-CC 16448	Certificado vigente hasta / Certificate valid until	2023-04-02		
Instrumento / Instrument	Termohigrómetro datalogger digital canal 2	Serie / Serial	61630039 + 20136702	Modelo / Model	HP25-A + HC2A-5H
Fabricante / Manufacturer	Rotronic	Código interno / Internal code	LH 010		
Certificado de Calibración / Calibration certificate No.	MET-LH-CC 16448	Certificado vigente hasta / Certificate valid until	2023-04-02		
Instrumento / Instrument	Cámara climática digital	Serie / Serial	2017000000584	Modelo / Model	KMF 240 E6
Fabricante / Manufacturer	Binder	Código interno / Internal code	LH 004		
Certificado de Calibración / Calibration certificate No.	MET-LH-CC 14822	Certificado vigente hasta / Certificate valid until	2023-02-27		
Instrumento / Instrument	Termohigrómetro datalogger digital	Serie / Serial	291-0912-0802-013	Modelo / Model	OPUS 30 TH
Fabricante / Manufacturer	Lufft	Código interno / Internal code	LH 002		
Certificado de Calibración / Calibration certificate No.	MET-LH-CC 2086 + MET-LH-CC 1304	Certificado vigente hasta / Certificate valid until	2021-08-17		

Firmas Autorizadas / Authorized Signatures:



Meteoróloga Laura Emilia Sandoval D.  
 Calibrado por / Calibrated by:



Firmado digitalmente por  
 MARIO ANDRES  
 GALINDO HOLGUIN

Director Técnico Mario Andres Galindo H.  
 Aprobado por / Approved by:

**NÚMERO: MET-LH-CC 14672**

Number:

**3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN / CALIBRATION PROCEDURE:**

Para la calibración se empleó el método de comparación directa de las indicaciones de humedad del instrumento en calibración con las indicaciones del patrón dentro de un medio isotermo estable a  $23 \pm 1$  °C; según los lineamientos del documento del centro nacional de metrología-CENAM, "Guía técnica de trazabilidad metrológica e incertidumbre de medida en la calibración de higrometros de humedad relativa", tercera revisión de 2013. Para la presente calibración se tomaron valores de 50 % Hr, 70 % Hr y 95 % Hr.

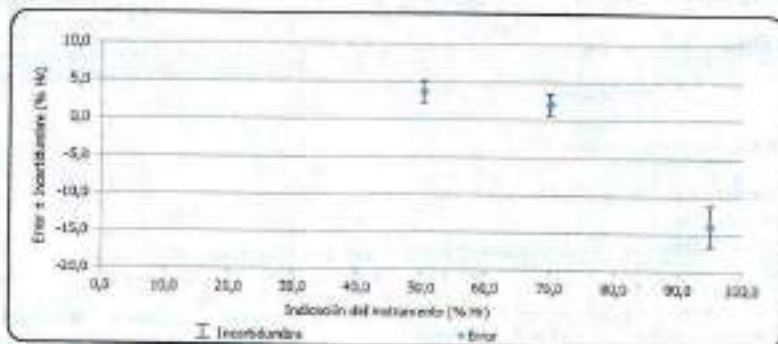
To calibrate the instrument under existing conditions, a method involving humidity indicator direct comparison was employed inside of a stable isothermal environment according to the CENAM document "Technical Guide about traceability and measurement uncertainty in calibration of relative humidity hygrometers", third issue, 2013. For this calibration, the values taken were those: 50 % Hr, 70 % Hr and 95 % Hr.

**4. RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN / CALIBRATION RESULTS:**

Humedad indicada por el instrumento patrón <i>Humidity indicated by the standard instrument</i>	Humedad indicada por el instrumento en calibración <i>Humidity indicated by the instrument under calibration</i>	Error en la indicación <i>Indication Error</i>	Corrección a la indicación <i>Correction</i>	Incertidumbre de la Medición <i>Measurement Uncertainty</i>
%Hr	%Hr	%Hr	%Hr	%Hr
50.76	54	3.7	-3.7	1.4
69.91	72	2.1	-2.1	1.4
94.94	81	-4	4	2.7

Lectura corregida = Humedad relativa indicada por el instrumento + corrección a la indicación

*Adjusted reading = Rel. humidity indicated by the instrument + correction*

**5. GRÁFICO DE CALIBRACIÓN / CHART:**

**6. INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN / UNCERTAINTY OF MEASUREMENT:**

El valor de incertidumbre de medición declarado en este certificado de calibración es la incertidumbre expandida, que se obtiene a partir de la incertidumbre estándar multiplicado un factor de cobertura  $k=2.0$  a un nivel de confianza aproximado del 95.45 %. Esta estimación de incertidumbre es basada en el procedimiento interno LH-PR-001 y la JCGM 100 "Evaluación de datos de medición - Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" del año 2008. The uncertainty value of measurement stated in this calibration certificate, is the expanded uncertainty, which is obtained from the standard uncertainty multiplied using a coverage factor  $k = 2.0$  at a confidence level of approximately 95.45%. The uncertainty estimation is based on the internal procedure LH-PR-001 and the JCGM 100 "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement" 3rd edition, September 2008.

**7. OBSERVACIONES / COMMENTS:**

- Los puntos de humedad relativa calibrados en el presente instrumento de medida, fueron previamente acordados con el cliente.  
- Calibration points of this instrument were previously agreed with the customer.
- Los resultados descritos en la Tabla del Resultado de Calibración del presente documento hacen referencia solamente al ítem relacionado en la página 1 del certificado.  
- The results showed in the Table Calibration Results from document does reference only to the item related in the page 1 of the certificate.
- Los resultados reportados en el ítem 4, "Tabla resultados de la calibración" corresponden al promedio de diez (10) ciclos de medición tomados para cada punto de calibración.  
- The data shows from the 4th item, in the "Calibration result" chart, does reference standard and the instrument under calibration, are the average of 10 cycle measurement taken for each calibration relative humidity.
- A petición del cliente, este certificado se emite sin criterio de conformidad de la regla Error + Incertidumbre <= T establecida en el procedimiento interno PR028, Regla de Decisión.  
- At client request, this certificate is issued without the conformity criteria of the Error + Uncertainty <= T rule established in internal procedure PR028, Decision rule.

- La versión en Inglés de este documento no es una traducción literal, si en algún texto surgen dudas, en lo lectura, por favor remitirse al texto original en español.  
- The English version of this document is not a binding translation, if any matter gives rise to doubts, please refer to the original text in Spanish.

**RN DEL CERTIFICADO / END OF CERTIFICATE**



# METROLABOR

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CALIBRATION CERTIFICATE

NUMERO: MET-LP-CC 666B  
Number:

**LABORATORIO:** PRESIÓN  
*Laboratory*

**INSTRUMENTO:** BAROTERMOHIGRÓMETRO DIGITAL  
*Instrument*

**FABRICANTE:** DAVIS  
*Manufacturer*

**MODELO:** VENTAGE PRO 2  
*Model*

**NÚMERO DE SERIE:** AO141217006  
*Serial number*

**CÓDIGO INTERNO:** MD90 / CAMPO  
*Internal code*

**RANGO DE MEDICIÓN:** 660 hPa ... 1080 hPa  
*Measurement range*

**RANGO DE CALIBRACIÓN:** 666,4 hPa ... 1013,2 hPa  
*Measurement range*

**RESOLUCIÓN DEL INSTRUMENTO:** 0,1 hPa  
*Resolution*

**SOLICITANTE:** GESTIÓN & MEDIOAMBIENTE S.A.S  
*Customer*

**DIRECCIÓN:** CARRERA 28 D No. 71 - 12 - MANIZALES - CALDAS - COLOMBIA  
*Address*

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando haya obtenido permiso por escrito del laboratorio que lo emite. Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados. El usuario es responsable de la calibración de sus instrumentos a intervalos apropiados.

This certificate faithfully expresses the results of the measurements. This certificate may not be partially or totally reproduced, except when you have obtained written permission from the issuing laboratory. The results contained in this certificate refer to the moment and conditions under which measurements were made. The issuing laboratory assumes no responsibility for the misuse of the calibrated instruments. The user is responsible to have the object calibrated at appropriate intervals.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN DEL INSTRUMENTO:** LABORATORIO DE PRESIÓN  
*Calibration location*

**FECHA DE RECEPCIÓN DEL INSTRUMENTO:** 2021-03-31  
*Date of receipt*

**FECHA DE CALIBRACIÓN:** 2021-04-17  
*Date of Calibration*

**FECHA DE EMISIÓN DE CERTIFICADO:** 2021-04-20  
*Date of issuance*

**NÚMERO DE PÁGINAS INCLUYENDO ANEXOS:** DOS (2)  
*Number of pages and documents attached*

## 1. CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE LA CALIBRACIÓN / ENVIRONMENTAL CONDITIONS DURING CALIBRATION

Temperatura del Aire (°C) / Air temperature	20,1	±	0,0
Humedad Relativa (%) / Relative humidity	45,0	±	0,1
Presión Atmosférica (hPa) / Atmospheric pressure	751,1	±	0,1

Los datos suministrados de las condiciones ambientales, se refieren al momento y lugar en el que se realizaron las mediciones.  
Those provided environmental conditions, concern the time and place at where the measurement were made.

## 2. TRAZABILIDAD / TRACEABILITY

El laboratorio de calibración de Presión de Metrolabor Ltda, asegura la trazabilidad de los patrones y de los instrumentos utilizados en estas mediciones, a patrones nacionales o internacionales de referencia.

The Metrolabor Ltd., Pressure Ltd., ensures traceability of calibration instruments used in these measurements, to national or international reference standards.

### 2.1. IDENTIFICACION DEL PATRÓN DE REFERENCIA Y TRAZABILIDAD / REFERENCE IDENTIFICATION AND TRACEABILITY

Instrumento / Instrument: Termohigrómetro Datalogger	Serie / Serial: 049.0911.0502.010	Modelo / Model: OPLUS 20 POE
Fabricante / Manufacturer: Lufft	Código Interno / Internal code: LP 012	
Certificado de Calibración / Calibration certificate No.: MET-LP-CC 16351	Certificado vigente hasta / Certificate valid until: 2022-03-12	
Instrumento / Instrument: Termohigrómetro Datalogger	Serie / Serial: 049.0911.0502.010	Modelo / Model: OPLUS 20 POE
Fabricante / Manufacturer: Lufft	Código Interno / Internal code: LP 012	
Certificado de Calibración / Calibration certificate No.: MET-LP-CC 31584	Certificado vigente hasta / Certificate valid until: 2022-05-11	
Instrumento / Instrument: Termohigrómetro Datalogger	Serie / Serial: 4.709.110.902.010	Modelo / Model: OPLUS 20 POE
Fabricante / Manufacturer: Lufft	Código Interno / Internal code: LP 012	
Certificado de Calibración / Calibration certificate No.: CERT-20-EMP-860-3879	Certificado vigente hasta / Certificate valid until: 2022-09-04	

Firmas Autorizadas / Authorized Signatures:

Metrologo Yoryi A. Quintero Guileréz  
Calibrado por: Calibrated by:

Firmado digitalmente  
por MARIO ANDRES  
GALINDO HOLGUIN

Director Técnico Mario Andres Galindo H.  
Aprobado por: Approved by:

### 3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN / CALIBRATION PROCEDURE:

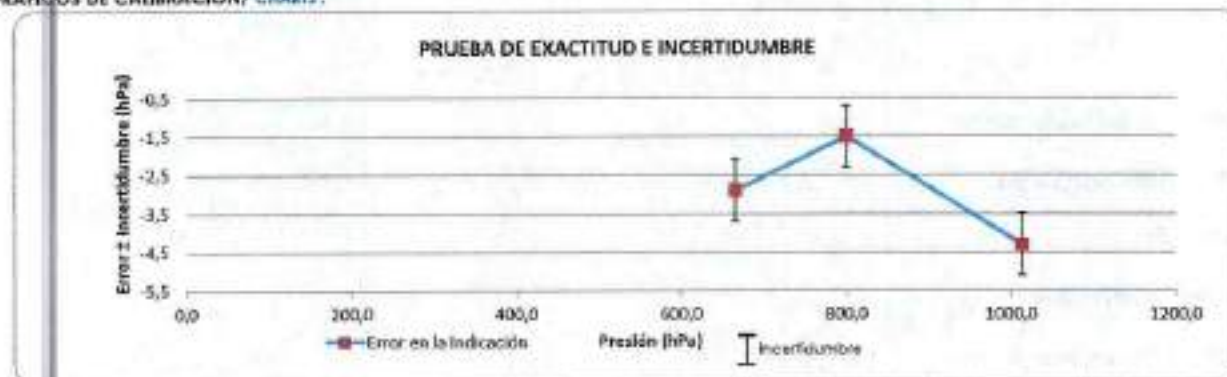
Para la calibración, se implementó el método de comparación directa entre la lectura del patrón y la del IBC en cada uno de los puntos de calibración. Los puntos de calibración fueron: 666,6 hPa, 799,9 hPa, 1013,2 hPa.

For the calibration, the method of direct comparison between the reading of the standard and that of the IBC was implemented in each of the calibration points. The calibration points were: 666.6 hPa, 799.9 hPa, 1013.2 hPa.

### 4. RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN / CALIBRATION RESULTS:

Presión indicada por el Instrumento Patrón		Presión indicada por el Instrumento en calibración		Error en la Indicación		Incertidumbre de la Medición	
Pressure indicated by the Pattern Instrument		Pressure indicated by the Instrument under calibration		Indication error		Measurement uncertainty	
hPa	kPa	hPa	kPa	hPa	kPa	hPa	kPa
666,1	66,6	669,0	66,8	-2,90	-0,290	0,81	0,081
800,0	80,0	801,5	80,2	-1,50	-0,150	0,81	0,081
1013,1	101,3	1017,4	101,5	-4,30	-0,430	0,81	0,081

### 4.1 GRÁFICOS DE CALIBRACIÓN / CHARTS:



### 5. INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN / UNCERTAINTY OF MEASUREMENT:

El valor de incertidumbre de medición está calculado para un nivel de confianza de 95,45 % y con un factor de cobertura  $k=2.0$  para una distribución de probabilidad t de Student.

The measurement uncertainty estimated value, was determined for a confidence level of 95,45% with a coverage factor  $k=2.0$  for a Student's t distribution.

### 6. OBSERVACIONES / COMMENTS:

\* Los resultados reportados en el ítem 4, en la tabla "Resultados de la calibración" del patrón de referencia y el instrumento bajo calibración, corresponden al promedio de 2 ciclos de mediciones tomadas para cada punto de calibración.

\* El fluido utilizado en la calibración fue Aire.

\* La versión en inglés de este documento no es una traducción literal, si en algún texto surgen dudas en la lectura, por favor remitirse al texto original en español.

\* The indications from the 4th item, in the "Calibration result" chart, about reference standard and the instrument under calibration, are the average of 2 cycles measurements taken for each calibration point.

\* The fluid used in the calibration was Air.

\* The english version of this document is not a binding translation, if any matter gives rise to doubts, please refer to the original text in spanish.

FIN DEL CERTIFICADO / END OF CERTIFICATE

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CALIBRATION CERTIFICATE**

<b>LABORATORIO</b> Laboratory	LABORATORIO DE METROLOGÍA TÉRMICA
<b>INSTRUMENTO</b> Instrument	TERMÓHIGRÓMETRO DIGITAL (ESTACIÓN METEOROLÓGICA)
<b>FABRICANTE</b> Manufacturer	DAVIS
<b>MODELO</b> Model	4152
<b>NÚMERO DE SERIE</b> Serial number	3388 A-6312
<b>CÓDIGO INTERNO</b> Internal code	M090 / CAMPO
<b>INTERVALO DE MEDICIÓN</b> Measurement range	-40 °C A 65 °C
<b>INTERVALO DE CALIBRACIÓN</b> Calibration range	3 °C A 40 °C
<b>RESOLUCIÓN</b> Resolution	0,1 °C
<b>SOLICITANTE</b> Customer	GESTIÓN & MEDIOAMBIENTE S.A.S
<b>DIRECCIÓN</b> Address	CARRERA 28 D 71 - 12 - MANIZALES - CALDAS - COLOMBIA
<b>LUGAR DE CALIBRACIÓN DEL INSTRUMENTO</b> Calibration location	LABORATORIO DE HUMEDAD RELATIVA
<b>FECHA DE RECEPCIÓN DEL INSTRUMENTO</b> Date of receipt	2021-04-14
<b>FECHA DE CALIBRACIÓN</b> Date of Calibration	2021-04-26
<b>FECHA DE EMISIÓN DEL CERTIFICADO</b> Certificate issuance date	2021-04-29
<b>NÚMERO DE PÁGINAS INCLUYENDO ANEXOS</b> Number of pages and documents attached	003 (2)

**NÚMERO: MET-IT-CC 31826**  
 Number

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando haya obtenido permiso por escrito del laboratorio que lo emite. Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados. El usuario es responsable de la calibración de sus instrumentos a intervalos apropiados.

This certificate faithfully expresses the result of the measurements made. It may not be reproduced in whole or in part, except when you have obtained written permission from the laboratory that issues it. The results contained in this certificate refer to the time and conditions in which the measurements were made. The issuing laboratory is not responsible for the damages that may derive from the improper use of the calibrated instruments. The user is responsible for calibrating their instruments at appropriate intervals.

**1. CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE LA CALIBRACIÓN / ENVIRONMENTAL CONDITIONS DURING CALIBRATION**

Temperatura del aire (°C) / Air temperature (°C)	25,2 ± 1,6
Humedad relativa (RH) / Relative humidity (RH)	41,5 ± 3,5
Presión atmosférica (hPa) / Atmospheric (hPa)	No medida

Los datos suministrados de las condiciones ambientales, se refieren al momento y lugar en el que se realizaron las mediciones.

The data provided on the environmental conditions refer to the time and place where the measurements were made.

**2. TRAZABILIDAD / TRACEABILITY**

El laboratorio de metrología térmica de Metrolabor Ltda., asegura la trazabilidad de las mediciones al sistema internacional de unidades, con los patrones e instrumentos empleados en la calibración, los cuales son calibrados con patrones nacionales o internacionales de referencia.

The Metrolabor Ltda. Thermal metrology laboratory ensures the traceability of measurements to the international system of units, with the standards and instruments used in the calibration, which are calibrated with national or international reference standards.

**2.1. IDENTIFICACIÓN DEL PATRÓN DE REFERENCIA Y TRAZABILIDAD / REFERENCE IDENTIFICATION AND TRACEABILITY**

Instrumento / Instrument	Temohigrómetro datalogger digital canal 3	Serie / Serial	41430029 + 20124801	Modelo / Model	HF25-A + HC2A-2H
Fabricante / Manufacturer	Rohde&Schwarz	Código Interno / Internal code		Modelo / Model	LH 010
Certificado de Calibración / Calibration certificate No.	MET-IT-CC 29720	Certificado vigente hasta / Certificate valid until		Modelo / Model	HF25-A + HC2A-2H
Instrumento / Instrument	Temohigrómetro datalogger digital canal 3	Serie / Serial	41430029 + 20124802	Modelo / Model	HF25-A + HC2A-2H
Fabricante / Manufacturer	Rohde&Schwarz	Código Interno / Internal code		Modelo / Model	LH 010
Certificado de Calibración / Calibration certificate No.	MET-IT-CC 29721	Certificado vigente hasta / Certificate valid until		Modelo / Model	HF25-A + HC2A-2H
Instrumento / Instrument	Cámara climática digital	Serie / Serial	20170000005814	Modelo / Model	EMF 2x0 8a
Fabricante / Manufacturer	Sindar	Código Interno / Internal code		Modelo / Model	LH 034
Certificado de Calibración / Calibration certificate No.	MET-IT-CC 29549	Certificado vigente hasta / Certificate valid until		Modelo / Model	EMF 2x0 8a
Instrumento / Instrument	Temohigrómetro datalogger digital	Serie / Serial	201.0417.0802.015	Modelo / Model	GHUS20 RH
Fabricante / Manufacturer	Laird	Código Interno / Internal code		Modelo / Model	LH 003
Certificado de Calibración / Calibration certificate No.	MET-IT-CC 20869 y MET-IT-CC 19004	Certificado vigente hasta / Certificate valid until		Modelo / Model	GHUS20 RH

Firmas Autorizadas / Authorized Signatures



Metrologa Laura Camila Sandoval  
 Calibrado por / Calibrated by



 Firmado digitalmente por  
**MARIO ANDRES GALINDO HOLGUIN**

 Director Técnico Mario Andres Galindo H.  
 Aprobado por / Approved by

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CALIBRATION CERTIFICATE**
**NÚMERO: MET-43-CC 31826**  
 Number:

**3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN / CALIBRATION PROCEDURE**

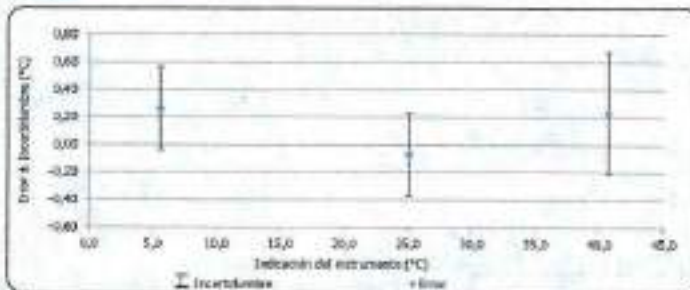
Para la calibración se empleó el método de comparación directa de las indicaciones de temperatura del instrumento bajo calibración con las indicaciones del patrón, dentro de un medio isotermo estable y uniforme, según la descripción del procedimiento interno U-PR008 "Calibración y/o verificación de termómetros", versión 03 de 2020. Para la presente calibración se tomaron valores de 5 °C, 25 °C y 40 °C.

For calibration the method of direct comparison of the temperature indications of the instrument under calibration with the indications of the standard, within a stable and uniform isothermal medium was used according to the guidelines of document U-PR008 "Calibration and/or verification of thermometers", version 03 of 2020. For the calibration, the values taken were 5 °C, 25 °C and 40 °C.

**4. RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN / CALIBRATION RESULTS**

Temperatura indicada por el instrumento Patrón	Temperatura indicada por el instrumento en calibración	Bien en la Indicación	Corrección a la Indicación	Incertidumbre de la Medición
Temperature indicated by the Standard Instrument	Temperature indicated by the Instrument under calibration	Indication Error	Correction to Indication	Measurement Uncertainty
°C	°C	°C	°C	°C
5,24	5,6	0,36	-0,36	0,30
25,17	25,1	-0,07	0,07	0,30
40,47	40,7	0,28	-0,28	0,44

Leitura corrigida = Temperatura Indicada por el instrumento + corrección a la indicación  
 Adjusted reading = Temperature indicated by the instrument + correction

**5. GRÁFICO DE CALIBRACIÓN / CHART**

**6. INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN / UNCERTAINTY OF MEASUREMENT**

El valor de incertidumbre de medición declarado en este certificado de calibración es la incertidumbre expandida, que se define a partir de la incertidumbre estándar multiplicada un factor de cobertura  $k=2$  a un nivel de confianza aproximado del 95,45 %. Esta estimación de incertidumbre se basó en el procedimiento interno U-PR 008 y la JCO 04 100 "Evaluación de datos de medición - Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" del año 2008.

The measurement uncertainty value declared in this calibration certificate is the expanded uncertainty, which is calculated from the standard uncertainty multiplied by the coverage factor  $k=2$  at an approximate confidence level of 95,45%. The evaluation of uncertainty is based on the internal procedure U-PR008 and the JCO 04 100 "Evaluation of measurement data - Guide for the expression of measurement uncertainty" for the year 2008.

**7. OBSERVACIONES / COMMENTS**

- La información marcada con (\*) ha sido suministrada por el cliente mediante el formato de solicitud de información de servicio de calibración R0 (330-0).
- Information marked with (\*) has been provided by the customer using the R0 (330-0) calibration service information request form.
- Los puntos de temperatura calibrados en el presente instrumento de medida, fueron previamente acordados con el cliente.
- Calibration points of the instrument were previously agreed with the customer.
- A petición del cliente, este certificado se emite en idioma de conformidad de la regla  $E_{rel} + Incertidumbre = T$  establecida en el procedimiento interno PR028, Reglas de Decisión.
- At the request of the customer, this certificate is issued in accordance with the rule  $E_{rel} + uncertainty = T$  established in the internal procedure PR028, Decision Rules.
- Los resultados reportados en el ítem 4, "tabla resultados de la calibración", corresponden al promedio de tres (3) ciclos de medición tomados para cada punto de calibración.
- The values given for  $E_{rel}$  item in the "Calibration results" table, above reference standard and the instrument under calibration, are the average of 3 measurement cycles for each calibration temperature.
- El factor de calibración fue aplicado al instrumento de medición.
- The calibration factor was applied to the the device.
- Los resultados descritos en la tabla de Resultados de la Calibración del presente documento hacen referencia solamente al ítem relacionado en la página 1 del presente certificado.
- The results described in the Calibration Results table of the document refer only to the item from page 1 of the certificate.
- El factor de conversión entre unidades de la tabla 4 "Resultados de calibración", solo aplica para la temperatura indicada por el instrumento patrón y la temperatura indicada por el instrumento en calibración.
- The conversion factor between units in table 4 "Calibration results" only applies for the temperature indicated by the standard instrument and the temperature indicated by the instrument in calibration.

 Kelvin / kelvin  
 $K = °C + 273,15$ 

 grado Celsius / degree Celsius  
 $°C = (5/9) * (°F - 32)$ 

 grado Fahrenheit / degree Fahrenheit  
 $°F = (9/5) * °C + 32$ 

- La versión en inglés de este documento es la traducción literal, si en algún caso surgen dudas en la lectura, por favor remitirse al texto original en español.
- The english version of the document is a literal translation. If any further questions to clarify, please refer to the original text in spanish.



# METROLABOR

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CALIBRATION CERTIFICATE

NUMERO: MET-LVI-CC LVI-580

Number:

**LABORATORIO:** VIENTO  
*Laboratory*

**INSTRUMENTO:** ANEMÓMETRO DIGITAL (ESTACIÓN METEOROLÓGICA)  
*Instrument*

**FABRICANTE:** DAVIS  
*Manufacturer*

**MODELO:** VANTAGE PRO 2  
*Model*

**NÚMERO DE SERIE:** AO141217006  
*Serial number*

**CÓDIGO INTERNO:** M090 / CAMPO  
*Internal code*

**RANGO DE MEDICIÓN:** 2,5 m/s, 5 m/s, 10 m/s Y 15 m/s  
*Measurement range*

**RESOLUCIÓN DEL INSTRUMENTO:** 0,1 m/s  
*Resolution of the instrument*

**SOLICITANTE:** GESTIÓN & MEDIOAMBIENTE S.A.S  
*Customer*

**DIRECCIÓN:** CARRERA 28 D No. 71 - 12 MANIZALES - CALDAS - COLOMBIA  
*Address*

**FECHA DE RECEPCIÓN DEL INSTRUMENTO:** 2021-04-14  
*Date of instrument reception*

**FECHA DE CALIBRACIÓN:** 2021-04-17  
*Date of Calibration*

**NÚMERO DE PÁGINAS INCLUYENDO ANEXOS:** DOS (2)  
*Number of pages and documents attached*

**Firmas Autorizadas:**  
*Authorized Signatures*

Metrólogo Yari A. Quintero Gutiérrez  
Calibrado por: Calibrated by:

Firmado  
digitalmente por  
MARIO ANDRES  
GALINDO HOLGUIN

Director Técnico Mario Andres Galindo  
Aprobado por: Approved by:

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando haya obtenido permiso por escrito del laboratorio que lo emite. Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados. El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados.

This certificate is an accurate record of the performed measurements results. This certificate may not be partially or totally reproduced, except with the issuing laboratory. The result of this certificate refer to the moment and conditions in which the measurement were made. The issuing laboratory assumes no responsibility to the misuse of the calibrated instruments. The user is responsible for having his instruments calibrated at appropriate intervals.

### A. CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE LA CALIBRACION

TEMPERATURA DEL AIRE (°C)	20,3	±	0,2
HUMEDAD RELATIVA (%)	53,8	±	2,0





# METROLABOR

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CALIBRATION CERTIFICATE

NUMERO: MET-LVI-CC LVI-580  
Number:

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

#### 1. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION:

Para la calibración del instrumento se empleo el metodo de comparacion directa de las indicaciones del instrumento bajo calibración, segun la guía Measnet cup anemometer calibration version 1, con el valor de referencia del tunel de viento y un patrón para medir la velocidad del viento, para la presente calibración se tomaron valores de referencia de 2,5 m/s, 5 m/s, 10 m/s y 15 m/s.

#### 2. TRAZABILIDAD: El Patrón empleado en la presente calibración fue:

Instrumento:	MEDIDOR DE FLUJO DE AIRE	Modelo:	922	Certificado de calibración	MET-LP-CC 5291
Fabricante:	FLUKE	Serie:	10400056	Fecha de Calibración	2020-06-05

#### 3. RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN:

VALOR DE REFERENCIA (m/s)	VALOR INDICADO POR EL IBC (m/s)	VALOR INDICADO POR EL PATRON (m/s)	VALOR MAXIMO (m/s)	VALOR MINIMO (m/s)	ERROR (m/s)	INCERTIDUMBRE DE MEDICION (m/s)
2,5	1,1	2,425	1,1	1,1	-1,32	± 0,19
5,0	3,9	4,760	3,9	3,9	-0,88	± 0,23
10,0	12,0	9,361	12,1	12,0	2,65	± 0,22
15,0	17,5	14,060	17,5	17,5	3,44	± 0,25

#### 4. GRAFICO DE LINEALIDAD:



#### 5. INCERTIDUMBRE DE MEDICION :

El valor de incertidumbre de medición está calculado para un nivel de confianza de 95,45 % y con un factor de cubrimiento k=2,0 para una distribución de probabilidad t de Student.

#### 6. OBSERVACIONES :

Ninguna.

FIN DEL CERTIFICADO / END OF CERTIFICATE

**Certificado de Calibración / Calibración certificate**

N° CIP-EJE-431

**Cliente:** Gestion Y Medio Ambiente  
*Customer*

**Dirección:** Carrera 28 D # 71-12  
*Address*

**Ciudad:** Manizales  
*City*

**Instrumento:** Balanza Analítica  
*Instrument*

**Fabricante:** SARTORIUS  
*Manufacturer*

**Modelo:** ENTRIS 2241-1S  
*Model*

**Número Serial:** S/N 330110  
*Serial Number*

**Identificación:** A034  
*Identification*

**Carga Máxima:** 220 g  
*Maximum Load*

**División de Escala:** 0,001 g  
*Scale Division*

**Intervalo Calibrado:** 0,001 g a 220 g  
*Calibrated Interval*

**Fecha de Recepción:** 2021-09-21  
*Reception Date*

**Fecha de calibración:** 2021-09-21  
*Calibration Date*

Página 1 de 2

**Número de páginas del certificado incluyendo anexos:** 4  
*Number of Pages of the certificate and Documents Attached*

**Calibrado Por:** Luis Fernando Giraldo  
*Calibrated by:* Gerente General

**Fecha de Emisión:** 2021-09-24  
*Issue Date*

Firmado digitalmente  
por Jonathan David Velasco  
Acevedo  
DN: cn=Jonathan David  
Velasco Acevedo o=CO  
l=MEDELLIN o=METROCERT  
S.A.S. ou=Periferencia  
Empresa Emitido por Andes  
SCD Ao 28 E9C 03 Torre B Of  
701  
e=metrologia@metrocert.com.  
co

**Aprobado por:** Jonathan Velasco  
*Approved by:* Metrología

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente autorización por escrito de Metrocert S.A.S. Certificados sin firma carecen de validez. El documento original es en formato digital PDF con firma electrónica el cual pierde validez si es alterado; las copias físicas se consideran documentos no controlados.

*This calibration certificate can only be published completely and without modifications, it may not be partially reproduced, except when prior written authorization has been obtained from Metrocert S.A.S. Certificates without signature are invalid. The original document is in digital PDF format with electronic signature which loses validity if it is altered, hard copies are considered uncontrolled documents.*

F-07-10 V.13 2021-08-08

**Metrocert "Mediciones confiables"**

Carrera 56 No. 9 - 80 Medellín - Colombia.

Móvil: +57 (301) 3879673 - E-Mail: metrologia@metrocert.com.co Web: www.metrocert.com.co

**1. INFORMACIÓN DE LA CALIBRACIÓN**

*Calibration Information*

Sitio de Calibración : Laboratorio Área De Pesaje

*Site Calibration*

**FUENTE DATOS TÉCNICOS**

*Technical Specifications*

Los datos y las especificaciones técnicas del instrumento tales como: Nombre del cliente, dirección, ciudad, instrumento, fabricante, modelo, número serial, identificación, carga mínima, carga máxima, división de escala, intervalo de medición y sitio de calibración; fueron suministrados por el cliente. Metrocert S.A.S no se responsabiliza por cualquier cambio que realice el cliente de la información suministrada.

*The data and technical specifications of the instrument such as: Customer name, address, city, instrument, manufacturer, model, serial number, identification, minimum load, maximum load, scale division, measurement interval and calibration site. They were supplied by the customer. Metrocert S.A.S is not responsible for any changes made by the client to the information provided.*

**2. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

*Calibration Procedure*

Para la calibración se empleó el método de comparación directa con los patrones siguiendo los lineamientos de la Guía SIM MWG/og-07/v.00 2009, Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático. Aplicando las siguientes pruebas; Excentricidad, determina la diferencia de indicación del instrumento con carga en ubicaciones periféricas, frente a la posición en el centro del receptor de carga. Repetibilidad, cuantifica la diferencia entre los resultados de varias pesadas de la misma carga cuando es depositada varias veces y de forma prácticamente idéntica sobre el receptor de carga y Error de indicación estima el desempeño del instrumento en el alcance total de medición.

*For the calibration the method of direct comparison with the standards was used following the guidelines of SIM Guide MWG/og-07 / v.00 2009, Guide for the calibration of non-automatic weighing instruments. Using the following tests: Eccentricity, it determines the difference of indication of the loaded instrument in peripheral locations, opposite the position in the center of the receiver of load. Repeatability, quantifies the difference between the results of several weights of the same load when deposited several times and practically identical on the load receiver and indication error, estimates the performance of the instrument in the total measurement range.*

**3. CONDICIONES AMBIENTALES**

*Environmental Conditions*

Temperatura <i>Temperature</i>	Humedad Relativa <i>Relative Humidity</i>	Presión Atmosférica <i>Atmospheric pressure</i>
21,6 °C a 21,6 °C	59,7 %hr a 61,6 %hr	794,0 hPa a 794,0 hPa

Las condiciones ambientales se refieren al sitio al momento de la calibración.

*Conditions talk about to the site and moment of the calibration.*

**4. TRAZABILIDAD**

Metrocert S.A.S garantiza la trazabilidad de las mediciones realizadas al sistema internacional de unidades, mediante el uso de laboratorios que han sido acreditados por organismos de acreditación que forman parte del acuerdo ILAC (Cooperación internacional de acreditación de laboratorios).

*Metrocert S.A.S guarantees the traceability of measurements made to the international system of units, through the use of laboratories that have been accredited by accreditation bodies that are part of the ILAC agreement (International Cooperation of Laboratory Accreditation).*

Instrumento	Clase	Código	N° Certificado	Fecha Calibración	Laboratorio	Acreditación N°
Área de Pesas	F1	JPT-002	LM925021	2020-05-05	Laboratorio de calibración Sigma	IL-LAC-001

## 5. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN

Results Of Measurement

### 5.1 Prueba de Repetibilidad / Repeatability test

La prueba consiste en la colocación repetitiva de una misma carga aplicada diez (10) veces . (Ver Numeral 5.1 de la Guía SIM MWG7/cg-01/v.00).

The test consists of repetitive placement of the same load applied ten (10) times. (See Section 5.1 of the SIM Guide MWG7 / cg-01 / v.00).

Carga ( g )	200	210
Repetición	Indicación ( g )	Indicación ( g )
1	200,000	210,000
2	200,000	210,000
3	200,000	210,000
4	200,000	210,000
5	200,000	210,000
6	200,000	210,000
7	200,000	210,000
8	200,000	210,000
9	200,000	210,000
10	200,000	210,000
Desviación Estándar ( g )	0,0001	0,0001

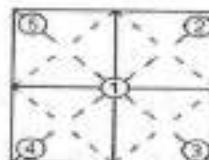
### 5.2 Prueba de Excentricidad / Eccentricity test

La prueba consiste en poner una carga de prueba en diferentes posiciones del receptor de carga. (Ver Numeral 5.3 de la Guía SIM MWG7/cg-01/v.00).

The test consists of placing a test load in different positions of the load receptor. (See Section 5.3 of the SIM Guide MWG7 / cg-01 / v.00).

Carga ( g )	100	
Posición	Indicación ( g )	Error ( g )
1	100,000	0,000
2	100,000	0,000
3	100,000	0,000
4	100,000	0,000
5	100,000	0,000
DIF <sub>max</sub> Exc	0,000	g

Forma del Plato



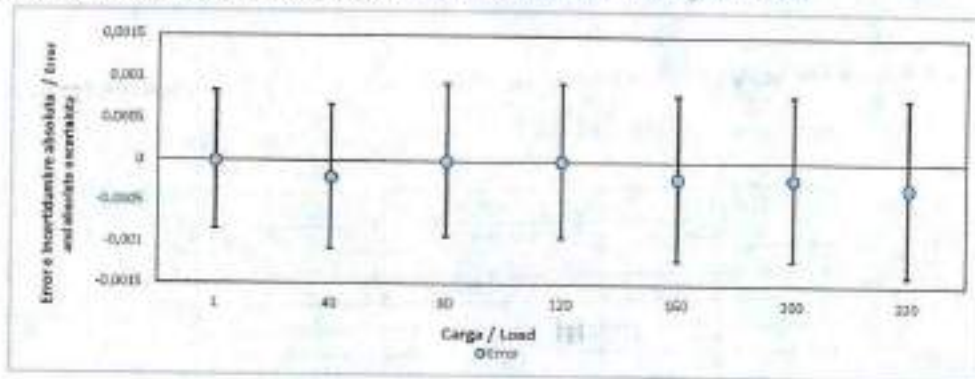
### 5.3 Prueba de Error de Indicación / Error of Indication Test

La prueba se realiza utilizando 7 cargas aplicadas de la siguiente forma: Aumentando continuamente y quitando por pasos . (Ver Numeral 5.2 de la Guía SIM MWG7/cg-01/v.00).

The test is performed using 7 loads applied in the following way: Continuously increasing and removing in steps. (See Section 5.2 of the SIM Guide MWG7 / cg-01 / v.00).

Carga ( g )	Error ( g )	Incertidumbre Expandida U ( g )	Incertidumbre Relativa U/yf	Factor de Cobertura k
1	0,00000	0,00084	0,00084	85,45%
40	-0,00020	0,00088	0,000022	2,00
80	0,00000	0,00093	0,000012	2,00
120	0,00000	0,00093	0,0000078	2,00
160	-0,00032	0,0010	0,0000063	2,00
200	-0,00002	0,0010	0,0000050	2,00
220	-0,00003	0,0011	0,0000049	2,00

Figura 1. Error, Incertidumbre Expandida y Cargas / Error, Expanded Uncertainty and Loads



## 6. INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

### Measurement Uncertainty

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95,45% y no menor a este valor.

*The expanded uncertainty of the reported measurement is established as the standard measurement uncertainty multiplied by the coverage factor "k" and the coverage probability, which should be approximately 95% and not less than this value.*

## 7. OBSERVACIONES

### Observations

- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y hacen referencia únicamente al instrumento calibrado.
- Revisar de manera periódica el comportamiento de la báscula mediante control con pesas calibradas.
- Si un instrumento para pesar se cambia a otro lugar después de la calibración, posibles efectos debidos a: la diferencia en la aceleración de la gravedad local, la variación en las condiciones ambientales, las condiciones mecánicas y térmicas durante el transporte. Pueden alterar muy probablemente el funcionamiento del instrumento y posiblemente invalidar la calibración. Por este motivo el movimiento del instrumento después de la calibración se debe evitar si no se ha demostrado la inmunidad a estos efectos en el instrumento para pesar. Si eso no ha sido demostrado no se debería aceptar el certificado de calibración como prueba de trazabilidad.
- La selección del valor nominal de las cargas de prueba utilizadas durante el proceso de calibración, es acordado y aprobado por el cliente.

FIN DEL CERTIFICADO

# Certificado de Calibración



CALIBRATION CERTIFICATE  
Número: 21C- 010



ISO/IEC 17025:2017  
11-LAC-052

**Cliente:** GESTIÓN & MEDIOAMBIENTE S.A.S  
**Dirección:** Carrera 28 D No. 71 - 12, Barrio Palermo, Manizales - Caldas  
**Correo electrónico:** director.tecnico@gestionymedioambiente.com  
**Ítem calibrado:** Espectrofotómetro Vis  
**Fabricante del ítem:** MAPADA  
**Modelo:** PV4  
**Número de serie:** VEU2009013  
**Código interno:** A043  
**Intervalo de medición:** 315 nm a 1100 nm<sup>1</sup>  
**Intervalo fotométrico de medición:** -0,301 A a 3,000 A  
**Resolución Absorbancia:** 0,001  
**Resolución Longitud de onda:** 1 nm  
**Método de calibración:** Este método se realiza por comparación directa. Se desarrolla de acuerdo con la Guía Técnica de Trazabilidad e Incertidumbre en los Servicios de Calibración de Espectrofotómetro UV-VIS, CENAM, Abril 2014.

**Lugar donde se efectuó la calibración:** Carrera 28 D No. 71 - 12, Barrio Palermo, Manizales - Caldas

Fecha de recepción del ítem:	Fecha de calibración:	Fecha de emisión del certificado:
2021-01-13	2021-01-13	2021-01-19

**Número de páginas del certificado:** 4

Este certificado de Calibración no puede ser reproducido parcial o totalmente, excepto con autorización del Laboratorio que lo emite. Los certificados de calibración sin firma no son válidos. Para verificación de autenticidad, comuníquese al PBX: (057) 1- 7027788 / 301 6790585 / 310 4144019.

**Autorizado por:**

Ing. José de Jesús Orozco C.  
Director Técnico



ISO/IEC 17025:2017  
11-LAC-052

Número: 21C-010

### RESULTADOS DE CALIBRACIÓN:

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos de la calibración del instrumento, en escala fotométrica evaluada en unidades de Absorbancia (a):

LONGITUD DE ONDA (nm)	VALOR DE REFERENCIA	VALOR MEDIDO	ERROR DE MEDICIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA	FACTOR DE COBERTURA k
400	1,5793	1,5799	0,0006	0,0053	2,01
440	1,5954	1,5924	-0,0030	0,0020	2,01
465	1,6006	1,5990	-0,0016	0,0020	2,01
500	1,6020	1,5976	-0,0044	0,0020	2,01
546,1	1,5959	1,5890	-0,0069	0,0020	2,01
590	1,5861	1,5798	-0,0063	0,0020	2,01
635	1,5735	1,5659	-0,0076	0,0020	2,01
650	1,5693	1,5620	-0,0073	0,0020	2,01
700	1,5545	1,5470	-0,0075	0,0020	2,01
750	1,5424	1,5350	-0,0074	0,0020	2,01

Nota: El valor medido corresponde al promedio de 3 (tres) series de 3 (tres) mediciones realizadas.

LONGITUD DE ONDA (nm)	VALOR DE REFERENCIA	VALOR MEDIDO	ERROR DE MEDICIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA	FACTOR DE COBERTURA k
440	0,5688	0,5650	-0,0038	0,0028	2,01
465	0,5289	0,5260	-0,0029	0,0028	2,01
546,1	0,5259	0,5230	-0,0029	0,0028	2,01
590	0,5596	0,5572	-0,0024	0,0028	2,01
635	0,5668	0,5650	-0,0018	0,0028	2,01

Nota: El valor medido corresponde al promedio de 3 (tres) series de 3 (tres) mediciones realizadas.

LONGITUD DE ONDA (nm)	VALOR DE REFERENCIA	VALOR MEDIDO	ERROR DE MEDICIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA	FACTOR DE COBERTURA k
440	0,3251	0,3310	0,0059	0,0028	2,01
465	0,2893	0,2949	0,0056	0,0028	2,01
546,1	0,2975	0,2990	0,0015	0,0028	2,01
590	0,3268	0,3280	0,0012	0,0028	2,01
635	0,3467	0,3466	-0,0001	0,0028	2,01

Nota: El valor medido corresponde al promedio de 3 (tres) series de 3 (tres) mediciones realizadas.



ISO/IEC 17025:2017  
11-LAC-052

Número: 21C- 010

LONGITUD DE ONDA (nm)	VALOR DE REFERENCIA	VALOR MEDIDO	ERROR DE MEDICIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA	FACTOR DE COBERTURA k
340	0,0500	0,0490	-0,0010	0,0020	2,01
360	0,0401	0,0400	-0,0001	0,0020	2,01
400	0,0373	0,0369	-0,0004	0,0020	2,01
440	0,0366	0,0370	0,0004	0,0020	2,01
465	0,0363	0,0360	-0,0003	0,0020	2,01
546,1	0,0358	0,0360	0,0002	0,0020	2,01
590	0,0361	0,0360	-0,0001	0,0020	2,01
635	0,0362	0,0360	-0,0002	0,0020	2,01
650	0,0363	0,0360	-0,0003	0,0020	2,01
700	0,0361	0,0360	-0,0001	0,0020	2,01
750	0,0365	0,0360	-0,0005	0,0020	2,01

Nota: El valor medido corresponde al promedio de 3 (tres) series de 3 (tres) mediciones realizadas.

#### RESULTADOS DE CALIBRACIÓN:

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos de la calibración del instrumento, en escala de longitud de onda ( $\lambda$ )

PATRÓN	VALOR DE REFERENCIA (nm)	VALOR MEDIDO (nm)	ERROR DE MEDICIÓN (nm)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (nm)	FACTOR DE COBERTURA k
LAB-PA-80	334,10	333,00	-1,10	0,60	2,05
	361,00	361,00	0,00	0,60	2,05
	418,61	418,00	-0,61	0,60	2,05
	446,10	446,00	-0,10	0,60	2,05
	453,63	453,00	-0,63	0,60	2,05
	460,05	460,00	-0,05	0,60	2,05
	536,66	536,00	-0,66	0,60	2,05
	637,98	638,00	0,02	0,60	2,05

Nota: El valor medido corresponde al promedio de 3 (tres) series de 3 (tres) mediciones realizadas.

#### TRAZABILIDAD METROLÓGICA:

Los resultados reportados en la escala fotométrica y longitud de onda presentan trazabilidad al Sistema Internacional de Unidades, a través del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) y el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México por medio de los materiales de referencia: Filtros de óxido de Holmio y Filtros de Densidad Neutra certificados por Starna Scientific Ltd., y Laboratorio de Biofísica.

30





ISO/IEC 17025:2017  
11-AC-052

Número: 21C- 010

**PATRÓN(ES) UTILIZADO(S):**

El patrón utilizado en esta calibración fue:

CODIGO INTERNO	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	SERIE	NÚMERO DE CERTIFICADO
LAB-PA-80	Filtro de Oxido de Halmio	STARNA SCIENTIFIC LTD	87344	81307
LAB-PA-65	Filtros de Densidad Neutra	STARNA SCIENTIFIC LTD/ STARNA CELL INC	67556	LB-I-OPT-004-S/2020
LAB-PA-72			79084	74231
LAB-PA-75			81187	77459
LAB-PA-56			No aplica	LB-I-OPT-065-B/2020

**OBSERVACIONES:**

- Condiciones ambientales:  
Temperatura media: 19 °C  
Humedad relativa media: 57 %hr
- Los resultados de medición se aplican solamente al equipo descrito al momento de la prueba.
- La incertidumbre expandida de medición fue estimada como la incertidumbre combinada multiplicada por un factor de cobertura k, reportado en la tabla de resultados, para un nivel de confianza del 95.45%. La evaluación de la incertidumbre se realizó de acuerdo a los requisitos de la "Guía Para La Expresión De Incertidumbre En Las Mediciones" JCGM 100: 2008.

**FIN DE CERTIFICADO**

30.C

## Reporte de verificación y ajuste de sensores de presión y temperatura

Certificados para mantenimiento y calibración de sus equipos.

Número del reporte: 12858

Empresa: Gestión y Medioambiente S.A.S  
 Dirección: Carrera 26 D No. 71-22 Barrio Palermo Marizales Cúcuta Colombia  
 Tipo de Instrumento: Caudalímetro de gases  
 Fabricante: MesaLabs  
 Modelo: Defender S20 H  
 Número de serie: 184199  
 Fecha de Ingreso: 2021-02-02  
 Fecha de verificación y ajuste: 2021-02-03

### Condiciones ambientales

Variante	Presión atmosférica (hPa)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (RH)
Mínima	638,6	20,9	77,2
Máxima	638,6	22,4	78,3

### Presión atmosférica

Exactitud ±					±0,1 mmHg			
Verificación antes del ajuste					Verificación después del ajuste			
Medición	Equipo patrón (mmHg)	Equipo Prueba (mmHg)	Error (mmHg)	Error máximo permitido (mmHg)	Medición	Equipo Prueba (mmHg)	Error (mmHg)	Error máximo permitido (°C)
1	638,6	640	-1,4	2,50	1			
2	638,6	640	-1,4	2,50	2			
3	638,6	640	-1,4	2,50	3			
4	638,6	640	-1,4	2,50	4			
5	638,6	640	-1,4	2,50	5			
Desviación	0,00	0,00	0,00	0,00	Desviación			
Media	638,6	640,0	-1,4	2,5	Media			
Resultado	En tolerancia, no requiere ajuste				Resultado			

### Temperatura Flujo

Exactitud ±					±0,1 °C			
Verificación antes del ajuste					Verificación después del ajuste			
Medición	Equipo patrón (°C)	Equipo Prueba (°C)	Error (°C)	Error máximo permitido (°C)	Medición	Equipo Prueba (°C)	Error (°C)	Error máximo permitido (°C)
1	22,8	21,7	0,7	0,80	1			
2	22,4	21,7	0,7	0,80	2			
3	22,4	21,7	0,7	0,80	3			
4	22,4	21,7	0,7	0,80	4			
5	22,4	21,7	0,7	0,80	5			
Desviación	0,00	0,00	0,00	0,00	Desviación			
Media	22,8	21,7	0,7	0,8	Media			
Resultado	En tolerancia, no requiere ajuste				Resultado			

### Temperatura filtro

Exactitud ±					°C			
Verificación antes del ajuste					Verificación después del ajuste			
Medición	Equipo patrón (°C)	Equipo Prueba (°C)	Error (°C)	Error máximo permitido (°C)	Medición	Equipo Prueba (°C)	Error (°C)	Error máximo permitido (°C)
1					1			
2					2			
3					3			
4					4			
5					5			
Desviación					Desviación			
Media					Media			
Resultado					Resultado			

### Observaciones:

- Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas.
- No podrá ser reproducido, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito de Iteccion Colombia S.A.S.
- Los resultados contenidos en el presente Reporte se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.
- Iteccion Colombia S.A.S. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos verificados y ajustados.
- El patrón de referencia es DryCal ML 500-B Sn 344222.
- El laboratorio no se hace responsable por el uso incorrecto de los resultados expresados en el reporte.

Verificado y ajustado por:

*David Benitez Rojas*  
 David Benitez Rojas  
 Técnico de Laboratorio



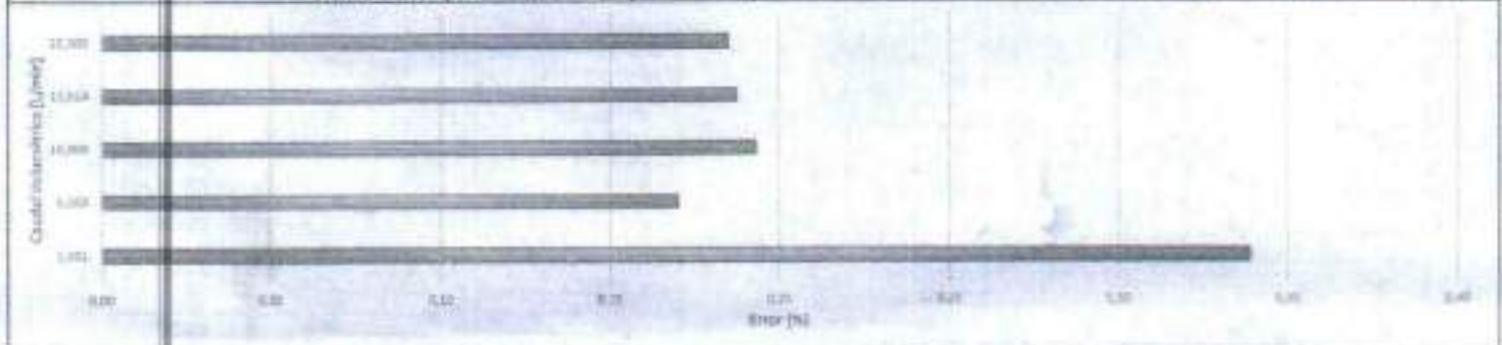
# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Caudalímetros de gases  
Pagina 2 de 2



Certificado N.º 12858

Gráfico del comportamiento del error porcentual respecto al intervalo de medición de caudal volumétrico.



**Observaciones:**

Ninguna

**Lugar de calibración:**

Intecon Colombia SAS Colombia, Medellín, Carrera 43A # 19-17, local 9513, área del laboratorio: Caudal / Calibración caudalímetros de gases

**Observaciones generales:**

- Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas.
- No podrá ser reproducido, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito de Intecon Colombia S.A.S.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Los resultados se relacionan solamente con los ítem sometidos a calibración. Intecon Colombia S.A.S. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

**Notas aclaratorias:**

[L/min]	Unidades aceptadas por el SI (Sistema Internacional de Unidades) indica litros por minuto.
Desviación estándar IBC	Desviación estándar de la prueba de repetibilidad de 10 medidas tomadas del IBC (Instrumento Bajo Calibración)
Error [L/min]	Diferencia entre la media de las lecturas del IBC, menos la media de las lecturas del Instrumento de Referencia (patrón).
[Error] (%)	Error porcentual absoluto, es un parámetro no negativo de la relación del error sobre el punto de medición, multiplicado por el 100%. El símbolo % (porcentaje) generalmente toma el significado de "partes por cien" para declarar valores de cantidad como números puros (adimensional).

**Trazabilidad metrológica a una unidad de medición**

Las unidades de este certificado son trazables al sistema internacional de unidades (SI). El litro es una unidad de volumen y su símbolo en minúscula "l" fueron adoptados por el CIPM en 1879 (PV, 1879, 4). El símbolo alternativo, "L", mayúscula, fue adoptado por la 19ª Conferencia General (1979, Resolución 6; CIP, 101 y Metrología, 1980, 10, 56-57) para evitar el riesgo de confusión entre la letra l (ele) y la cifra 1 (uno); el litro es unidad aceptada por el SI. 1L es equivalente a 10<sup>-3</sup> m<sup>3</sup>. El minuto (min) es una unidad de tiempo no perteneciente al SI cuyo uso es aceptado, 1 minuto equivale a 60 segundos(s). Referencia: "The International Bureau of Weights and Measures (BIPM), The International System of Units (SI), 9th edition, 2019".

Nombre del equipo	Certificado N.º	Emitido por	Vigencia	Cadena de trazabilidad metrológica de los patrones
Calibrador de flujo ML-500-44	10482	MesaLab	2021-06-18	Los certificados emitidos por MesaLabs tienen trazabilidad NIST por medio de NVLAP.
Termohigrómetro TSI 7545	CC 226705	Celcius	2021-07-14	Los certificados emitidos por Celcius son trazables NIST por medio de VASALA.

Responsable de la calibración:	David Benitez Rojas	Cargo:	Técnico de Laboratorio
Autorías:	Henry Thaisaku Takahashi G.	Cargo:	Director de Laboratorio

Fin del certificado de calibración

FH-002  
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**Caudalímetro de gases**  
 Pagina 1 de 2



ISO/IEC 17025:2005  
 16-LAC-045



Certificado N°	12858
Fecha de recepción:	2021-02-02
Fecha de calibración:	2021-02-03
Fecha de emisión:	2021-02-03

Información General del Cliente	
Solicitante	Cebson y Medicambiente S.A.S
Dirección	Carrera 28 D No. 71-12 Barrio Palermo
Ciudad	Manizales
Región	Caldas
País	Colombia

Información del Instrumento	
Número de serie	134109
Tipo de Instrumento	Caudalímetro de gases (Aire)
Fabricante	MesaLabs
Modelo	Defender 520 H

Condiciones ambientales de calibración			
CONDICIONES MÍNIMAS	TEMPERATURA °C	20,9	CONDICIONES MÁXIMAS
	HUMEDAD RELATIVA %RH	32,8	
	PRESIÓN hPa	851,3	
	TEMPERATURA °C	22,4	
	HUMEDAD RELATIVA %RH	36,3	
	PRESIÓN hPa	851,3	

**Método de calibración**  
 Método de comparación directa, aplicando el "Procedimiento ME-009 para la calibración de caudalímetros de gases, edición digital 1, GEM" y procedimiento interno PPL-009.

**Incertidumbre de la medición**  
 De acuerdo a lo expresado en el "Procedimiento ME-009 para la calibración de caudalímetros de gases" y procedimiento interno PPL-009. En conformidad con lo expresado en la EA-4-02, JCGM 100:2008 GUM, JCGM 102:2011 suplemento GUM, para la estimación de la incertidumbre de la medición. La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k", la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

Resultado de calibración							
Intervalo [L/min]	Medición del punto de calibración [L/min]	Desviación estándar IBC [L/min]	Error [L/min]	Error  (%)	Incertidumbre expandida + U [L/min]	Factor de cobertura k	Probabilidad de cobertura p (%)
0 - 1	1,001	0,0005	0,0034	0,3	0,0046	2,01	95,45
1 - 5	5,004	0,0005	0,006	0,2	0,007	2,01	95,45
5 - 10	10,009	0,0005	0,019	0,2	0,026	2,01	95,45
10 - 15	15,014	0,0005	0,028	0,2	0,038	2,01	95,45
15 - 20	20,020	0,0005	0,037	0,2	0,051	2,01	95,45

