




UPME 04-2014

**REFUERZO SUROCCIDENTAL A 500 KV  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO ALFÉREZ SAN MARCOS**

**CAPÍTULO 3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO  
NUMERAL 3.2.8 ATMÓSFERA**



ESCALA <b>SIN</b>	FORMATO <b>CARTA</b>	CÓDIGO GEB EEB-U414-CT101223-L390-EST-1003_2.8	CÓDIGO CONTRATISTA EEB-U414-CT101223-L390-EST-1003_2.8	HOJA Página 1 de <b>89</b>	REV <b>0</b>
----------------------	-------------------------	---	---	----------------------------------	-----------------

**UPME 04-2014  
REFUERZO SUROCCIDENTAL A 500 KV  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO ALFÉREZ SAN MARCOS**

**TABLA DE CONTENIDO**

	<b>Pág.</b>
3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	5
3.2 MEDIO ABIÓTICO	5
3.2.8 Atmósfera	5
3.2.8.1 Clima	5
3.2.8.2 Calidad del Aire	41
3.2.8.3 Ruido	71

**UPME 04-2014  
REFUERZO SUROCCIDENTAL A 500 KV  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO ALFÉREZ SAN MARCOS**

**ÍNDICE DE TABLAS**

	<b>Pág.</b>
Tabla 3.2.8-1 Localización de Estaciones Climatológicas próximas al Área de Estudio .....	6
Tabla 3.2.8-2 Valores de presión atmosférica Área de Estudio.....	12
Tabla 3.2.8-3 Número de días de lluvia.....	19
Tabla 3.2.8-4 Valores de Humedad Relativa media, máxima y mínima mensual multianual. .....	23
Tabla 3.2.8-5 Categorías de Estabilidad Atmosférica de Pasquill .....	34
Tabla 3.2.8-6 Estabilidad atmosférica según categorías de Pasquill.....	35
Tabla 3.2.8-7 Condiciones de estabilidad atmosférica. ....	35
Tabla 3.2.8-8 Criterios para determinar la altura de mezcla a partir de la velocidad del viento y la insolación .....	36
Tabla 3.2.8-9 Zonificación Climática. ....	39
Tabla 3.2.8-10 Descripción de las Principales Fuentes de Emisión de Partículas y Gases en el Área de Influencia Indirecta del Proyecto .....	41
Tabla 3.2.8-11 Descripción de las principales fuentes de emisiones de partículas y gases que generará el proyecto .....	47
Tabla 3.2.8-12 Asentamientos Poblacionales Cercanos al AID.....	48
Tabla 3.2.8-13 Niveles Máximos permisibles para contaminantes criterios.....	51
Tabla 3.2.8-14 Métodos de muestreo y análisis de parámetros de calidad del aire.....	54
Tabla 3.2.8-15 Equipos Utilizados Mediciones Calidad del Aire.....	55
Tabla 3.2.8-16 Ubicación de estaciones de calidad del aire.....	56
Tabla 3.2.8-17 Generalidades de las estaciones de muestreo.....	57
Tabla 3.2.8-18 Índices de calidad del aire PM-10 diarios para la estación 1 .....	68
Tabla 3.2.8-19 Índices de calidad del aire PM-10 diarios para la estación 2 .....	68
Tabla 3.2.8-20 Índices de calidad del aire PM-10 diarios para la estación 3 .....	69
Tabla 3.2.8-21 Índices de calidad de aire acumulados en los puntos evaluados.....	69
Tabla 3.2.8-22 Área de Influencia Directa Social. ....	75
Tabla 3.2.8-23 Puntos de medición de ruido ambiental.....	76
Tabla 3.2.8-24 Datos generales de medición.....	77
Tabla 3.2.8-25 Características generales de los equipos.....	78
Tabla 3.2.8-26 Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dBA .	79
Tabla 3.2.8-27 Principales variables meteorológicas – tiempo ejecución estudio (Día Hábil) .....	80
Tabla 3.2.8-28 Principales variables meteorológicas – tiempo ejecución estudio (Día No Hábil) .....	80
Tabla 3.2.8-29 Descripción general de los puntos de monitoreo.....	81

**UPME 04-2014  
REFUERZO SUROCCIDENTAL A 500 KV  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO ALFÉREZ SAN MARCOS**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

	<b>Pág.</b>
Figura 3.2.8-1 Localización de las estaciones meteorológicas utilizadas para el análisis climatológico.....	8
Figura 3.2.8-2 Distribución Mensual Multianual de la Temperatura Media .....	10
Figura 3.2.8-3 Distribución espacial de la temperatura en el área de influencia del proyecto .....	11
Figura 3.2.8-4 Presión Atmosférica Área de Estudio.....	14
Figura 3.2.8-5 Precipitación Mensual Multianual.....	16
Figura 3.2.8-6 Precipitación Total Multianual .....	17
Figura 3.2.8-7 Distribución espacial de la precipitación en el área de influencia del proyecto.....	18
Figura 3.2.8-8 Número de días de lluvia.....	20
Figura 3.2.8-9 Valores Máximos de Lluvia en 24 Horas.....	22
Figura 3.2.8-10 Distribución Media Mensual Multianual de la Humedad Relativa.....	25
Figura 3.2.8-11 Distribución Máxima, Media y Mínima de la Humedad Relativa .....	26
Figura 3.2.8-12 Distribución Máxima, Media y Mínima de la Humedad Relativa .....	27
Figura 3.2.8-13 Rosa de Vientos Estación Universidad Valle.....	28
Figura 3.2.8-14 Rosa de Vientos Estación Palmira ICA .....	29
Figura 3.2.8-15 Radiación solar mensual para el área de influencia del proyecto.....	31
Figura 3.2.8-16 Brillo solar medio mensual multianual.....	32
Figura 3.2.8-17 Promedio anual de horas de Brillo Solar.....	33
Figura 3.2.8-18 Nubosidad media mensual multianual.....	34
Figura 3.2.8-19 Altura de mezcla .....	36
Figura 3.2.8-20 Evaporación media mensual multianual.....	38
Figura 3.2.8-21 Zonificación climática en el área de influencia del proyecto.....	40
Figura 3.2.8-22 Localización de centros poblados en el área de influencia indirecta del proyecto.....	49
Figura 3.2.8-23 Puntos de muestreo de calidad de aire .....	59
Figura 3.2.8-24 Valores diarios de PM-10 Estación 1, en función de la precipitación.....	60
Figura 3.2.8-25 Valores diarios de PM-10 Estación 2, en función de la precipitación.....	61
Figura 3.2.8-26 Valores diarios de PM-10 Estación 3, en función de la precipitación.....	61
Figura 3.2.8-27 Valores medios de PM-10 en estaciones 1, 2 y 3.....	62
Figura 3.2.8-28 Valores diarios NO <sub>2</sub> .....	63
Figura 3.2.8-29 Valores diarios SO <sub>2</sub> .....	64
Figura 3.2.8-30 Valores medios NO <sub>2</sub> estaciones 1, 2 y 3 .....	65
Figura 3.2.8-31 Valores medios SO <sub>2</sub> estaciones 1, 2 y 3 .....	65
Figura 3-32 Medias horarias diarias de CO Estación 1 .....	66
Figura 3-33 Medias horarias diarias de CO Estación 2 .....	67
Figura 3-34 Medias horarias diarias de CO Estación 3 .....	67
Figura 3.2.8-32 Comparación estados excepcionales PM-10 – Limite de Prevención.....	70
Figura 3.2.8-33 Comparación estados excepcionales PM-10 – Limite de Alerta.....	70

Figura 3.2.8-34 Comparación estados excepcionales PM-10 – Limite de Emergencia ....	71
Figura 3.2.8-35 Distribución espacial puntos de monitoreo .....	77
Figura 3.2.8-36 Descripción general de los puntos de monitoreo en horario diurno hábil.	84
Figura 3.2.8-37 Descripción general de los puntos de monitoreo en horario nocturno hábil .....	85
Figura 3.2.8-38 Descripción general de los puntos de monitoreo en horario diurno - no hábil .....	86
Figura 3.2.8-39 Descripción general de los puntos de monitoreo en horario diurno - no hábil .....	87

### 3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

#### 3.2 MEDIO ABIÓTICO

##### 3.2.8 Atmósfera

En atención a la solicitud de información adicional requerida por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA el día 17 de agosto de 2018, en el marco del trámite de licencia ambiental, iniciado mediante auto 03652 de 04 de julio de 2018, referente al requerimiento veinte tres (23) *“Ajustar el Estudio de Impacto Ambiental (capítulos) de conformidad con la definición del área de influencia del proyecto para los medios abiótico, biótico y socioeconómico, y teniendo en cuenta la totalidad de los requerimientos anteriormente mencionados (caracterización ambiental, ambiental, demanda uso y aprovechamiento de recursos naturales, y evaluación de impactos ambientales)”*

##### 3.2.8.1 Clima

El clima es un conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas, el cual se caracteriza por los estados y evoluciones del tiempo en un lugar o región determinada o en el planeta entero, durante un período de tiempo relativamente largo. El clima de la Tierra depende del equilibrio radiactivo que está controlado por factores radiactivos forzantes, por factores determinantes (siendo los más importantes la altitud, latitud y distancia al mar) y por la interacción entre los diferentes componentes del sistema climático (procesos de la atmósfera, superficie terrestre, océanos, áreas terrestres cubiertas de hielo, biósfera y la actividad humana) (IDEAM, 2005).

Teniendo en cuenta lo anterior, debido a que Colombia se encuentra en la zona intertropical Cáncer – Capricornio, específicamente en los trópicos húmedos, subregión ecuatorial, los parámetros climáticos son relativamente constantes a lo largo del año; sin embargo, la complejidad de la geografía, los vientos, la localización y la posición de la tierra con respecto a la del sol, provocan diferentes variaciones en cada una de las zonas del país influyendo en los períodos tanto húmedos como secos.

A continuación, se efectúa la caracterización climatológica general del área en la que se localiza el proyecto. La descripción se encuentra fundamentada en la recopilación y análisis de información de las estaciones meteorológicas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM- y de la Corporación autónoma regional del Valle del Cauca (CVC), seleccionando aquellas que cuentan con un registro histórico de datos amplio (30 años aproximadamente) y cuya distribución geográfica es representativa para el área de influencia (Ver [Figura 3.2.8-1](#) y Tabla 3.2.8-1).

Los parámetros considerados son temperatura, precipitación, nubosidad, humedad relativa, radiación solar, viento y evaporación; de igual forma se presentan los resultados obtenidos (mediante métodos indirectos) de presión atmosférica, altura de mezcla, balance hídrico y zonificación climática, de acuerdo con lo requerido por los términos de referencia LI-TER-1-01.

**Tabla 3.2.8-1 Localización de Estaciones Climatológicas próximas al Área de Estudio**

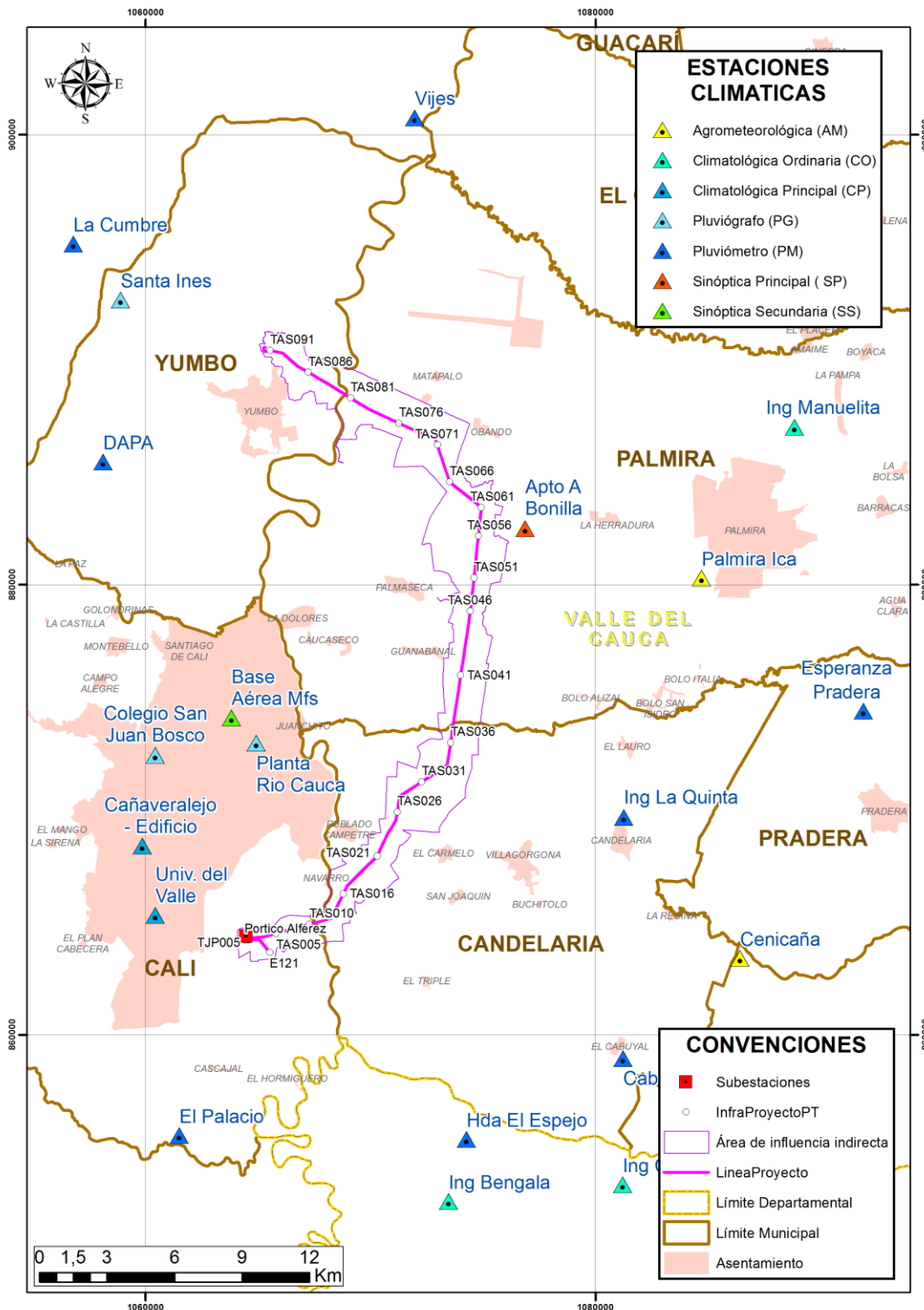
IDEAM																		
ESTACIONES		COORDENADAS		CATEGORIA	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	PARÁMETROS CON INFORMACIÓN						FECHA		ELEVACIÓN (msnm)			
CODIGO	NOMBRE	ESTE	NORTE				BRILLO SOLAR	HUMEDAD RELATIVA	NUBOSIDAD	TEMPERATURA	ROSA DE VIENTO	EVAPORACIÓN	PRECIPITACIÓN			INSTALACIÓN	SUSPENSIÓN	
													TOTAL	MAX. 24 H				NO. DÍAS
26045010	Ing Bengala	1073466,21	852577,935	CO	Valle del Cauca	Puerto Tejada								1965 - May		1000		
26055070	Univ. del Valle	1060424,2	865308,675	CP		Cali									1965 - Dic		985	
26065010	Ing Cauca	1081205,93	853320,524	CO		Miranda									1965 - Ene		1000	
26070170	Esperanza Pradera	1091923,31	874377,748	PM		Pradera									1982 - Abr		1075	
26075010	Palmira Ica	1084722,93	880297,402	AM		Palmira									1930 - Ene		1050	
26075040	Apto A Bonilla	1076881,13	882496,886	SP		Palmira									1971 - Jul		961	
26075050	Ing Manuelita	1088850,28	887000,719	CO		Palmira									1900 - Ene		1058	
26080070	Vijes	1071957,34	900761,505	PM		Vijes									1946 - Abr		987	
26085120	Base Aérea Mfs	1063814,69	874080,54	SS		Cali									1974 - Mar		954	
26075080	Cenicaña	1086437,48	863381,84	AM		Valle									1981 - Jun		1013	
26060020	Cabuyal	1081229,60	858932,83	PM		Candelaria									1953 - Oct		980	
53110100	La Cumbre	1056783,75	895148,71	PM		La Cumbre									1975 - Mar		1580	
CVC																		
2622330107	Cañaveralejo - Edificio	1059854,91	868389,07	CP	Valle del Cauca	Cali								1984 - Ene		985		
2622330101	Colegio San Juan Bosco	1060431,64	872417,25	PG		Cali								1960 - Ene		1000		
2622500101	DAPA	1058101,81	885462,64	PM		Yumbo								1971 - Ene		1716		
2622100102	El Palacio	1061497,65	855514,60	PM		Cali								1970 - Ene		950		
2612200104	Hda El Espejo	1074275,64	855343,60	PM		Puerto Tejada								1971 - Ene		980		

IDEAM																		
ESTACIONES		COORDENADAS		CATEGORIA	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	PARÁMETROS CON INFORMACIÓN						FECHA		ELEVACIÓN (msnm)			
CODIGO	NOMBRE	ESTE	NORTE				BRILLO SOLAR	HUMEDAD RELATIVA	NUBOSIDAD	TEMPERATURA	ROSA DE VIENTO	EVAPORACIÓN	PRECIPITACIÓN			INSTALACIÓN	SUSPENSIÓN	
													TOTAL	MAX. 24 H				NO. DÍAS
2612710103	Ing La Quinta	1081267,22	869663,78	PM	Cundinamarca	Candelaria								1969 - Ene		980		
2620000103	Planta Rio Cauca	1064917,86	872964,52	PG		Cali									1960 - Ene		956	
2622600101	Santa Inés	1058882,82	892661,14	PG		Yumbo									1971 - Ene		1511	

**Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.** \*PG = Pluviográficas; PM = Pluviométricas; CO = Climatológica Ordinaria; CP = Climatológica Principal; SS = Sinóptica Secundaria; SP = Sinóptica Principal; AM = Agrometeorológica; ME = Meteorológica Especial



**Figura 3.2.8-1 Localización de las estaciones meteorológicas utilizadas para el análisis climatológico**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018,

- **Análisis Climático**

### **Temperatura**

En términos generales, se sabe que la temperatura es una magnitud física que caracteriza el movimiento aleatorio medio de las moléculas en un cuerpo físico. En particular, cuando se habla de la temperatura del aire, nos estamos refiriendo a la medida del estado térmico del aire con respecto a su habilidad de transferir calor a su alrededor. La temperatura del aire en superficie es la temperatura leída en un termómetro expuesto al aire en una garita, caseta o abrigo meteorológico que permite la existencia de una buena ventilación, y evita los efectos de la radiación solar directa sobre el termómetro, a una altura comprendida entre 1.25 y 2 metros sobre el nivel del suelo.

La temperatura media corresponde al promedio de las temperaturas observadas en el curso de un intervalo de tiempo determinado (hora, día, mes, año, década, etc.), en tanto que las temperaturas extremas corresponden al valor más alto (máximo) y más bajo (mínimo), presentados en el transcurso de tal intervalo<sup>1</sup>

Según la información registrada por las estaciones en evaluación, se concluye que La temperatura promedio de la región fluctúa entre los 23 y 26 °C, que corresponde al piso térmico cálido.

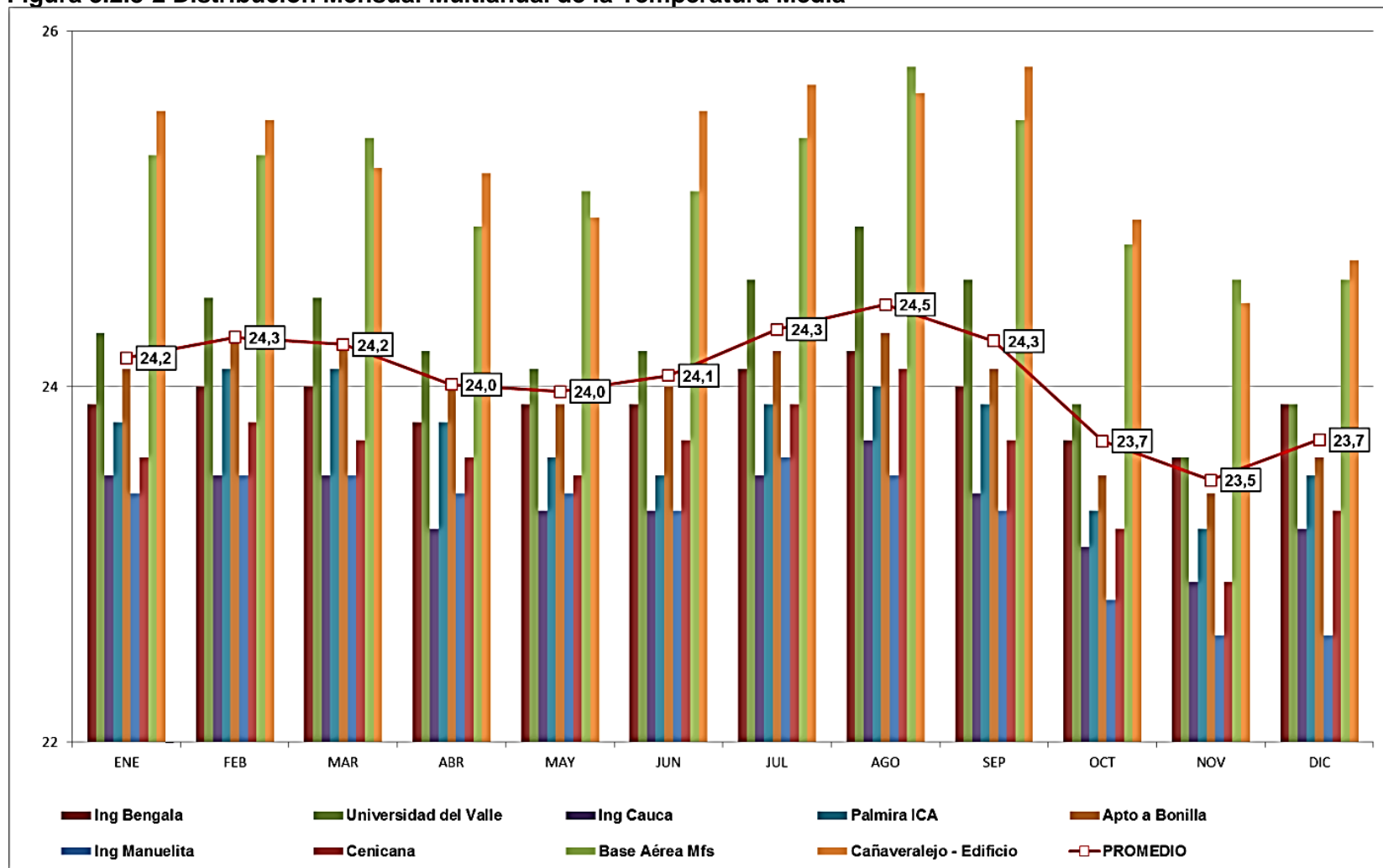
Como se puede apreciar en la Figura 3.2.8-2 en el primer trimestre del año se presentaron temperaturas medias de 24.2°C, posteriormente desde el mes de abril hasta el mes de junio se presenta una disminución en la temperatura hasta obtener un valor promedio de 24°C y el mes de agosto el más caliente con un valor de 24.5°C. Finalmente entre el último trimestre del año registra un decaimiento de la temperatura hasta obtener un valor promedio de 23.7°C, los menores niveles de temperatura se presentaron en el mes de noviembre con un valor promedio de 23.5°C

En la **Figura 3.2.8-3** se presentan las isotermas generadas a partir de los valores medios multianuales de temperatura utilizando el método estadísticos de la interpolación, con los resultados obtenidos, es posible afirmar que el clima **Templado** (entre 18 °C y 24 °C) predomina en un 1,91% en el área de influencia del proyecto y el clima **Cálido** (>24 °C) predomina en un 98,09%.

---

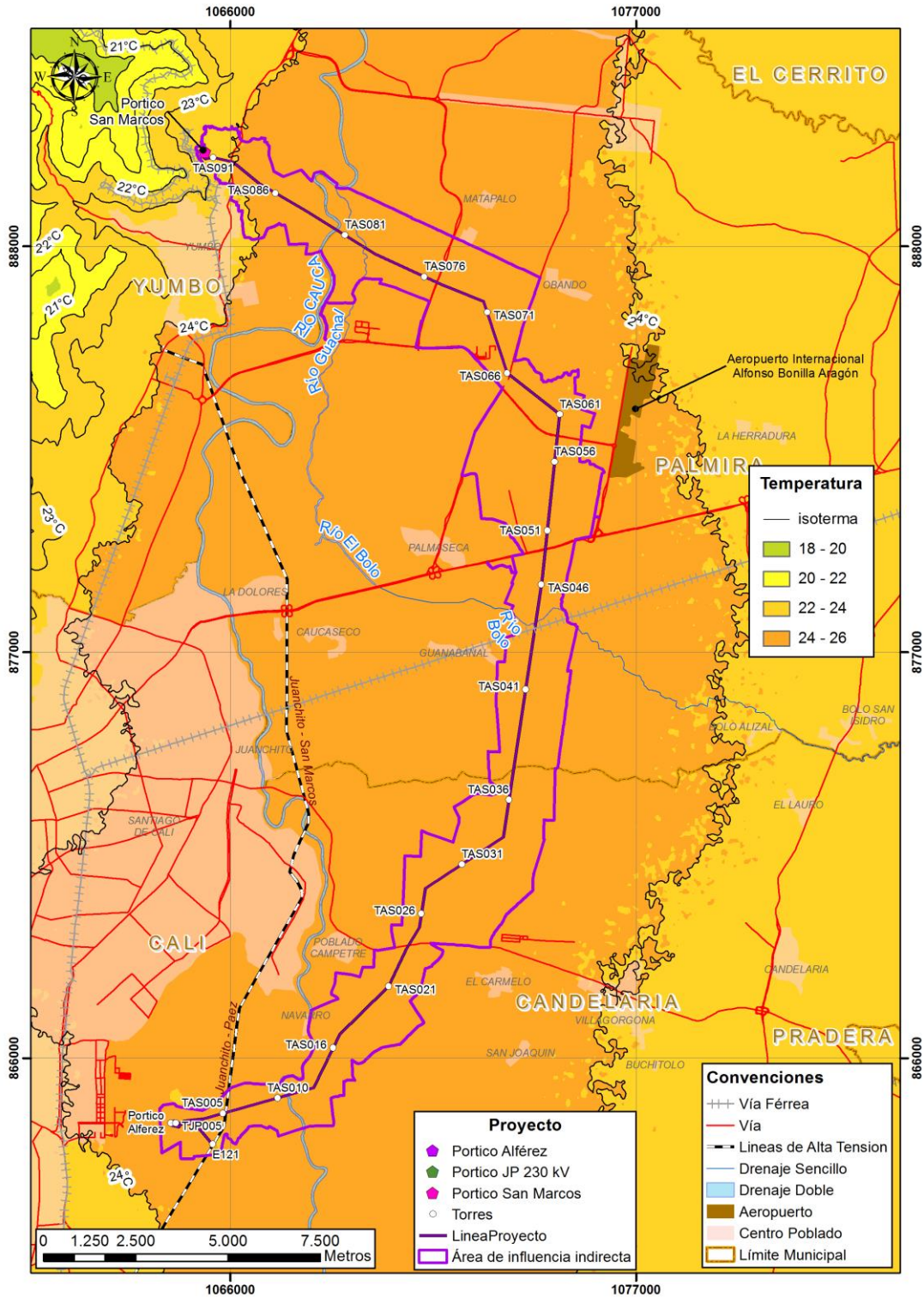
<sup>1</sup> INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. Atlas Climatológico de Colombia. Parte II Distribución Espacio – Temporal de las Variables del Clima. p. 27.

Figura 3.2.8-2 Distribución Mensual Multianual de la Temperatura Media



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2018

**Figura 3.2.8-3 Distribución espacial de la temperatura en el área de influencia del proyecto**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2018

### Presión atmosférica

La presión atmosférica está asociada al peso del aire que se encuentra sobre un punto determinado (peso de la masa de aire por unidad de superficie), por lo tanto, la presión atmosférica está directamente relacionada con la altura sobre el nivel medio del mar. Teniendo en cuenta lo anterior y conociendo la altura de las estaciones del IDEAM, presentadas en la Tabla 3.2.8-1, se aplicó la ecuación para estimación de la presión atmosférica, establecida por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO):

$$P = 101,3 \left( \frac{293 - 0,006z}{293} \right)^{5,26}$$

Dónde:

- P: Presión atmosférica (kPa)  
 Z: Elevación sobre el nivel del mar (msnm) de todas las estaciones del IDEAM y CVC que se utilizaron para la caracterización atmosférica del área de estudio del proyecto.

Para el análisis de la presión atmosférica en el área de estudio del proyecto se presenta la Tabla 3.2.8-2 la cual se construyó a partir de los datos de elevación obtenidos en los registros de las estaciones del IDEAM presentadas en la Tabla 3.2.8-1.

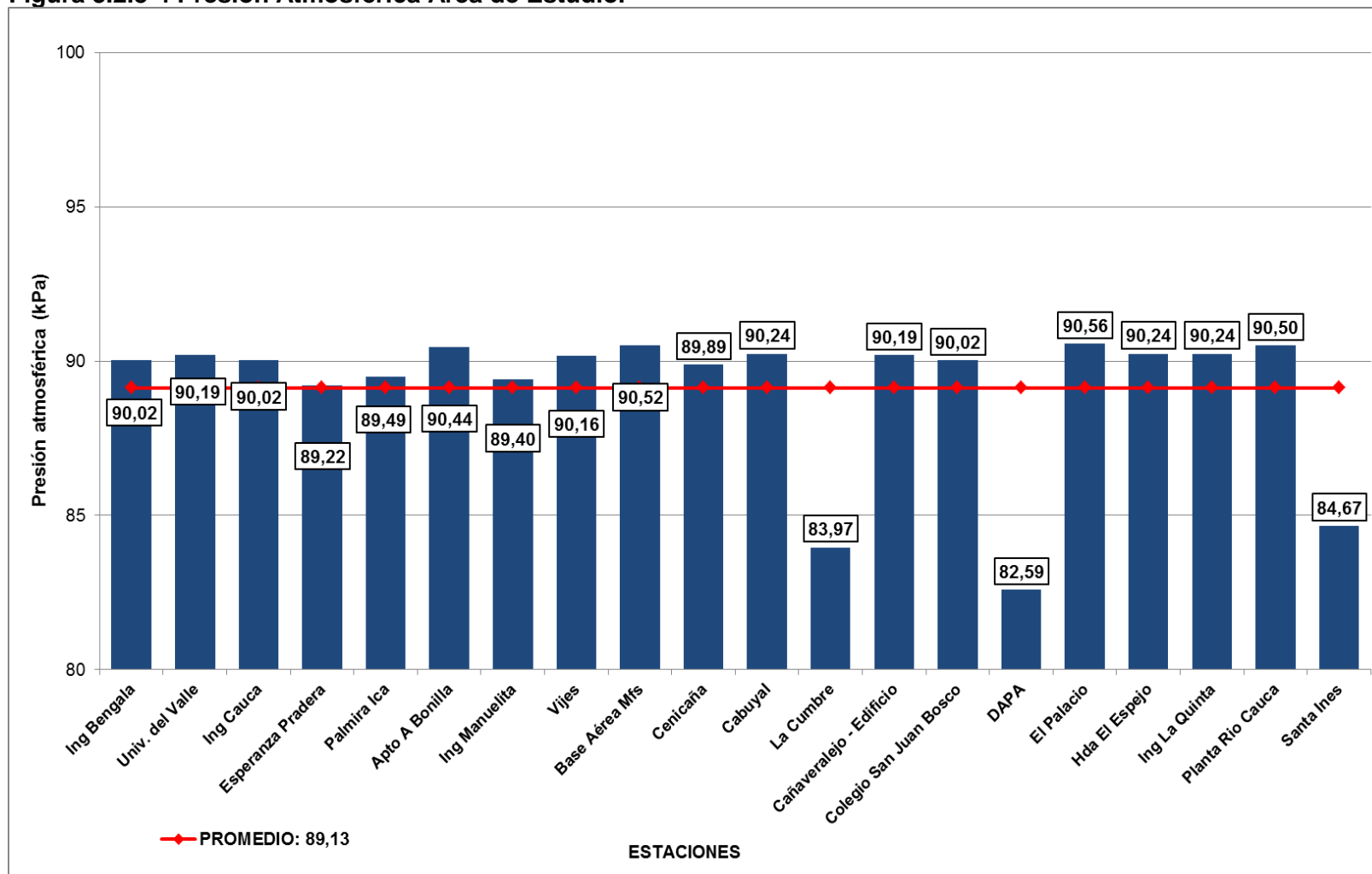
**Tabla 3.2.8-2 Valores de presión atmosférica Área de Estudio.**

ESTACIONES ALFEREZ - SAN MARCOS			
ESTACIÓN	CODIGO	ALTURA (m.s.n.m)	PRESION ATMOSFERICA (kPa)
Ing Bengala	26045010	1000	90,02
Univ. del Valle	26055070	985	90,19
Ing Cauca	26065010	1000	90,02
Esperanza Pradera	26070170	1075	89,22
Palmira Ica	26075010	1050	89,49
Apto A Bonilla	26075040	961	90,44
Ing Manuelita	26075050	1058	89,40
Vijes	26080070	987	90,16
Base Aérea Mfs	26085120	954	90,52
Cenicaña	26075080	1013	89,89
Cabuyal	26060020	980	90,24
La Cumbre	53110100	1580	83,97
Cañaveralejo - Edificio	2622330107	985	90,19
Colegio San Juan Bosco	2622330101	1000	90,02
DAPA	2622500101	1716	82,59
El Palacio	2622100102	950	90,56
Hda El Espejo	2612200104	980	90,24
Ing La Quinta	2612710103	980	90,24
Planta Rio Cauca	2620000103	956	90,50
Santa Inés	2622600101	1511	84,67
<b>PROMEDIO: 89,13</b>			

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018

De acuerdo con lo mostrado en la Figura 3.2.8-4 se puede inferir que la presión atmosférica no varía de manera significativa en el área estudio, el valor promedio es de 89,13 kPa, la presión más alta se presenta en la estación El Palacio Ubicada en la ciudad de Cali con de 90,56 kPa y a una altura de 950 m.s.n.m y la presión más baja en la estación DAPA Ubicada en el Municipio de Yumbo con 82,59 kPa y a una altura de 1716 m.s.n.m, Con estos resultados, se evidencia de igual forma la relación inversamente proporcional entre la presión atmosférica con altura, a mayor presión, menores valores de altura.

Figura 3.2.8-4 Presión Atmosférica Área de Estudio.



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

## Precipitación

La precipitación es uno de los caracteres más definitorios para el clima de una región. Es el principal factor controlador del ciclo hidrológico en una zona, así como del paisaje y usos del suelo (Alonso, 2010). A continuación, se desarrolla la descripción de la precipitación media mensual y multianual, precipitación máxima en 24 horas y número de días de lluvia, a partir de los datos reportados en las estaciones consideradas.

### *Precipitación Total*

A partir de los datos registrados de precipitación, se evidencia que la zona analizada presenta un régimen Bimodal de precipitación, con dos épocas lluviosas y dos secas al año. La primera época seca entre diciembre y febrero, la primera época lluviosa va de marzo a mayo, la segunda época seca de junio a septiembre y la segunda época lluviosa de octubre a noviembre.

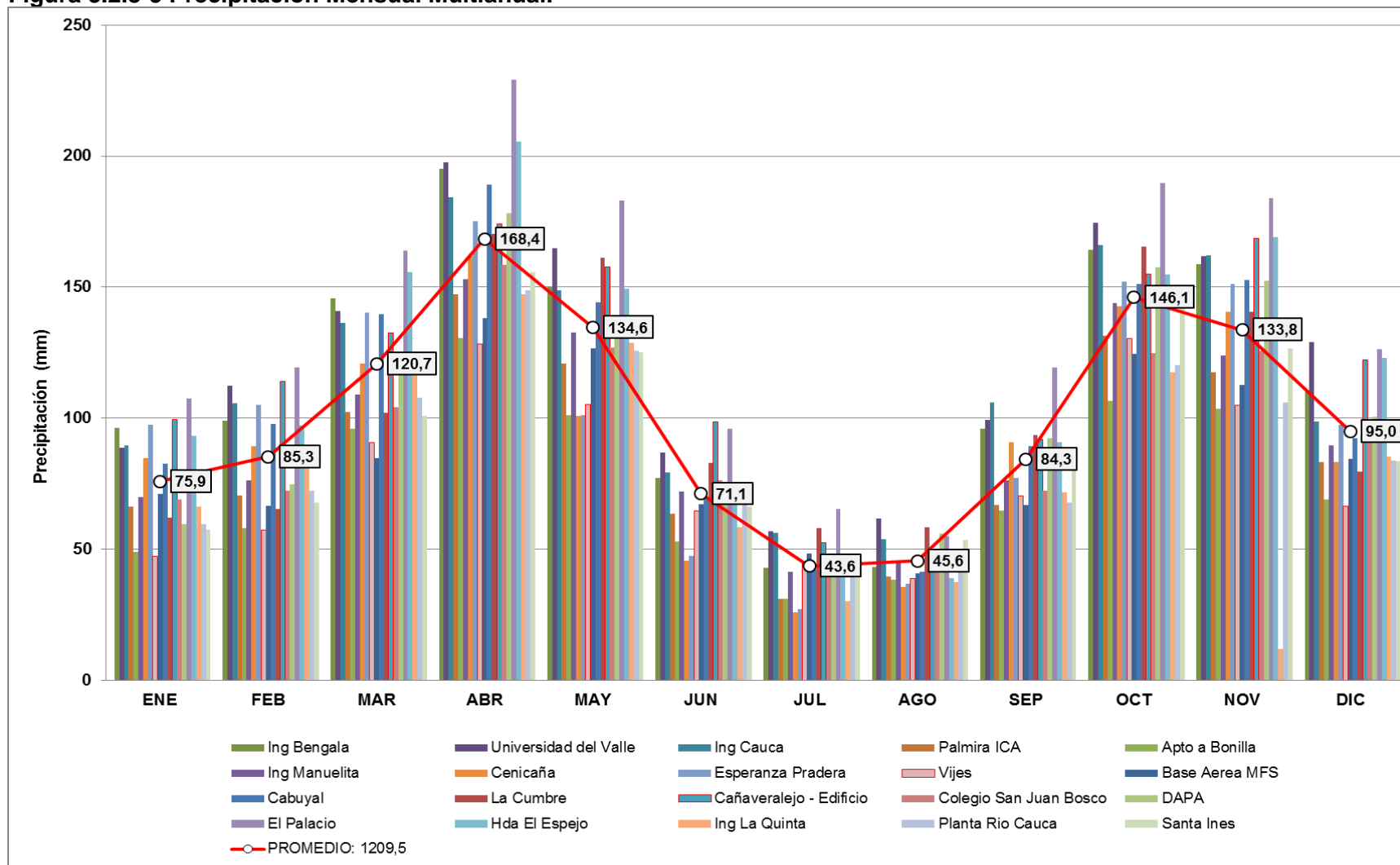
El periodo húmedo registra valores que oscilan entre 120,7 y 168,4 mm, el periodo Seco registra valores que oscilan entre 71,1 y 85,3, el mes con el valor más alto de precipitación es abril (168,4 mm); en contraste los meses de Julio y agosto presentan los menores valores de precipitación (43,6 y 45,6 mm respectivamente) (Figura 3.2.8-5).

Por otro lado, el valor promedio de la precipitación total multianual es de 1209,5 mm, de las 20 estaciones consideradas para el proyecto la que presenta mayor precipitación total multianual es la estación El Palacio con 1621,4 mm ubicada en la ciudad de Cali y la que presenta menor precipitación es la Estación de Apto a Bonilla con 900,8 mm ubicada en el municipio de Palmira, la precipitación se comporta de manera uniforme en todas las estaciones, siendo 720,6 mm la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo (Figura 3.2.8-6).

En la [Figura 3.2.8-7](#) se presentan las isoyetas generadas a partir de los valores totales multianuales de precipitación. Con los resultados obtenidos, es posible afirmar que el rango de precipitación muy seco (de 500 a 1000 mm/año) predomina en el área de influencia indirecta del proyecto, con una cobertura del 67,94% respecto al área total. El rango de precipitación seco (de 1000 a 2000 mm/año), conformando el 32,06% del área de influencia indirecta del proyecto.

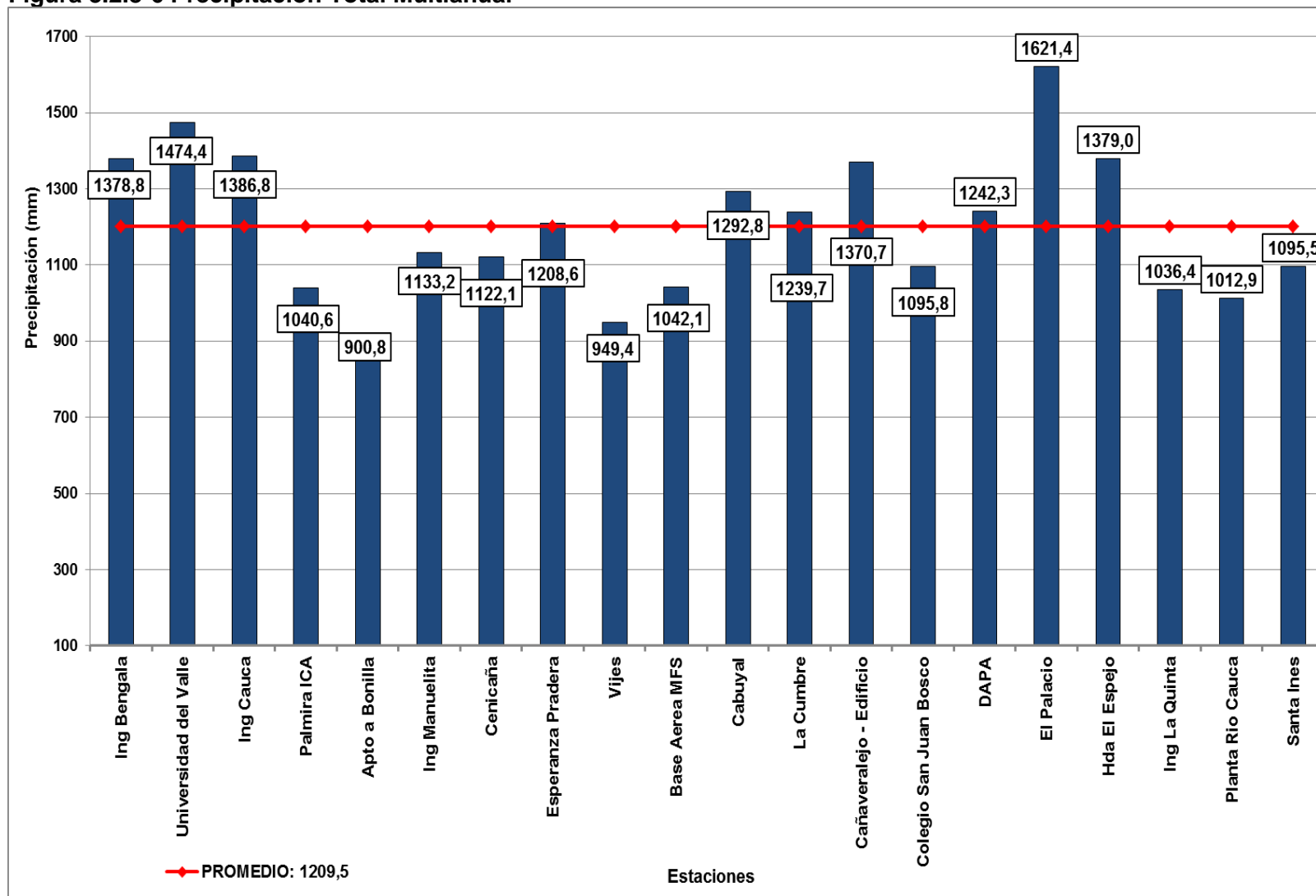


Figura 3.2.8-5 Precipitación Mensual Multianual.



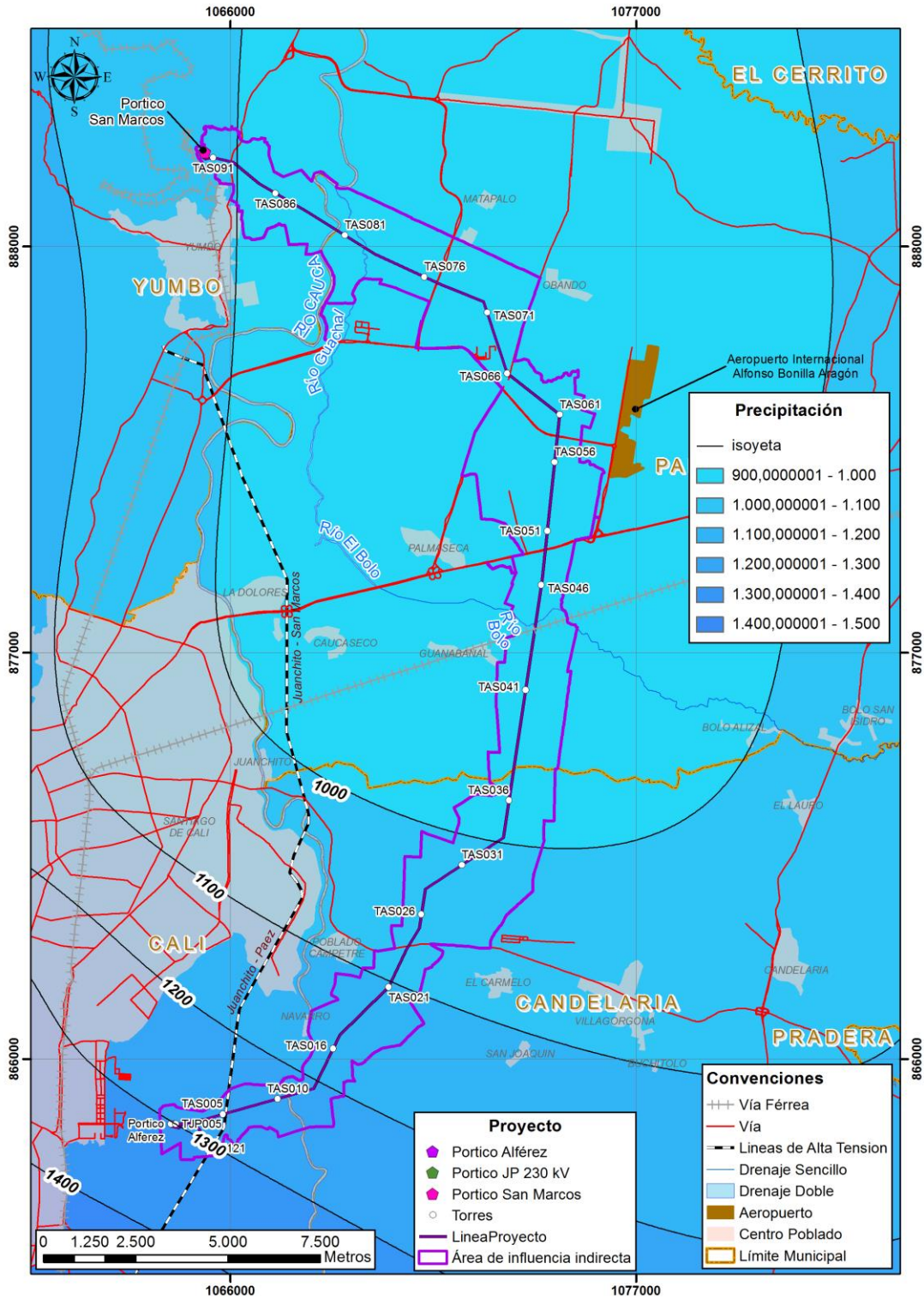
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

Figura 3.2.8-6 Precipitación Total Multianual



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

**Figura 3.2.8-7 Distribución espacial de la precipitación en el área de influencia del proyecto.**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

### **Número de días de lluvia**

Desde el punto de vista climatológico, una de las características más representativas de las lluvias, la constituye el número de días en que se presenta este fenómeno durante un mes determinado, ya que es de gran importancia para diferentes aplicaciones, como son estudios de sequía, agricultura, transporte y otros (IDEAM, 2005).

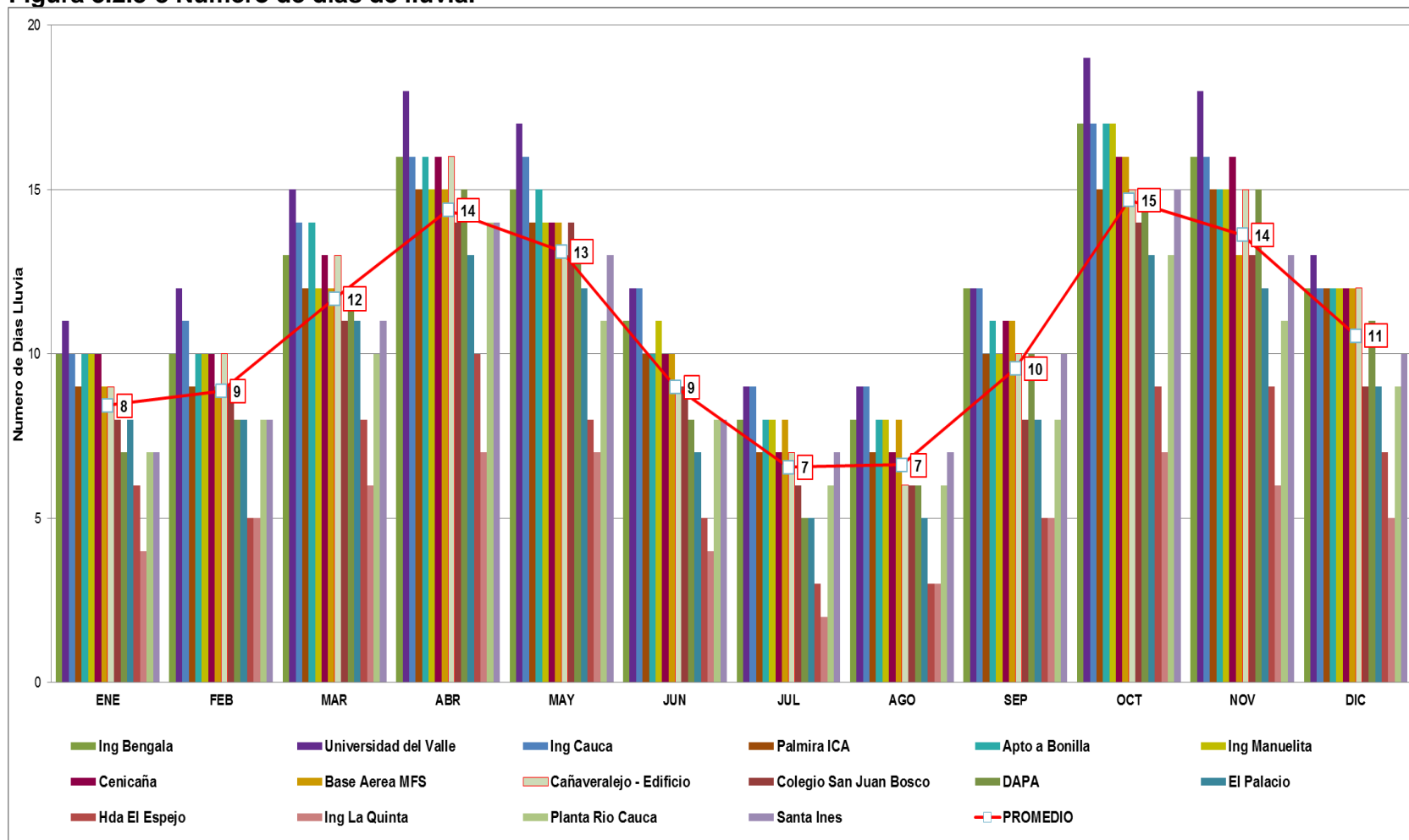
En la Tabla 3.2.8-3 se observa el número de días de lluvia promedio multianual para el área del proyecto, el valor promedio de días de lluvia promedio multianual es de 127, siendo julio y agosto los meses con menos días de lluvia (7 días) y octubre el mes con más días de lluvia (15 días). Por otro lado, se tiene que la estación de Universidad del Valle presenta el mayor número de días de lluvias al año en relación con las otras estaciones consideradas para esta zona con un valor de 165 días, de manera opuesta, la estación Ing La Quinta registra el menor número de días de lluvia al año, con un valor de 61 días.

**Tabla 3.2.8-3 Número de días de lluvia.**

ESTACIONES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
NOMBRE													
Ing Bengala	10	10	13	16	15	11	8	8	12	17	16	12	148
Universidad del Valle	11	12	15	18	17	12	9	9	12	19	18	13	165
Ing Cauca	10	11	14	16	16	12	9	9	12	17	16	12	154
Palmira ICA	9	9	12	15	14	10	7	7	10	15	15	12	135
Apto a Bonilla	10	10	14	16	15	10	8	8	11	17	15	12	146
Ing Manuelita	10	10	12	15	14	11	8	8	10	17	15	12	142
Cenicaña	10	10	13	16	14	10	7	7	11	16	16	12	142
Base Aérea MFS	9	9	12	15	14	10	8	8	11	16	13	12	137
Cañaveralejo - Edificio	9	10	13	16	13	9	7	6	10	15	15	12	135
Colegio San Juan Bosco	8	9	11	14	14	9	6	6	8	14	13	9	121
DAPA	7	8	12	15	13	8	5	6	10	15	15	11	125
El Palacio	8	8	11	13	12	7	5	5	8	13	12	9	111
Hda El Espejo	6	5	8	10	8	5	3	3	5	9	9	7	78
Ing La Quinta	4	5	6	7	7	4	2	3	5	7	6	5	61
Planta Río Cauca	7	8	10	14	11	8	6	6	8	13	11	9	111
Santa Inés	7	8	11	14	13	8	7	7	10	15	13	10	123
<b>PROMEDIO</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>127</b>

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

Figura 3.2.8-8 Número de días de lluvia.



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

### **Valores máximos de lluvia en 24 horas**

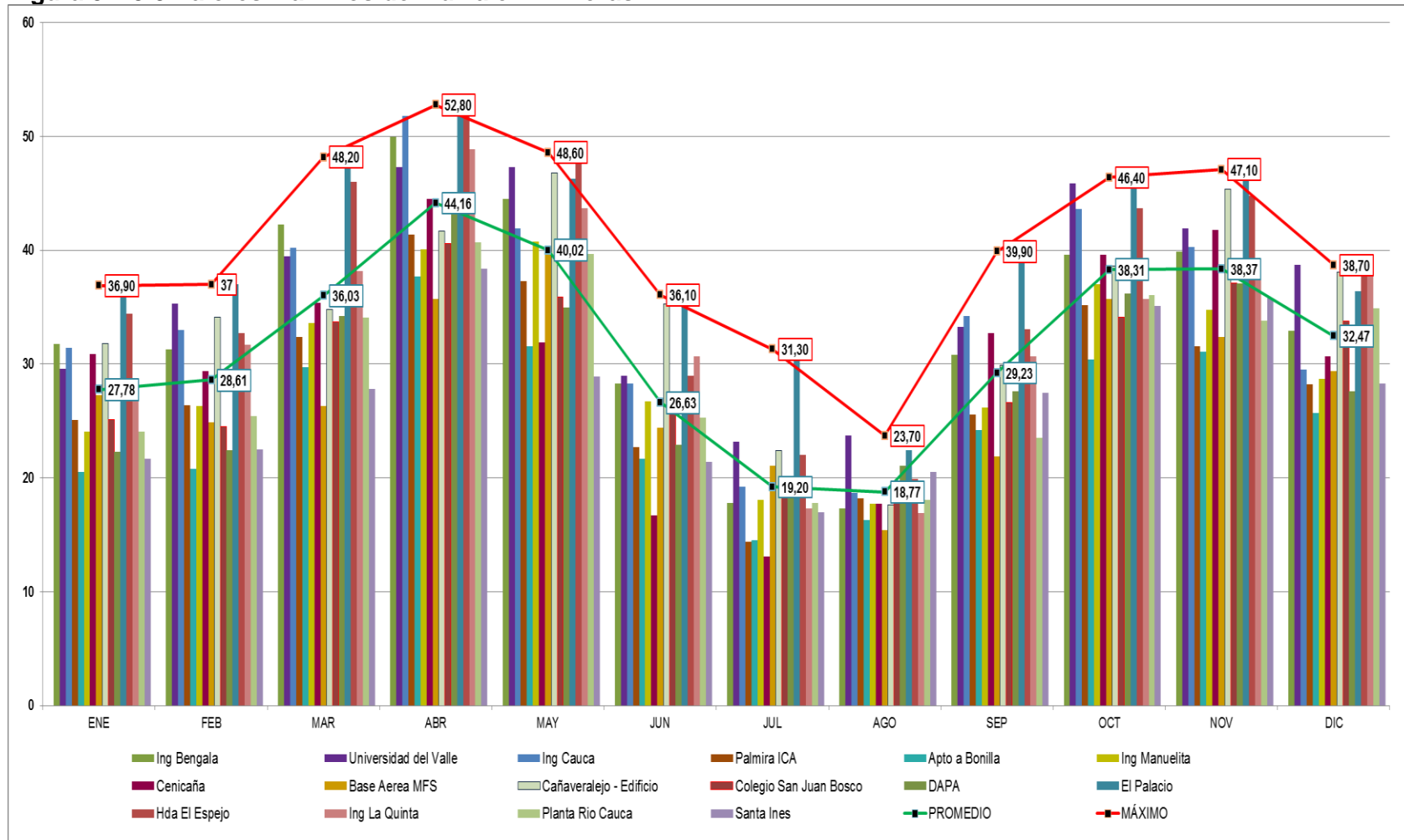
La precipitación máxima en 24 horas es útil para comprender los procesos erosivos y la generación de caudales máximos en un área, siendo la mayor cantidad de lluvia que cae en un solo día.

A continuación, se presentan los valores máximos de precipitación en 24 horas registrados al mes en las estaciones analizadas. Para el área de estudio, el valor máximo (medio mensual multianual) registrado de precipitación en 24 horas fue de 52,80 mm durante el mes de abril.

Por su parte, abril mayo y octubre se constituyen en los meses en los que existe mayor probabilidad de registrar lluvias máximas en 24 horas, ya que de las dieciséis (16) estaciones analizadas, en cuatro (4) de ellas se exceden los 31,6 mm durante estos meses; lo anterior en concordancia con el hecho que el valor más alto de precipitación total multianual de la zona se da durante abril y octubre (229 mm y 190 mm respectivamente).

De todas las estaciones consideradas, las estaciones que presentaron valores promedio (multianual) por encima de los 31,6 mm fueron; El Palacio y Hda El Espejo, lo que permite deducir que en el área de influencia de estas estaciones los eventos de precipitación son intensos, y más aun considerando que los totales de precipitación multianual que muestran superan al promedio de todas estaciones consideradas.

Figura 3.2.8-9 Valores Máximos de Lluvia en 24 Horas.



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

## Humedad Relativa

El término humedad se emplea para designar la cantidad de vapor de agua contenida en un volumen dado de aire. El agua está mezclada con aire de forma homogénea en el estado gaseoso. Al igual que cualquier sustancia, el aire tiene una capacidad limitada de absorción, que se conoce como saturación. Por debajo del punto de saturación, el aire húmedo no se distingue a simple vista del aire seco, es absolutamente incoloro y transparente; sobre el límite de saturación, la cantidad de agua en exceso se precipita, ya sea en forma de neblina o bien como pequeñas gotas de lluvia<sup>2</sup>.

La humedad del aire es variable y depende fundamentalmente del grado de evaporación de los océanos u otras fuentes de agua. Mientras los demás gases que componen la atmósfera permanecen en forma gaseosa, el vapor se convierte frecuentemente en agua líquida, la cual a menudo se condensa en nieve y hielo. Esto es debido a que la condensación y la congelación tienen lugar a temperaturas que están en el orden de magnitud de las temperaturas atmosféricas. El vapor de agua de la atmósfera presenta su mayor concentración en las capas bajas de la troposfera y normalmente, cerca del 50% del contenido total, se encuentra por debajo de los 2.000 metros.

Se aclara que se trabajan con series mensuales ya que el Instituto de Hidrología Meteorología y estudios Ambientales (IDEAM, 2017), no cuenta con series diarias de esta variable en las estaciones seleccionadas, como lo solicitan los términos LI-TER-1-01.

Por lo tanto, en la Tabla 3.2.8-4 se muestran los valores medios, máximos y mínimos de humedad relativa, para el área del proyecto, para lo cual se observa que, para los meses de Julio, agosto y septiembre tiene los registros más bajos, mientras en los meses de abril, mayo y noviembre se presentan los picos más altos.

**Tabla 3.2.8-4 Valores de Humedad Relativa media, máxima y mínima mensual multianual.**

ESTACIONES ALFEREZ - SAN MARCO													
MEDIOS													
ESTACIONES NOMBRE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIO MULTIANUAL
Ing Bengala	80	80	80	81	81	80	78	78	78	80	81	81	80
Universidad del Valle	72	72	73	76	76	75	71	68	70	74	76	74	73
Ing Cauca	78	78	78	80	80	80	77	76	77	79	81	80	79
Palmira ICA	73	72	73	76	77	75	71	70	71	75	76	75	74
Apto a Bonilla	72	72	73	75	76	74	72	70	71	75	76	75	73
Ing Manuelita	76	75	76	78	79	78	74	73	75	78	80	79	77
Cenicana	77	77	78	80	81	78	74	74	76	79	81	79	78
Base Aérea Mfs	71	71	72	75	75	74	70	67	69	73	75	75	72
<b>PROMEDIO: 75,8</b>	75	75	75	78	78	77	73	72	73	77	78	77	75,8

<sup>2</sup> Ibid., p. 37.



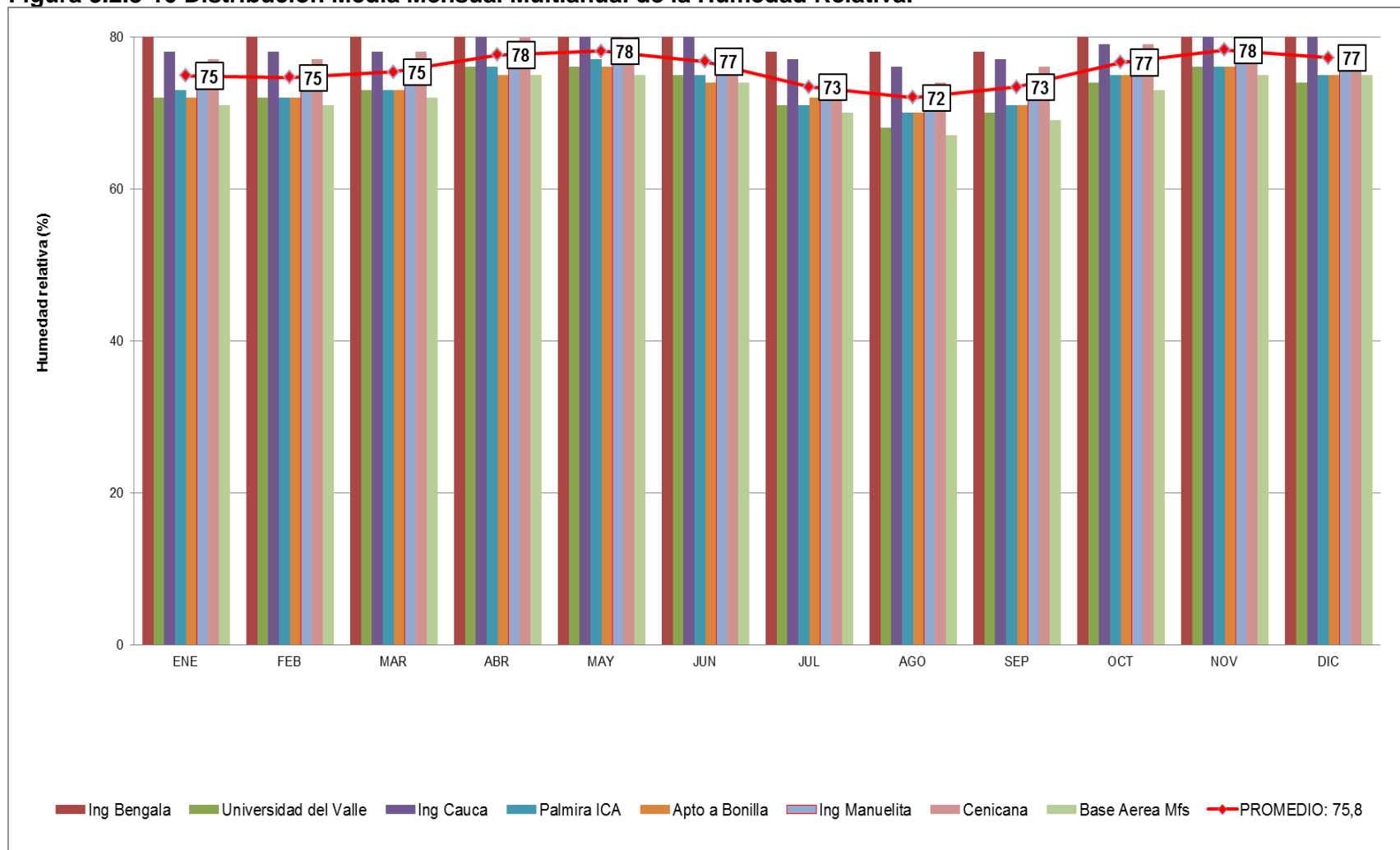
<b>MÁXIMOS</b>													
<b>ESTACIONES</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>MÁXIMO MULTIANUAL</b>
<b>NOMBRE</b>													
Ing Bengala	87	88	88	87	89	89	85	86	88	90	89	91	91
Universidad del Valle	79	80	80	82	82	84	79	80	79	84	86	81	86
Ing Cauca	85	85	85	85	85	84	83	87	86	85	88	86	88
Palmira ICA	81	80	86	86	82	84	82	80	80	81	86	81	86
Apto a Bonilla	78	78	79	79	79	82	80	80	76	79	81	80	82
Ing Manuelita	81	81	80	81	83	83	77	77	80	81	84	84	84
Cenicana	81	81	82	83	88	84	79	82	82	83	85	84	88
Base Aérea Mfs	77	78	78	84	84	81	77	77	76	77	79	86	86
<b>PROMEDIO: 86</b>	81	81	82	83	84	84	80	81	81	83	85	84	86
<b>MÍNIMOS</b>													
<b>ESTACIONES</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>MEDIO MULTIANUAL</b>
<b>NOMBRE</b>													
Ing Bengala	71	71	67	67	69	68	65	63	63	67	69	73	63
Universidad del Valle	65	64	66	67	69	68	63	60	60	67	68	64	60
Ing Cauca	71	49	48	51	53	74	70	63	70	71	74	72	48
Palmira ICA	58	56	56	63	66	54	48	48	48	56	67	63	48
Apto a Bonilla	67	65	65	66	70	66	64	65	65	69	68	68	64
Ing Manuelita	68	71	70	71	72	70	70	67	69	74	74	74	67
Cenicana	73	70	71	77	78	75	68	66	69	74	76	75	66
Base Aérea Mfs	61	64	64	70	70	70	64	59	62	66	68	71	59
<b>PROMEDIO: 62</b>	67	64	63	67	68	68	64	61	63	68	71	70	59

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

En la Figura 3.2.8-10 se observa que las estaciones de análisis presentaron una humedad relativa total promedio de 75,8%. Aquellas zonas en donde se registraron valores totales promedio menores y mayores en el área de estudio son las estaciones de Palmira ICA e Ing Bengala con valores de 48% y 91% respectivamente.

El comportamiento de la humedad relativa promedio en su serie histórica presenta los niveles más bajos en el mes de agosto con un valor de 61%. Por otra parte, se presentan los registros más altos en el mes de noviembre con valores promedio de 71%. La variación de la humedad relativa a lo largo de los meses de la serie histórica no presenta una variabilidad del superior del 10%.

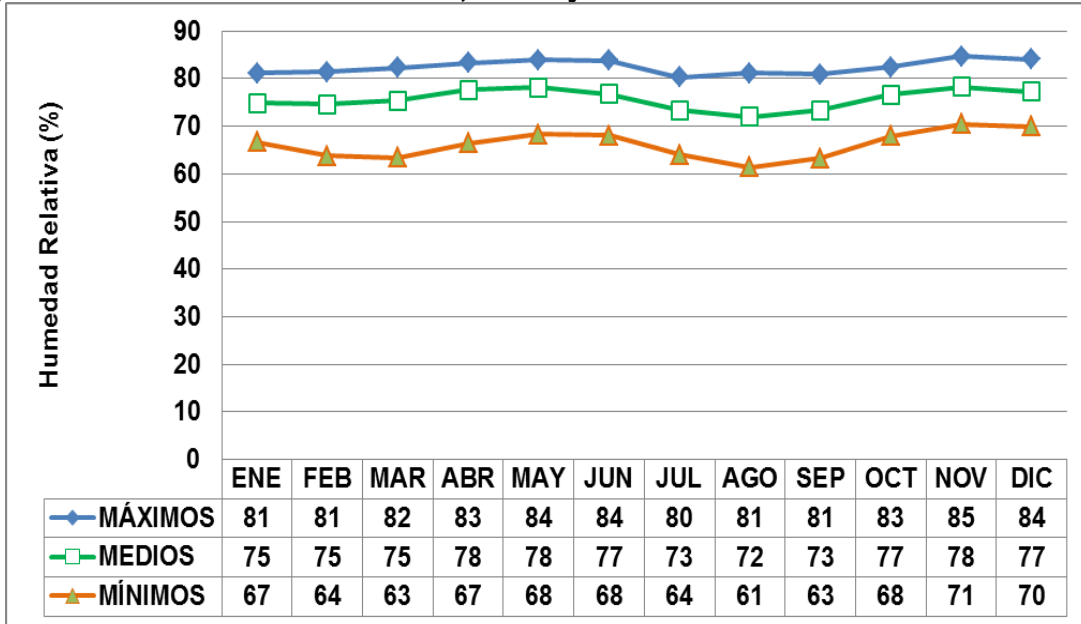
Figura 3.2.8-10 Distribución Media Mensual Multianual de la Humedad Relativa.



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

A partir de la información suministrada por las estaciones próximas al área de estudios, se puede observar en la Figura 3.2.8-11 el promedio multianual más bajo (61%).

**Figura 3.2.8-11 Distribución Máxima, Media y Mínima de la Humedad Relativa**

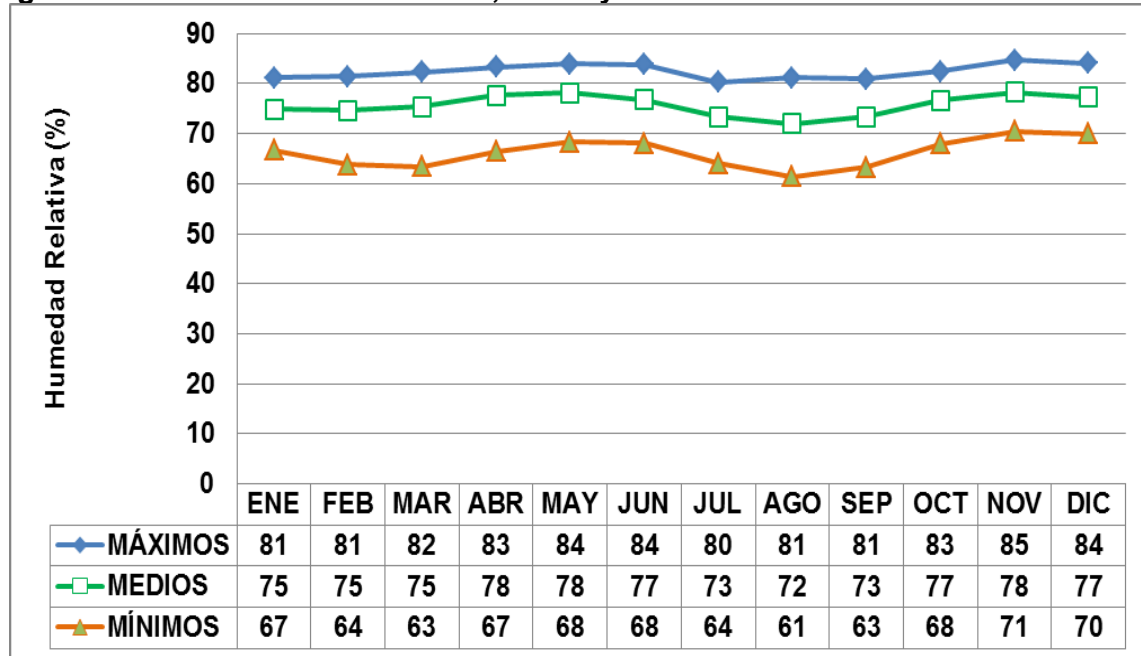


Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

Se registran valores medios mensuales multianuales que varían entre 72% y 78%, presentando la estación Base Aérea Mfs los datos más bajos de humedad relativa (entre 72%), lo cual se relacionan con las altas temperaturas y bajas precipitaciones que registra esta estación a lo largo del año.

De igual forma, el rango de valores máximos de humedad relativa registradas en el área oscila de 80% a 85%, presentando la estación de Ing Bengala el promedio multianual más alto (91%); en contraste, el rango de los valores mínimos oscila de 61% a 71%, siendo la estación de Ing Cauca y Palmira ICA las que poseen el promedio multianual más bajo (61%).

Figura 3.2.8-12 Distribución Máxima, Media y Mínima de la Humedad Relativa



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

### Viento

Es el movimiento del aire causado por el calentamiento diferencial de la superficie terrestre y la atmosfera, que presenta variaciones significativas en el tiempo y en el espacio (Henry & Ayala, 2010), Es importante mencionar que en Colombia, específicamente en los valles interandinos y en las zonas montañosas a pesar de percibirse una ligera influencia de los Alisios, las condiciones fisiográficas determinan en gran parte la dirección del viento (IDEAM, 2005).

Para la caracterización del comportamiento del viento en el área de influencia indirecta del Proyecto, se utilizaron las siguientes fuentes de información:

- Información disponible sobre velocidad y dirección del viento en las estaciones climatológicas del IDEAM.

Se presentan a continuación las rosas de vientos, las cuales consisten en una serie de líneas que parten del centro de un círculo y apuntan en la dirección que el viento sopla. La longitud de cada línea representa la frecuencia del viento en aquella dirección particular<sup>3</sup>.

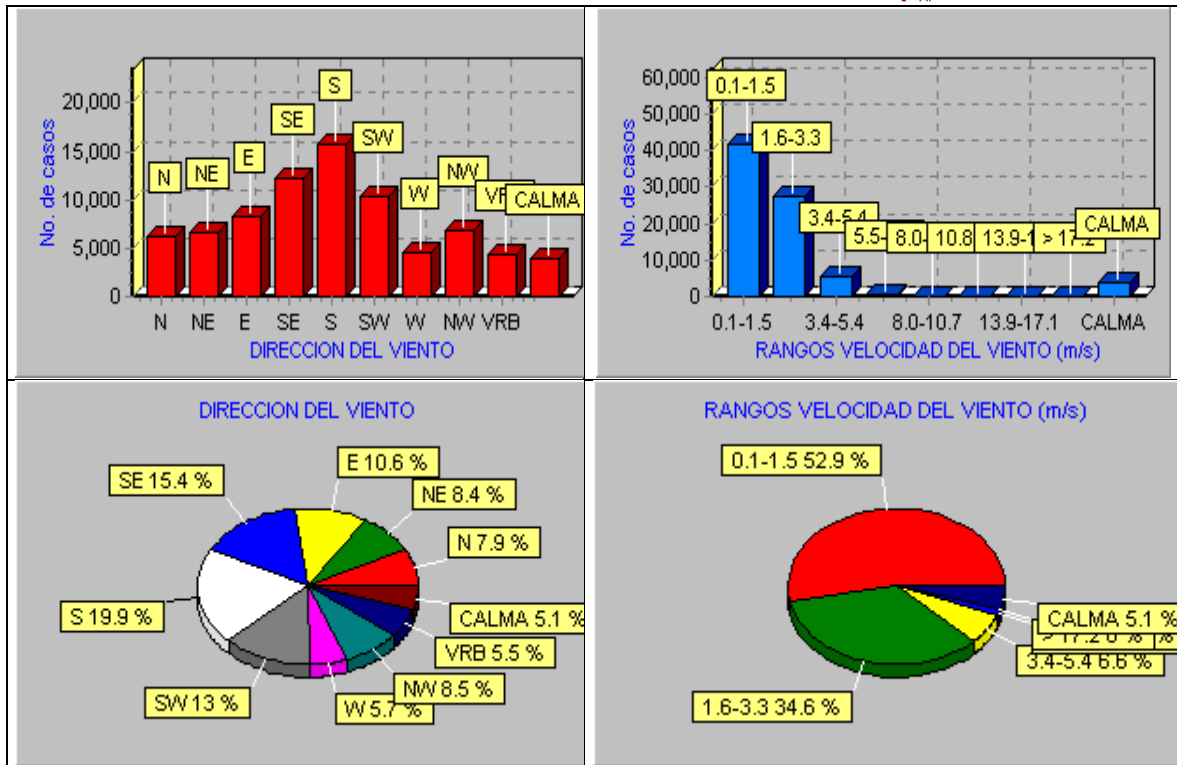
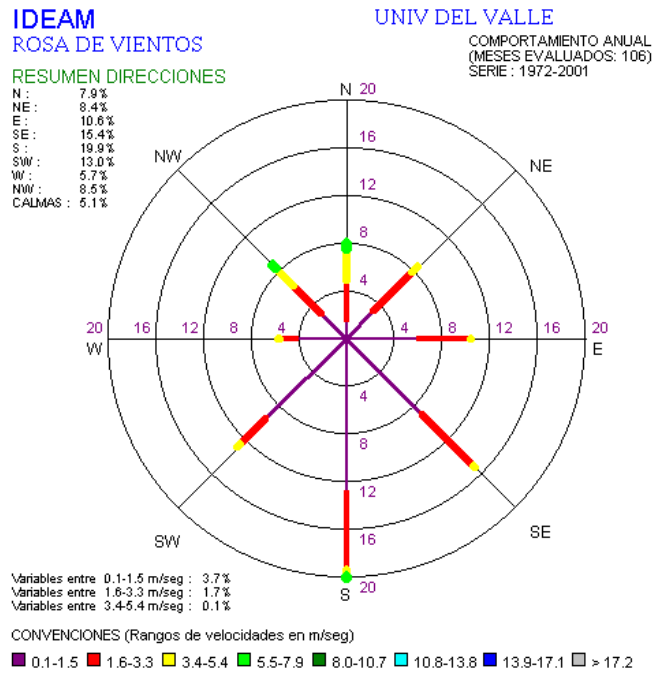
- **Estación Universidad del Valle**

La Figura 3.2.8-13 muestra la rosa de vientos para los datos registrados en la serie 1972 – 2001 con un total de 106 meses evaluados, generada por el IDEAM. En este esquema se observa que la dirección predominante del viento es Sur con un 19.9% de los casos,

<sup>3</sup>PARKER, A. Contaminación del aire por la industria. 1983. Barcelona: Editorial Reverté.

seguido de la dirección Sureste con 15.4% de los casos, en tercer lugar, de predominancia le sigue la dirección Suroeste con 13%. Igualmente, se observa que el rango de velocidad predominante es de 0.1 – 1.5 m/s correspondiente a un 52,9%.

Figura 3.2.8-13 Rosa de Vientos Estación Universidad Valle.

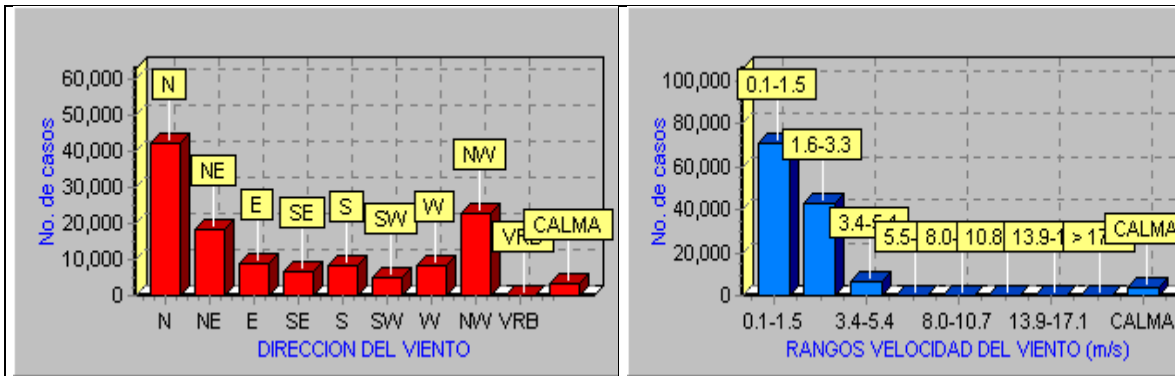
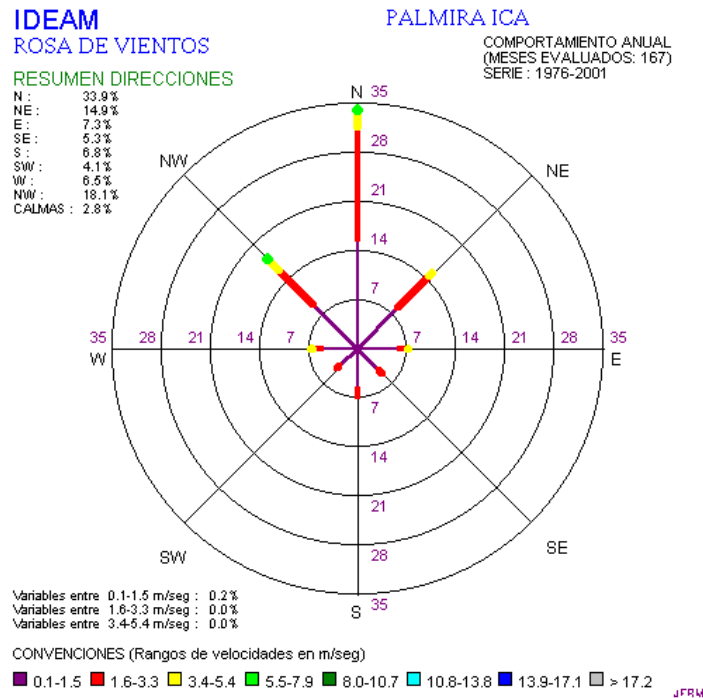


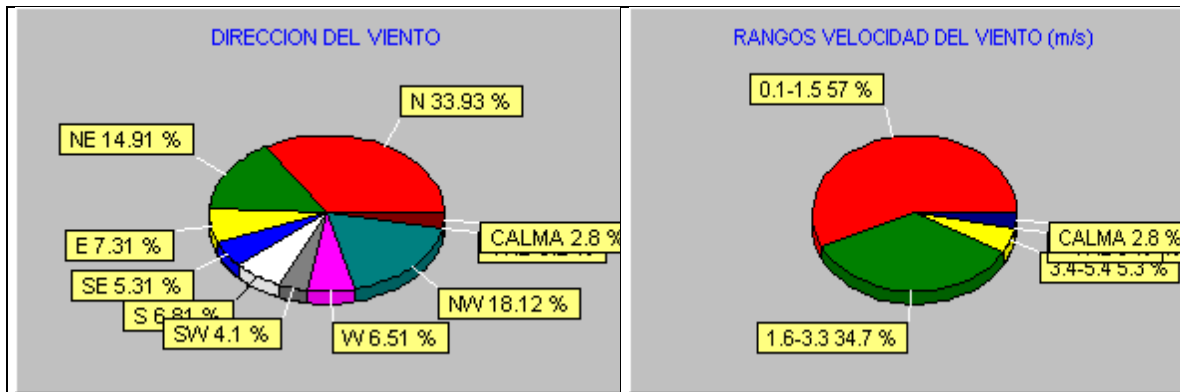
Fuente: Ideam, 2017

• Estación Palmira ICA

En la Figura 3.2.8-14 muestra la rosa de vientos para los datos registrados en la serie 1976 – 2001 con un total de 167 meses evaluados, generada por el IDEAM. En este esquema se observa que la dirección predominante del viento es Norte, con un 33,93% de los casos, seguido por la dirección Noroeste con un 18,1%, en tercer lugar, de predominancia le sigue la dirección Noreste con un 14,91% de los casos y la dirección Este con un 7,3% de los casos. Adicionalmente se puede observar en las gráficas que el rango de velocidad predominante es de 0.1 – 1.5 m/s correspondiente a un 57%.

Figura 3.2.8-14 Rosa de Vientos Estación Palmira ICA





Fuente: Ideam, 2017

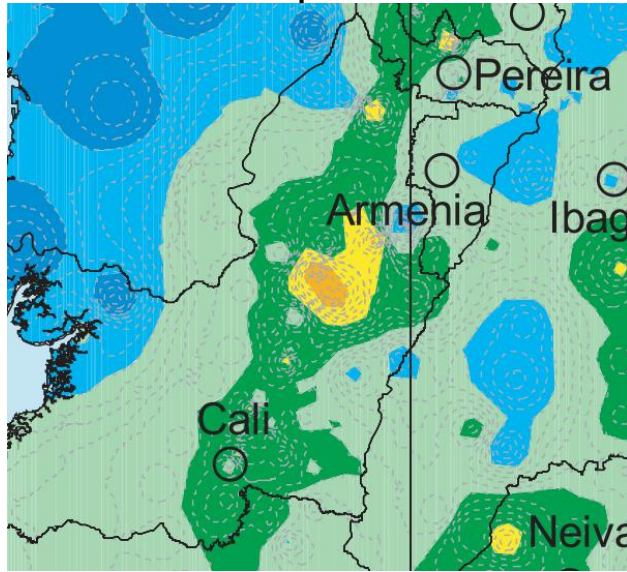
### Radiación y Brillo Solar

La radiación solar es la energía emitida por el sol, que se propaga en todas las direcciones a través del espacio mediante ondas electromagnéticas. Esa energía es el motor que determina la dinámica de los procesos atmosféricos y el clima. Los niveles de radiación en la superficie dependen de varios factores como son: la posición del sol, la altitud, la latitud, el cubrimiento de las nubes, la cantidad de ozono en la atmósfera y la reflexión terrestre (IDEAM, UPME, 2005).

Teniendo en cuenta que en la mayor parte de las estaciones analizadas el IDEAM no mide radiación solar, se realizó la descripción de este parámetro a partir de la información contenida en el Atlas de Radiación Solar de Colombia, publicado por el IDEAM y la UPME en 2005.

Para el departamento del Valle del Cauca, específicamente para Yumbo, Palmira, Candelaria y Cali, donde se localiza el área del proyecto, en la Figura 3.2.8-15, muestra los valores de radiación solar promedio multianual mensual y allí se observa que el registro (4.5 y 5.0 kWh/m<sup>2</sup>). Los niveles de radiación varían durante el día y a lo largo del año. Se presenta los mayores niveles cuando el Sol se encuentra en su máxima elevación, esto es entre las 10 y las 2 p.m. (cerca del 60% de la radiación es recibida a estas horas), mientras que cuando el ángulo del Sol está más cercano al horizonte llega menos radiación a la superficie de la tierra debido a que atraviesa una distancia más larga de la atmosfera.

Figura 3.2.8-15 Radiación solar mensual para el área de influencia del proyecto.



Mapa de radiación solar global Promedio multianual mensual (kWh/m <sup>2</sup> )	2,5 - 3,0	4,0 - 4,5	5,5 - 6,0
	3,0 - 3,5	4,5 - 5,0	6,0 - 6,5
	3,5 - 4,0	5,0 - 5,5	6,5 - 7,0

Fuente: (IDEAM, UPME, 2005)

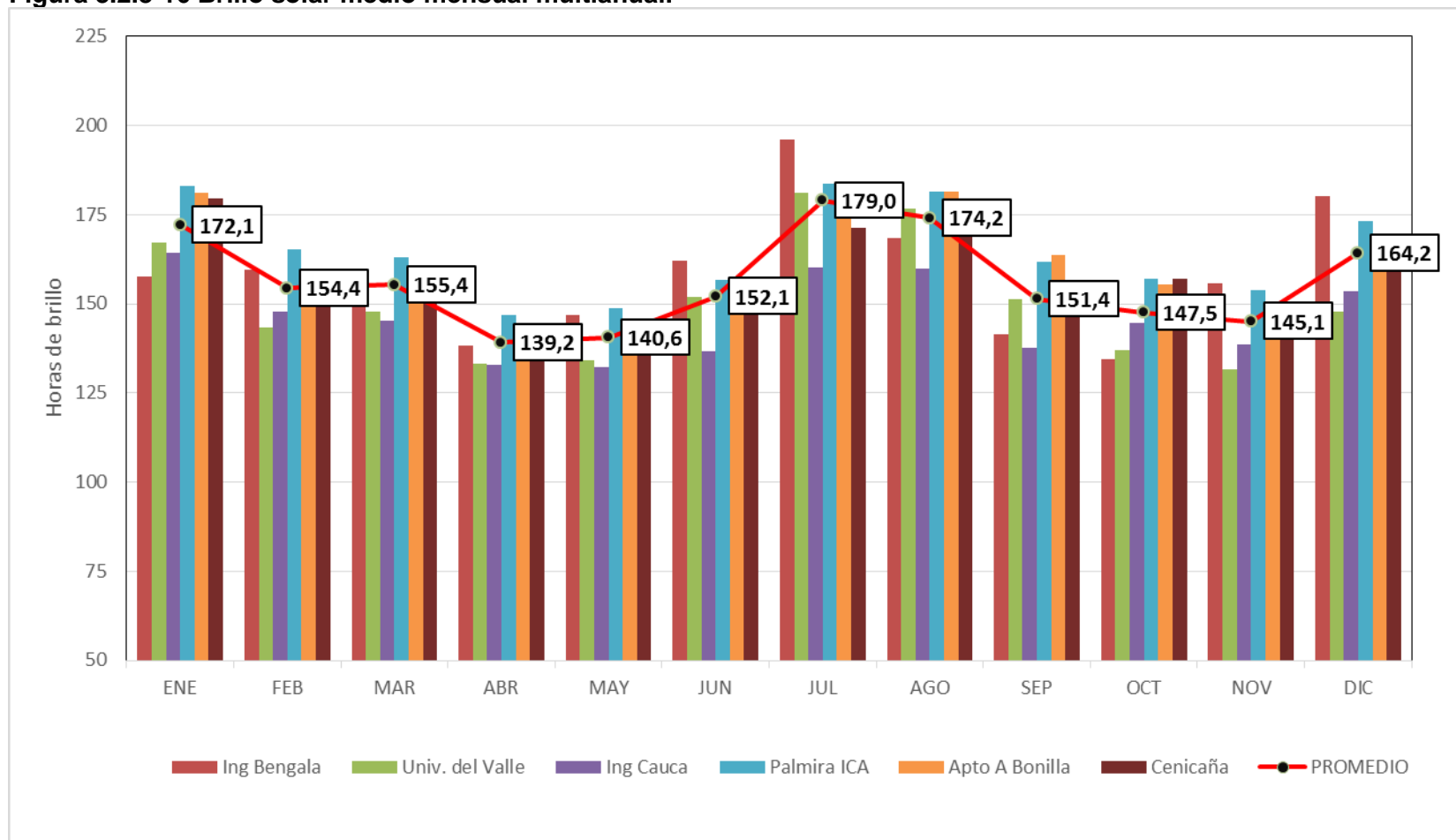
En adición a lo anterior, el brillo solar corresponde al número de horas que en promedio durante un día de cada mes o año se puede observar el sol en el cielo (IDEAM, UPME, 2005). Este parámetro disponible en horas para las estaciones meteorológicas, junto con la radiación solar, es una medida útil para determinar la energía solar disponible en un área específica, y se encuentra inversamente relacionado con la nubosidad y precipitación.

En las estaciones cercanas al área de influencia indirecta del Proyecto se registran los datos en la Figura 3.2.8-16, los valores medios multianuales de brillo solar oscilan entre 131,5 horas y 196 horas, presentándose los picos más altos en enero y julio (182,9 y 196 horas respectivamente). De otro lado, los valores más bajos se presentan entre mayo y noviembre (132,3 y 131,5 horas respectivamente). Es evidente la relación inversamente proporcional que mantiene el brillo solar y la nubosidad, ya que a valores bajos de brillo solar le corresponden valores altos de nubosidad (ver *Nubosidad*).

Las estaciones con los valores de brillo solar más bajos son Ing Cauca y Universidad del Valle con valores totales de (1753,9 y 1898,1 horas respectivamente) y la estación que más horas de brillo solar registro fue Palmira ICA con 1975,1 horas. Finalmente, como se observa en la Figura 3.2.8-17 el valor promedio anual de brillo solar fue 1875,3 horas.

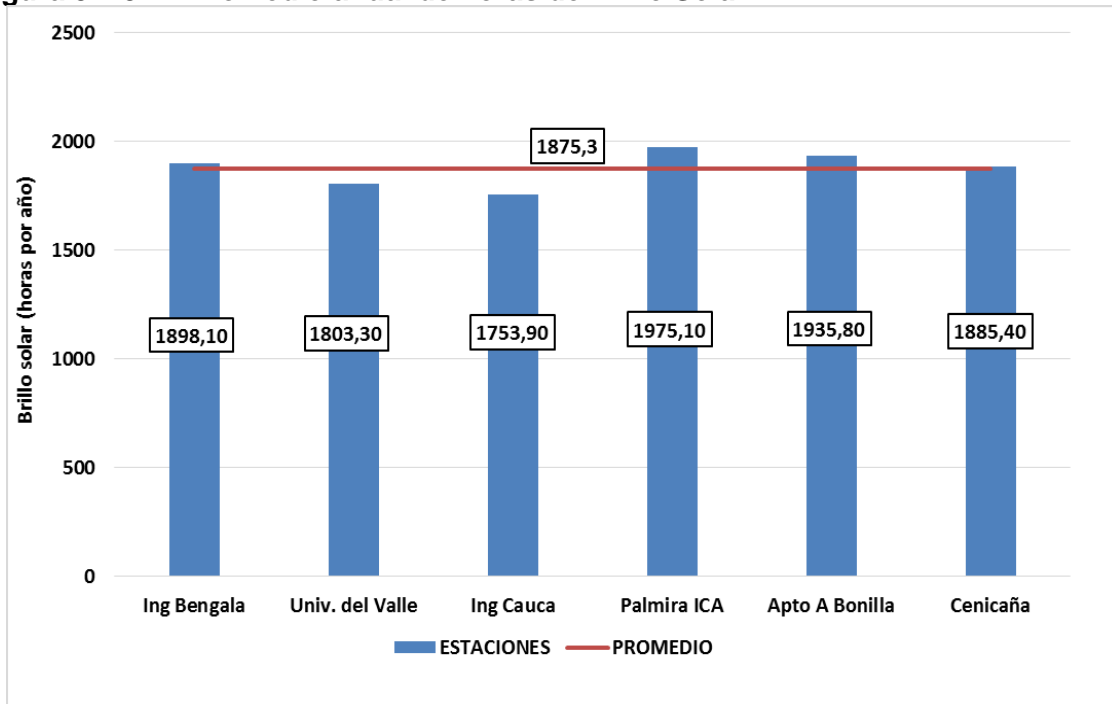


Figura 3.2.8-16 Brillo solar medio mensual multianual.



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

Figura 3.2.8-17 Promedio anual de horas de Brillo Solar.



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

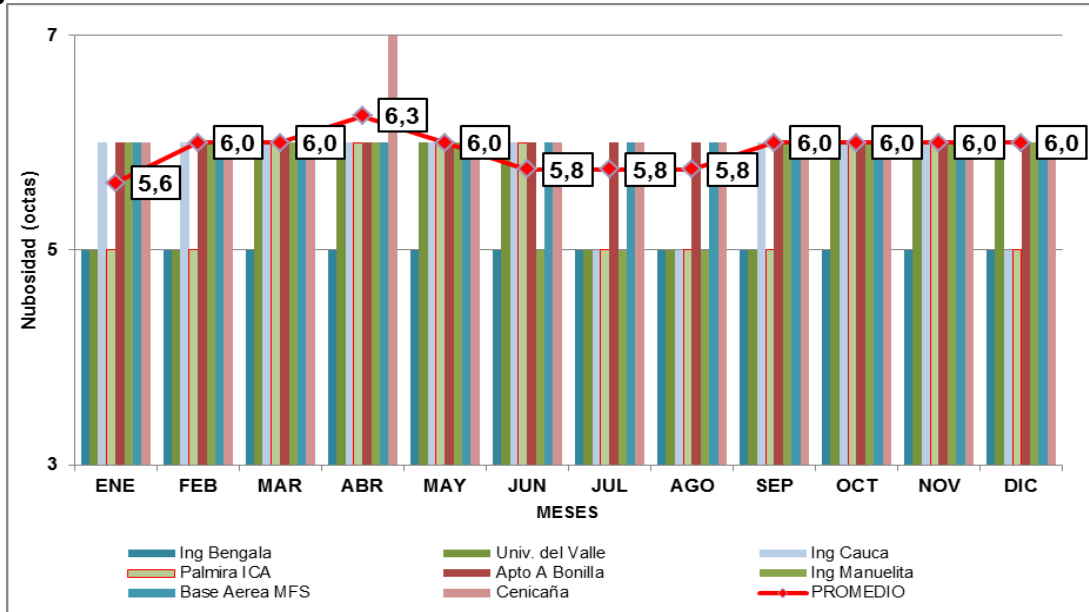
### Nubosidad

Las nubes desempeñan una función muy importante, ya que modifican la distribución de calor solar sobre la superficie terrestre y en la atmósfera (SIAC, 2015), a través de la reflexión de la radiación solar incidente, y la radiación emitida por la superficie de la tierra. Al igual que la radiación solar, este parámetro también determina la energía disponible, y por ende la evaporación y el balance hídrico de un área específica.

La nubosidad es medida en octas, donde una octa representa un octavo de la bóveda celeste cubierto de nubes. Los valores medios mensuales multianuales para las estaciones analizadas cercanas a la zona de estudio se muestran en la Figura 3.2.8-18.

De manera general, se registra un promedio anual de 5 y 6 octas respectivamente. De igual forma, es posible afirmar que el período del año con menor nubosidad está comprendido entre los meses de enero, junio, julio y agosto (coincidiendo con el periodo seco, de bajas precipitaciones y altas temperaturas). Adicionalmente se presentan un comportamiento bastante homogéneo de la nubosidad a lo largo del año (Figura 3.2.8-18).

Figura 3.2.8-18 Nubosidad media mensual multianual.



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

### Estabilidad Atmosférica

La estabilidad atmosférica es una característica de la atmósfera que se mide comúnmente en contaminación del aire para determinar la capacidad de dispersión de contaminantes en la atmósfera. Cuando la atmósfera se resiste al movimiento vertical de la masa de aire, se denomina “estable”, y cuando promueve el movimiento vertical se le llama “inestable” o con un estado de inestabilidad. Por ejemplo, en una atmósfera estable, la parcela de aire ascendente tiene temperaturas menores que las del aire circundante, produciendo la aceleración descendente de la misma, y por ende el atrapamiento de contaminantes cerca de la superficie terrestre.

Pasquill (1961), proporcionó una aproximación a las categorías de estabilidad atmosférica, a partir de parámetros meteorológicos de rutina (velocidad del viento, insolación y nubosidad), como se muestra en la Tabla 3.2.8-5 y Tabla 3.2.8-6.

Tabla 3.2.8-5 Categorías de Estabilidad Atmosférica de Pasquill

Viento a 10m (m/s)	Día			Noche	
	Irradiación solar			Nubosidad	
	Fuerte > a 50 cal/cm <sup>2</sup> h	Moderada 25 - 50 cal/cm <sup>2</sup> h	Débil < a 25 cal/cm <sup>2</sup> h	N>=4/8	N<=3/8
<2	A	A-B	B	F	F
2,1-3	A-B	B	C	E	F
3,1-5	B	B-C	C	D	E
5,1-6	C	D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

Fuente: (Vallero, 2014)

**Tabla 3.2.8-6 Estabilidad atmosférica según categorías de Pasquill**

Categoría	Estabilidad
A	Fuertemente Inestable
B	Inestable
C	Ligeramente Inestable
D	Ligeramente Estable
E	Estable
F	Fuertemente Estable

Fuente: (Vallero, 2014)

De acuerdo con lo anterior, para las estaciones con registros de velocidad del viento y nubosidad, donde se conoce que la radiación promedio, como se presenta en la Tabla 3.2.8-7, de acuerdo con la metodología citada se establece la categoría de estabilidad atmosférica para cada estación. Para el día se clasifica en categoría B para todas las estaciones analizadas, que corresponde a inestable, y para la noche, el área de estudio se clasifica en categoría F, fuertemente estable.

**Tabla 3.2.8-7 Condiciones de estabilidad atmosférica.**

Estación	Irradiación solar (kWh/m <sup>2</sup> )	Irradiación solar (cal/cm <sup>2</sup> h)	Velocidad del Viento (m/s)	Nubosidad (octas)	Estabilidad Atmosférica	
					Día	Noche
Palmira ICA	4,75	17	1,5	6	B	F
Universidad Valle	4,75	17	1,5	6	B	F

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018, modificado de IDEAM 2018.

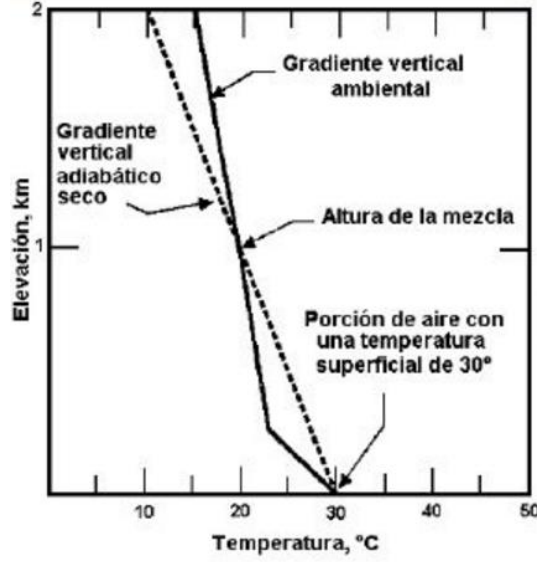
Es importante mencionar que la estabilidad atmosférica no se considera como un parámetro de gran relevancia para el proyecto, ya que este no contempla dentro de sus actividades emisiones significativas de contaminantes a la atmósfera.

### Altura de mezcla

La altura de mezcla se conoce como “el punto en el que la porción de aire que se enfría en el gradiente vertical adiabático seco intersecta la “línea” perfil de la temperatura ambiental.4 El gradiente vertical adiabático seco representa la variación de temperatura que experimentan las masas de aire en movimiento vertical, sin pérdida o ganancia de calor para un determinado volumen. Se denomina gradiente adiabático seco cuando no hay condensación en la masa de aire, y es una constante (-1°C/100 m).

4UNAD, Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Lección 19. Estabilidad atmosférica y altura de mezcla. [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358007/Contenido\\_en\\_linea\\_Caraterizacion/leccin\\_19\\_estabilidad\\_atmosfera\\_y\\_altura\\_de\\_mezcla.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358007/Contenido_en_linea_Caraterizacion/leccin_19_estabilidad_atmosfera_y_altura_de_mezcla.html)

Figura 3.2.8-19 Altura de mezcla



Fuente: (UNAD, Universidad Nacional Abierta y a Distancia)

Por lo tanto, la altura de mezcla es el nivel máximo al que la porción de aire puede ascender en el gradiente adiabático seco. Cuando no se produce ninguna intersección, es decir cuando el gradiente vertical ambiental es mucho mayor que el gradiente vertical adiabático, la altura de mezcla se puede extender a mayores alturas en la atmósfera.

Este parámetro es de importancia en meteorología y calidad del aire ya que mientras más profunda sea la capa de mezclado (aire que se encuentra por debajo de la altura de mezcla), “mayor será el volumen de aire disponible para la dispersión de los contaminantes (CEPIS, 2005)”<sup>5</sup>.

La determinación de la altura de mezcla para una ubicación geográfica específica se realiza en la práctica mediante la medición del perfil de temperatura de la atmósfera para varios kilómetros sobre la superficie terrestre, a través una radiosonda que registra valores de temperatura a diferentes alturas utilizando un globo que es enviado a la atmósfera. Sin embargo, para efectos del presente estudio, donde el Proyecto no generará un impacto significativo en emisiones atmosféricas, se utiliza la aproximación de Spadaro (1991), donde se identifica la altura de mezcla de acuerdo con la estabilidad atmosférica, según se muestra en la Tabla 3.2.8-8.

Tabla 3.2.8-8 Criterios para determinar la altura de mezcla a partir de la velocidad del viento y la insolación

Día/Noche	Velocidad del viento, m/s	Clase de Pasquill	Altura de la mezcla (m)
Día de alta insolación*	0-2	A (muy inestable)	1 600
	2-3	B (inestable)	1 200
	3-5	C (ligeramente inestable)	800
	> 5	D (neutral)	560
	0-2	B	200

<sup>5</sup>Ibid.

Día/Noche	Velocidad del viento, m/s	Clase de Pasquill	Altura de la mezcla (m)
Día de baja insolación	2-3	C	800
	3-5	D	560
	> 5	D	560
Noche	0-2	F (estable)	200
	2-3	F	200
	3-5	E (ligera estabilidad)	320
	> 5	D (neutral)	560
	Nublado	D	560

Fuente: Spadaro 1991. Estimación de la altura de la capa de mezcla en Casablanca a partir de parametrizaciones en superficie. <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Ecosolar/Ecosolar17/HTML/articulo04.htm>

De acuerdo con la tabla anterior, y considerando que la velocidad del viento promedio se encuentra entre los 0-2 m/s al año de acuerdo con el Atlas de Viento y Energía Eólica de Colombia (2006), en un día de alta insolación se estima una altura de mezcla de 1200 m, y en un día de baja insolación de 200 m, y en la noche de 200 m. Para un día nublado en una atmósfera ligeramente estable, la altura de mezcla se estima en 560 m.

## Evaporación

La evaporación es la emisión de vapor de agua desde una superficie húmeda a temperatura inferior al punto de ebullición. La transferencia del agua desde la superficie terrestre a la atmósfera se efectúa por tres procesos diferentes: por evaporación del agua líquida, por sublimación del hielo y por transpiración de las plantas. La evaporación se produce a partir de superficies de agua o de superficies sólidas húmedas, como ocurre con el suelo. La sublimación es la transformación directa en vapor de agua del hielo o de la nieve<sup>6</sup>.

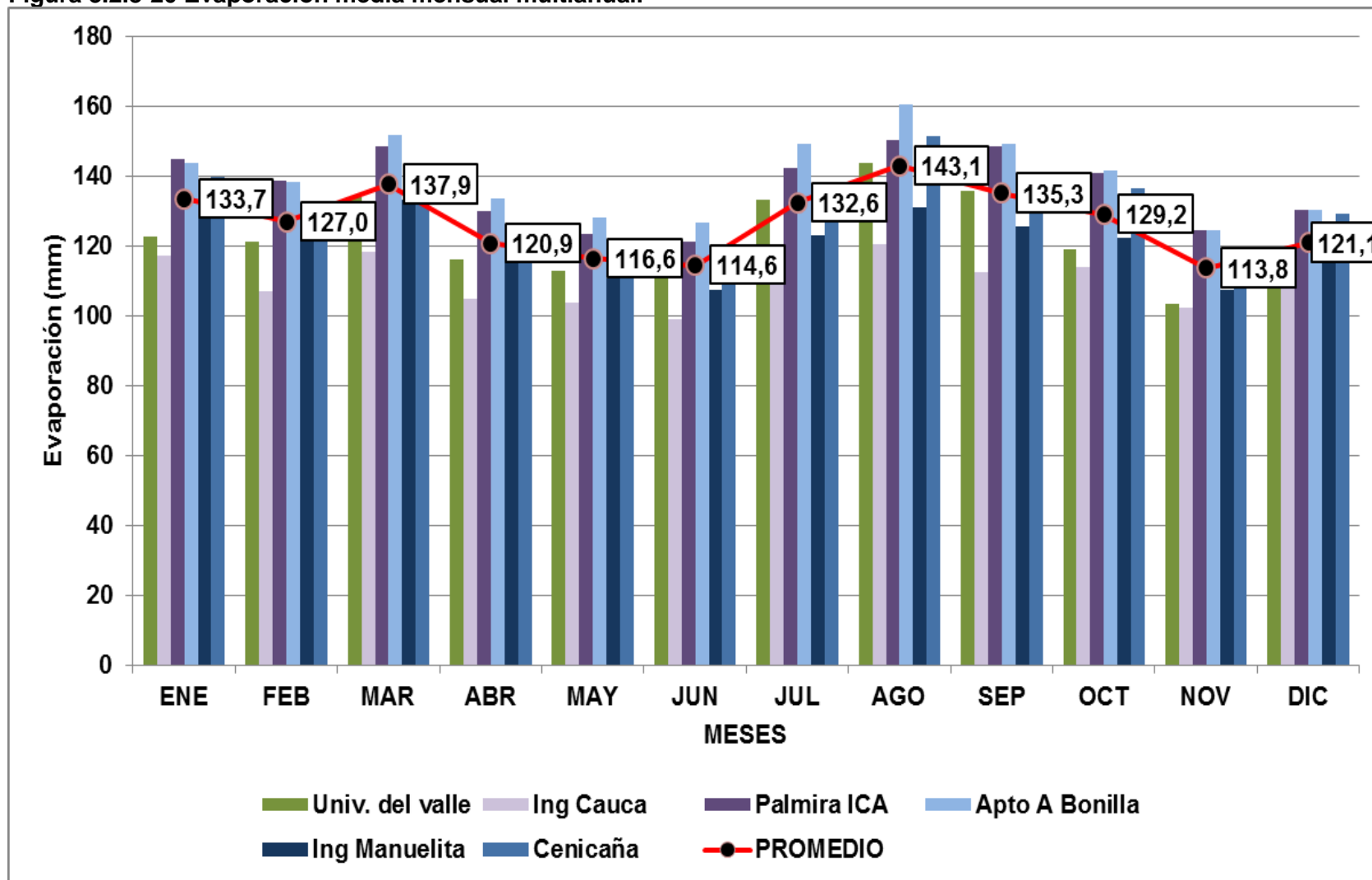
En la Figura 3.2.8-20 se presenta el comportamiento de la distribución media mensual multianual de la evaporación para las estaciones presentes en el área del estudio, los cuales se obtuvieron como el promedio aritmético de los valores mensuales multianuales.

A partir de la información suministrada por las estaciones próximas al área de estudio, se puede observar en la Figura 3.2.8-20 que la evaporación presenta los mayores niveles en el primer trimestre del año con un valor promedio de 125,7 mm.

Por otra parte, la estación de Ing Cauca reporta los valores más bajos de evaporación con un valor promedio total de 110,1mm y el valor promedio total más alto lo registra la estación Apto a Bonilla con 140 mm. Esto se correlaciona con los valores de temperatura, radiación solar y los niveles de humedad relativa, que reflejan la capacidad del aire para recibir agua en forma de vapor

<sup>6</sup> INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. Atlas Climatológico de Colombia. Parte II Distribución Espacio – Temporal de las Variables del Clima. p. 56.

Figura 3.2.8-20 Evaporación media mensual multianual.



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

En general se observa que los valores medios de la distribución de evaporación presentan aumentos en los periodos de julio y agosto (132,6 y 143,1 mm respectivamente). En los periodos de noviembre y diciembre se observan bajos niveles de evaporación (113,8 y 121,1 mm respectivamente), de esta manera se infiere que el comportamiento de la evaporación es inverso a la precipitación y a la humedad relativa. Con respecto al brillo solar y a la baja presencia de nubes en los periodos secos del año existe una tendencia equivalente.

- **Zonificación Climática**

Una vez categorizados los dos elementos meteorológicos principales, se hizo una intersección espacial entre las dos capas, cuyos polígonos relacionan un rango de precipitación con un rango termal resultando el Mapa de Zonificación Climática para el área de influencia indirecta del proyecto (ver **Figura 3.2.8-21**) De esta forma se llegó a una descripción de la diversidad climática que, en función de estas variables predominan los siguientes climas (ver Tabla 3.2.8-9):

- Cálido Seco
- Cálido Muy Seco
- Templado Seco

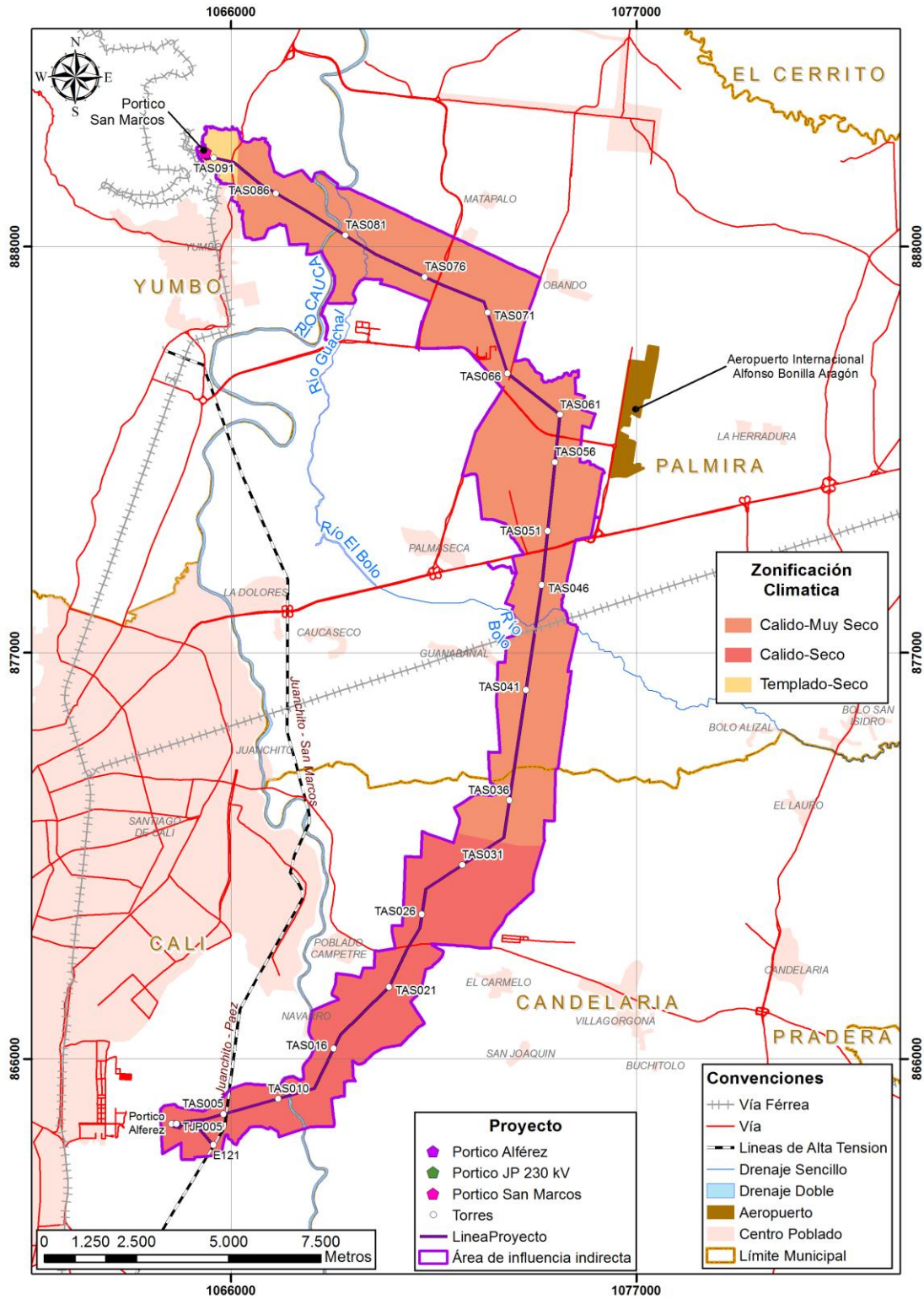
**Tabla 3.2.8-9 Zonificación Climática.**

Denominación Precipitación	Denominación Termal	Rango de temperatura	Zonificación Climática	Área (Ha)	%
Seco (De 1.001 a 2.000 mm/año)	Cálido	>24° C	Cálido Seco	2297,05	31,92
Muy Seco (De 501 a 1.000 mm/año)	Cálido	>24° C	Cálido Muy Seco	4764,19	66,21
Seco (De 1.001 a 2.000 mm/año)	Templado	Entre 18° C y 24° C	Templado Seco	133,94	1,86
<b>Total</b>				7195,19	100

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.



**Figura 3.2.8-21 Zonificación climática en el área de influencia del proyecto.**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

### 3.2.8.2 Calidad del Aire

La calidad del aire se considera un factor de gran importancia para la calidad de vida de la población tanto de áreas urbanas como rurales, debido a la estrecha relación que mantiene con la salud humana. De igual forma, puede ocasionar afectaciones sobre la vida vegetal y animal, así como deteriorar algunos materiales y estructuras de importancia para diferentes actividades económicas.

Las condiciones naturales del aire pueden verse alteradas por muchas actividades como las industriales, comerciales, de servicio, el uso de equipos y maquinaria, los medios de transporte, y en general algunas actividades cotidianas que generan constantemente emisiones de gases (como óxido de nitrógeno, óxido de carbono, hidrocarburos, óxido de azufre, entre otros) y material particulado.

A continuación, se presenta la descripción de las fuentes de emisiones atmosféricas existentes en la zona, identificadas durante el trabajo de campo en el mes de diciembre de 2017, cabe resaltar que el inventario se hizo de forma visual, sin georreferenciar los sitios, debido a los accesos negados por cada uno de los propietarios y personas de la comunidad por lo tanto a continuación las fotos que se presentaron la mayoría son tomadas de Google Earth.

- **Inventario de fuentes de emisiones atmosféricas en el Área de Influencia del Proyecto**

En el AII y AID del Proyecto, se identificaron diferentes fuentes de emisión de partículas y gases a la atmósfera, las cuales se definieron de acuerdo con la clasificación y definiciones establecidas en la normatividad vigente (ver Tabla 3.2.8-10)

**Tabla 3.2.8-10 Descripción de las Principales Fuentes de Emisión de Partículas y Gases en el Área de Influencia Indirecta del Proyecto**

Tipo de Fuentes	Tipo de Emisor	Sector	Principales Contaminantes
<b>Fuentes Fijas Dispersas</b>	Agropecuario	Cultivos	Agroquímicos (plaguicidas, insecticidas).
		Residuos sólidos	Gases y Material particulado, por las quemas a cielo abierto de residuos en áreas rurales.
	Industrial	Subestaciones, Producción de Alimentos	La combustión de gas genera emisiones de material particulado, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno.
	Pecuario	Avícola	Los procesos avícolas son una fuente importante de gases como el metano el cual es un precursor de gases efecto invernadero
<b>Fuentes Móviles</b>	Antrópico / Industrial	Uso de vehículos pesados y livianos	Gases generados por la quema de combustibles fósiles (gasolina y/o diésel), por la utilización de automóviles y vehículos de carga.
<b>Fuentes Lineales</b>	Antrópico / Industrial	Vías Industrial/Vías Privadas de Caña	Material particulado, por el levantamiento de suelo en vías destapadas al circular los vehículos por éstas.
			Gases generados por la combustión de diferentes tipos de vehículos.

Tipo de Fuentes	Tipo de Emisor	Sector	Principales Contaminantes
<b>Fuentes de Área</b>	Industrial	Explotación de Materiales de Construcción	Gases y Material particulado producto de la movilización de materiales, equipos y personal a través de vehículos como volquetas, cargatodo, camionetas, buses, tractocamiones.
	Agroindustrial	Cultivos/ Quema de Caña	Gases y Material particulado, por las quemas a cielo abierto de los cultivos en la zona.
	Comercial	Aeropuerto Alfonso	Gases y Material particulado producto de la movilización de los aviones, vehículos empleados para la operación del aeropuerto

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

### Fuentes fijas

Las fuentes fijas se pueden clasificar, de acuerdo con la envergadura y distribución espacial de las emisiones, en fuentes fijas puntuales y fuentes fijas difusas o dispersas. Las fuentes fijas puntuales se definen como aquellas que emiten contaminantes al aire por ductos o chimeneas y las fuentes fijas difusas son aquellas en que los focos de emisión de una fuente fija se dispersan en un área, por razón del desplazamiento de la acción causante de la emisión, como por ejemplo, en el caso de las quemas abiertas controladas en zonas rurales (MAVDT, 2008).

Las actividades industriales principales identificadas en el área de influencia del proyecto se asocian a la industria de procesamiento de alimentos concentrados, industria avícola, cementera e industria de caña, éstas son fuente importante de emisiones atmosféricas.

Las emisiones de estas fuentes puntuales se pueden llegar a generar durante los distintos procesos de producción y se caracterizan por estar canalizadas a través de conductos y chimeneas. Los principales compuestos contaminantes generados son:

- Partículas sólidas.
- Óxidos de nitrógeno.
- Dióxido de azufre.

Adicionalmente estas industrias generan emisiones de material particulado, debido al beneficio de material minero, así como de gases por el uso de vehículos, maquinaria y equipos que funcionan con combustibles fósiles y/o sus derivados. (Ver desde la Fotografía 3.2.8-1 hasta la Fotografía 3.2.8-5).

**Fotografía 3.2.8-1 Producción de Alimentos Concentrados.**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

**Fotografía 3.2.8-2 Industria Avícola**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

**Fotografía 3.2.8-3 Industria Cementera.**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

**Fotografía 3.2.8-4 Industria Agrícola.**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

**Fotografía 3.2.8-5 Subestación Alférez.**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

## Fuentes Móviles

Son todas aquellas fuentes de emisión que por razón, uso o propósito, es susceptible a desplazarse, como automotores o vehículos de transporte a motor de cualquier naturaleza. Dentro del área de influencia del Proyecto de acuerdo con las observaciones realizadas, se evidencia la presencia de automotores de gran tamaño para el transporte de materiales, buses, automóviles, camionetas y motos que son usados para el desarrollo de las actividades económicas de la zona y la movilización de la población de las fincas a los centros poblados presentes en el área, los cuales al transitar por las vías se convierten en una fuente de emisión de gases contaminantes dado el proceso de combustión que es realizado. (Ver desde la Fotografía 3.2.8-6 hasta la Fotografía 3.2.8-9).

**Fotografía 3.2.8-6 Tren de la Caña.**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

**Fotografía 3.2.8-7 Vehículos pesados.**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

**Fotografía 3.2.8-8 Mantenimientos Viales.**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

**Fotografía 3.2.8-9 Transporte de Materiales.**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

## Fuentes lineales

En esta clasificación se encuentran las vías, ya que en el área de influencia del proyecto se encuentran sectores sin pavimentar y cuando un vehículo viaja en este tipo de carreteras la fuerza de las llantas contra la superficie del camino causa pulverización del material en la superficie. Las partículas son levantadas y lanzadas de las ruedas y la superficie del camino es expuesta a fuertes corrientes de aire. La turbulencia levantada detrás del vehículo continúa en la superficie del camino después de que el vehículo ha pasado<sup>7</sup>.

Para el Área de Influencia del Estudio se identificaron vías de tipo Primario, Secundario y Terciario, sin embargo, la mayoría de los accesos del proyecto son terciarios, Son aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí, las cuales no son pavimentadas si no que están en afirmado, por lo tanto, el movimiento vehicular produce la generación de material particulado. (Ver Fotografía 3.2.8-10 y Fotografía 3.2.8-11).

### Fotografía 3.2.8-10 Vía Primaria



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

### Fotografía 3.2.8-11 Accesos Privados – Cañaduzales.



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

<sup>7</sup> EPA (Environmental Protection Agency). Unpaved roads.U.S. EPA Office of Air and Radiation. Research Triangle Park, NC, USA. 2006.

## Fuentes de área

Las fuentes de área representan aquellos puntos de contaminación que son demasiado numerosos y dispersos como para poder ser incluidos de manera eficiente en un inventario de fuentes puntuales debido al enorme esfuerzo que sería necesario para recopilar los datos y estimar las emisiones a nivel individual. Por otra parte, es una zona o región, urbana, suburbana o rural, que por albergar múltiples fuentes fijas de emisión, es considerada como un área especialmente generadora de sustancias contaminantes del aire. (MADS, 2010).

De acuerdo con lo evidenciado en el área de influencia del proyecto, las fuentes de área principalmente identificadas fueron la explotación de materiales, estas actividades tienen implícitas excavaciones, movimientos de tierra, implementación de depósitos para disposición del material extraído, entre otros aspectos que generan emisiones de material particulado en la zona intervenida e inclusive en áreas aledañas. (Ver Fotografía 3.2.8-12).

### Fotografía 3.2.8-12 Explotación de Materiales de Construcción.



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

Por otro lado, la quema permanente de los cultivos de caña que aumentan los altos niveles de contaminación atmosférica por las emisiones de compuestos orgánicos volátiles como el benceno, el tolueno y los xilenos, generándose la ceniza en suspensión que vuela desde los cañaverales y cae sobre las calles de la ciudad de Cali e incluso en la periferia rural donde la ceniza ennegrece las ropas colgadas a secar y el humo genera enfermedades respiratorias a las poblaciones aledañas. (Ver Fotografía 3.2.8-13).

### Fotografía 3.2.8-13 Quema de Cultivos de Caña.



Fuente: Tomado de <http://www.ecosocialismocolombia.org>

- **Inventario de fuentes de emisiones atmosféricas generadas Proyecto**

Una vez inicie el proyecto se presentarán algunas emisiones por la operación de maquinaria, equipos y herramientas que fueron definidas de acuerdo a lo establecido por la normatividad vigente, como se indica en la Tabla 3.2.8-11.

**Tabla 3.2.8-11 Descripción de las principales fuentes de emisiones de partículas y gases que generará el proyecto**

Tipo de fuentes	Actividad	Fuentes de emisión	Principales contaminantes
<b>Fuentes fijas dispersas</b>	Adecuación de instalaciones provisionales y almacenamiento de materiales	Vehículo. equipos y maquinaria	Gases generados por la quema de combustibles fósiles (gasolina o diésel)
	Identificación. adecuación y/o construcción de accesos		
	Adecuación del terreno (Remoción. descapote. explanación y excavación)		
	Construcción de fundaciones, edificaciones. obras de infraestructura	Maquinaria y equipos	
	Mantenimiento de estabilidad de obras civiles	Suelo y maquinaria	
	Desmonte y retiro de equipos	Suelo. vehículos y maquinaria	
Reconformación de áreas intervenidas			
<b>Fuentes móviles</b>	<b>Aspecto Ambiental:</b> Transporte de personas, materiales, químicos. maquinaria y equipos	Vehículos	Gases generados por la quema de combustibles fósiles (gasolina y/o diésel). Por la utilización de automóviles y vehículos de carga.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Se establece que el proyecto aportará cambios en la atmosfera durante la etapa de construcción, dado que operan simultáneamente gran cantidad de equipos y maquinaria, que por sus procesos de combustión en los motores, emiten gases a la atmosfera y en algunos casos se libera material particulado principalmente cuando se realiza movimientos de tierra o se transita por vías destapadas. Una vez termina esta etapa, se reducen las emisiones y solo se producirán en actividades como transporte de personal, mantenimientos de vías de acceso y franja de servidumbre, pero en bajas concentraciones.

- **Ubicación de asentamientos poblacionales y zonas críticas de contaminación**

En la **Figura 3.2.8-22** se presenta la localización de los asentamientos o centros poblados cercanos al área de influencia indirecta del proyecto (en una distancia menor a 5 Km), vale la pena resaltar el centro poblado del Corregimiento El Carmelo y San Joaquín - municipio de Candelaria (Valle del Cauca) y del Corregimiento de Guanabanal, Matapalo y Palmaseca - municipio de Palmira que hacen parte del Área de Influencia Indirecta, los cuales serían los posibles receptores de emisiones atmosféricas durante la ejecución de las actividades constructivas del Proyecto (asentamientos poblacionales más cercanos al área del proyecto), sin embargo no se constituye como una situación crítica de acuerdo a



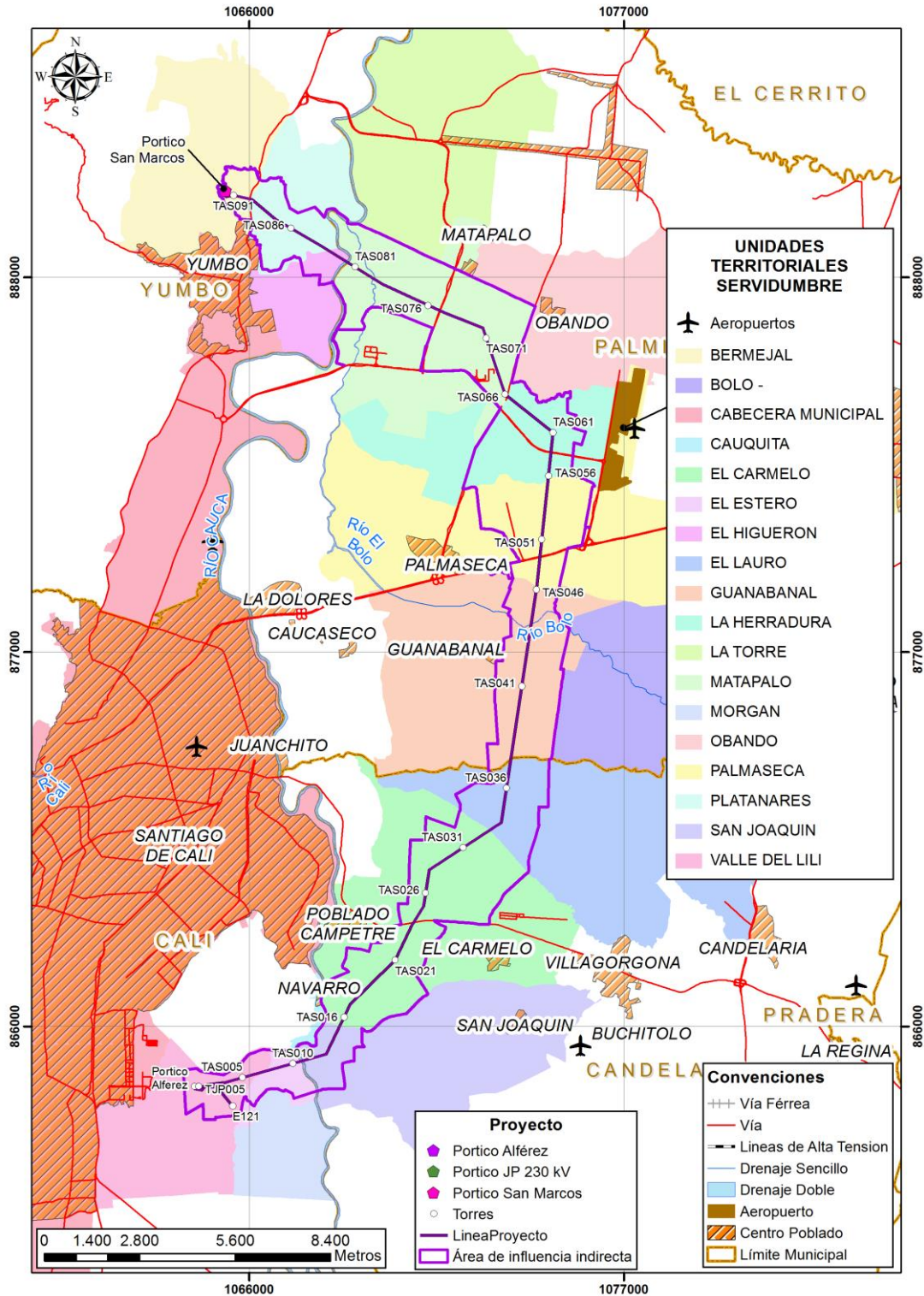
la distancia existente entre la servidumbre de la línea de transmisión y dichos centros poblados (todos a más de 1 Km de distancia), la duración de las actividades constructivas y las condiciones actuales de calidad del aire que se presentan en estas zonas producto del desarrollo de otras actividades económicas. Adicionalmente, según el Informe de la Calidad del Aire del segundo trimestre de 2017 realizado por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (C.V.C) en los municipios pertenecientes al área de influencia indirecta del proyecto, la calidad del aire es Buena y Moderada, cumpliendo así con la normatividad de la Calidad del Aire. En la Tabla 3.2.8-12 se lista los asentamientos poblacionales más cercanos al proyecto y su distancia aproximada.

**Tabla 3.2.8-12 Asentamientos Poblacionales Cercanos al AID.**

No.	Departamento	Municipio	Centro Poblado	Distancia al AID (Km)
1	Valle del Cauca	Candelaria	El Carmelo	1,9
2			El Triple	4,8
3			Poblado Campestre	1,1
4			San Joaquín	3,7
5			Villagorgona	4,3
6		Palmira	N. N	1,3
7			N. N	4,4
8			Caucaseco	4,9
9			Guanabanal	0,8
10			Juanchito	4,9
11			La Herradura	4,7
12			Matapalo	2,3
13			Obando	1,7
14			Palmaseca	2,0
15			Santiago de Cali	Navarro
16		Santiago de Cali		1,6
17		Yumbo	Yumbo	0,5

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018

**Figura 3.2.8-22 Localización de centros poblados en el área de influencia indirecta del proyecto.**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018

- **Monitoreo de calidad del aire**

La evaluación de la calidad del aire tiene como propósito fundamental hacer el seguimiento al estado de preservación del recurso, velando porque la posible carga de contaminantes gaseosos, vapores y/o material particulado no sobrepase los límites permisibles establecidos en la normatividad ambiental. A continuación, se presenta la caracterización de calidad de aire en el área de influencia del proyecto Alférez – San Marcos, obtenida a través de una red de monitoreo compuesta por tres (3) estaciones distribuidos en la zona de estudio.

Los monitoreos se llevaron a cabo por la Corporación Integral del Medio Ambiente C.I.M.A., laboratorio acreditado por el IDEAM mediante la Resolución 918 del 17 de mayo de 2016 bajo la norma NTC ISO 17025/2005 de acuerdo a lo establecido en el Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad de aire definido por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM) El monitoreo de calidad de aire se llevó a cabo durante 18 días continuos para obtener un total de 18 muestras recolectadas durante 3 horas para cada equipo, esta actividad se realizó entre los días 12 y 30 de enero del 2018 en el marco del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Alférez – San Marcos, donde se analizó de manera preliminar, las posibles fuentes de emisión en la zona de estudio, los cuerpos receptores y factores climatológicos en el área de estudio la cual se encuentra ubicada en los municipios de Yumbo, Palmira, Cali y Candelaria departamento de Valle del Cauca.

- **Inventario de fuentes generadoras de emisiones atmosféricas**

Con el fin de dar cumplimiento a la normatividad vigente relacionada con el tema aire se realizó un inventario de las fuentes de contaminación del aire y se programó una campaña de monitoreo de calidad del aire en las zonas que se consideraron de interés.

Como se ha mencionado las actividades identificadas, se asocian a comerciales e industriales, tránsito vehicular, poblamientos y asentamientos humanos y finalmente incendios por parte de los habitantes al darle mal manejo de los residuos generados.

- **Normas de referencia**

Los parámetros criterio que se analizaron son los estipulados en los términos de referencia LI-TER-1-01 “Tendido de las líneas de transmisión del sistema nacional de interconexión eléctrica, compuesta por el conjunto de líneas con sus correspondientes modelos de conexión (subestaciones) que se proyecten operen a tensiones iguales o superiores 220 KV” los cuales se listan a continuación, los resultados obtenidos del monitoreo se evaluaron conforme los niveles máximos permisibles de contaminantes criterio, definidos en el artículo 2 de la Resolución 2254 de 2017, como se puede detallar en el Anexo D4.2.1 Monitoreo ambiental de calidad de aire en el Área.

- ✓ Material Particulado (PM10)
- ✓ Óxidos de Azufre (SO<sub>2</sub>)
- ✓ Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

✓ Monóxido de Carbono (CO)

Las normas de calidad de aire están establecidas en la Resolución 2254 del 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial. Los límites para concentraciones de contaminantes en el aire ambiente se toman del Artículo 2 de la Resolución en mención: “Niveles máximos permisibles de contaminantes criterio en el aire”. Los límites establecidos a condiciones de referencia se muestran en la Tabla 3.2.8-13.

**Tabla 3.2.8-13 Niveles Máximos permisibles para contaminantes criterios**

Contaminante	Unidad	Límite Máximo Permissible	Tiempo de Exposición
PM10	µg/m <sup>3</sup>	50	Anual
		100	24 horas
SO <sub>2</sub>	ppm (µg/m <sup>3</sup> )	50	24 horas
		100	1 hora
NO <sub>2</sub>	ppm (µg/m <sup>3</sup> )	60	Anual
		200	1 hora
CO	ppm (µg/m <sup>3</sup> )	5000	8 horas
		35000	1 hora

Fuente. (Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

A continuación, se realiza una descripción general de las características de cada uno de los compuestos monitoreados y analizados para el presente estudio tomado del Informe de Calidad del Aire “Estudio de Impacto Ambiental de la línea de transmisión San Marcos – Alférez”, CIMA-2018.

- Material Particulado menos a 10 micras (PM-10)

Se denomina PM-10 a pequeñas partículas sólidas o líquidas de polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen, dispersas en la atmósfera, y cuyo diámetro varía entre 2,5 y 10 µm (1 micrómetro corresponde la milésima parte de 1 milímetro). Están formadas principalmente por compuestos inorgánicos como silicatos y aluminatos, metales pesados entre otros, y material orgánico asociado a partículas de carbono (hollín).

Fuentes:

- ✓ La contaminación generada por la combustión en los automóviles
- ✓ La industria, construcción y comercio
- ✓ Polvo suspendido
- ✓ Quema agrícola

Efectos: Las PM-10 al ser inhaladas y al penetrar con facilidad al sistema respiratorio humano, causan efectos adversos a la salud de las personas específicamente a la salud respiratoria, debido a que viajan más profundamente en los pulmones y están compuestas de elementos que son más tóxicos (como metales pesados y compuestos orgánicos que causan cáncer).

Actualmente se considera que las partículas en suspensión son el problema de contaminación ambiental más severo. Las PM-10 están detrás de numerosas enfermedades respiratorias, problemas cardiovasculares, y cáncer de pulmón. A largo plazo

se ha estimado que la exposición a partículas en suspensión puede reducir la esperanza de vida entre varios meses y dos años. También al exponerse a estas partículas conduce al incremento de uso de medicamentos y más visitas al médico. Los efectos a la salud pueden ser:

- ✓ Tos, resolló, dificultad para respirar
- ✓ Agrava el asma
- ✓ Daño al pulmón (incluyendo la disminución de la función del pulmón y enfermedades respiratorias de por vida)
- ✓ Muertes prematuras en individuos con enfermedades preexistentes en el corazón y del pulmón.

- Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

El trabajo sobre la contaminación del aire se refiere al NO y NO<sub>2</sub>, óxido nítrico y dióxido de nitrógeno. Ambos son gases incoloros. Concentraciones excesivas en el aire ocasionan un color parduzco debido a la absorción de la luz en el área azul-verde del espectro. El dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), junto con las partículas suspendidas son los responsables de la capa café-rojiza que se puede ver con frecuencia sobre muchas áreas urbanas.

Fuentes: Los dióxidos de nitrógeno son producidos al quemar combustible a temperaturas muy altas a partir del nitrógeno del aire. También son producidos a partir del nitrógeno del carbón y los aceites pesados: grandes generadores de energía eléctrica, grandes calderas industriales, motores de combustión interna (vehículos automotores), plantas de ácido nítrico.

Efectos: Los principales efectos de estas sustancias son: visibilidad reducida; irritación en la nariz y los ojos, edema pulmonar, bronquitis y neumonía; reaccionan con compuestos orgánicos volátiles bajo la influencia de la luz solar para formar el ozono troposférico, nitratos de peroxiacilo y smog. El ozono y el nitrato de peroxiacilo son oxidantes poderosos que actúan como irritantes severos para los ojos, la nariz y la garganta y ocasionan ruptura en el caucho, las pinturas, los textiles y dañan la vida de las plantas.

- Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)

Definición: Acre, corrosivo, gases tóxicos producidos cuando se quema combustible que contiene azufre. El SO<sub>2</sub> pertenece a la familia de los óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>) que son gases incoloros que se forman al quemar azufre y tienden a disolverse fácilmente en agua.

Fuentes: La fuente primaria de SO<sub>2</sub> es la quema de combustibles fósiles, que contienen azufre en su composición, como el combustóleo y en particular, el carbón. Artículos eléctricos, calderas industriales, fundiciones de cobre, refinerías de petróleo, fuentes de automóviles, calentadores residenciales y comerciales.

Efectos: Dificultad para respirar cuando se disuelven en la nariz y en las vías superiores; tos crónica y secreción de mucosas; la lluvia ácida destruye la vida de las plantas, los peces; contribuye a una visibilidad disminuida en la medida de las porciones de sulfato de las partículas suspendidas.

- Monóxido de Carbono (CO)

El monóxido de carbono (CO) es un gas o líquido incoloro que prácticamente no tiene olor ni sabor. Se produce como consecuencia de la oxidación incompleta del carbón en la combustión.

Fuentes:

- ✓ Calentadores portátiles o de espacio que utilizan querosén y no tienen ventiladores o respiraderos
- ✓ Chimeneas y sistemas de calefacción con escapes
- ✓ Corrientes de aire provenientes de la parte trasera de unidades centrales de calefacción, calentadores de agua de gas, estufas y chimeneas de leña
- ✓ Estufas de gas.
- ✓ Generadores y otros enseres que usan gasolina
- ✓ Tubo de escape de los automóviles provenientes de un garaje pegado a la casa
- ✓ Humo de tabaco en el medio ambiente.

La oxidación incompleta durante la combustión en hornillas de gas y en los calentadores portátiles sin respiraderos ya sean de gas o de querosén puede ocasionar concentraciones altas de monóxido de carbono en el medio ambiente interior. Otras fuentes significativas de monóxido de carbono son los siguientes aparatos de combustión:

- ✓ Calderas
- ✓ Sistemas de calefacción viejos
- ✓ Sistemas de calefacción instalados incorrectamente o los que no se les ha dado el mantenimiento adecuado
- ✓ Tuberías para el humo que están ajustadas incorrectamente, tapadas, desconectadas o con fugas.

Otras fuentes pueden ser los tubos de escape de autos, camiones o autobuses ya estén en garajes pegados a la estructura del edificio o vivienda o provenientes de carreteras o estacionamientos cercanos.

Efectos: Cuando el nivel de monóxido de carbono es bajo, una persona saludable puede sentir fatiga mientras que una persona que sufre de enfermedades cardiovasculares puede sentir dolor en el pecho. Si la persona está expuesta a concentraciones altas puede tener la visión borrosa, falta de coordinación, dolor de cabeza, mareos, confusión y náuseas.

- ***Metodología de monitoreo estudio de calidad del aire***

Las metodologías de monitoreo y evaluación de calidad del aire en el área de influencia son las estipuladas por la US EPA CFR título 40 parte 50. (Tabla 3.2.8-14). Se tiene presente que el informe completo donde se cuenta toda la metodología utilizada por el laboratorio CIMA se encuentra en el Anexo D.4.2.1 del presente estudio de impacto ambiental, así mismo dentro del Anexo mencionado anteriormente se encuentran los soportes, registros y documentos que hacen parte el informe de laboratorio.

Para realizar el muestreo se utilizaron los siguientes equipos.

- ✓ Equipos Hi-vol (PM-10).
- ✓ Trenes de gases para recolección y determinación de NO<sub>2</sub>, y SO<sub>2</sub>
- ✓ Analizador de monóxido de carbono (CO)

Para la localización de las estaciones de calidad del aire se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- ✓ La distancia entre la estación de calidad del aire y el obstáculo más cercano fue de dos veces la altura del obstáculo.
- ✓ Los equipos de muestreo estaban ubicado mínimo a 1,20 m desde el nivel del suelo.
- ✓ No se instalaron cerca (menos de 10 m) de fuentes fijas puntuales de emisión.
- ✓ Presentaban un radio de 270 ° libre de restricciones de flujo alrededor del Muestreador.

**Tabla 3.2.8-14 Métodos de muestreo y análisis de parámetros de calidad del aire.**

Parámetro	Muestreo	Método de análisis	Referencia
Material Particulado < 10 micras (PM-10)	Hi-vol – PM-10	Gravimétrico	US EPA CFR Título 40, Parte 50 Apéndice J
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	Tren de muestreo Andersen	Colorimétrico (Pararosanilina)	US EPA CFR Título 40 Parte 50 Apéndice A-2 Pararosanilina
Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	Tren de muestreo Andersen	Colorimétrico (NEDA)	Método N° 408. Methods of Air Sampling and Analysis, 3rd Ed. 1988
Monóxido de carbono (CO)	Analizador de monóxido de carbono (CO)	Método Automático Equivalente US EPA RFCA-0506-158 para rango de concentraciones 0 - 50 ppm.	US EPA CFR, Título 40, Capítulo 1, Subcapítulo C Parte 50. Apéndice C, Infrarrojo no dispersivo, Método equivalente automatizado RFCA - 0506-158 (Serial: 1JS71VM3)

Fuente. (Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

- **Equipos Utilizados**

En la Tabla 3.2.8-15 Se puede ver el listado de los equipos más importantes utilizados durante el monitoreo.

Tabla 3.2.8-15 Equipos Utilizados Mediciones Calidad del Aire.

	<p><b>HIGH VOL PM 10</b></p>
	<p><b>RAC</b></p>
	<p><b>CALIBRADOR</b></p>

Fuente. (Corporacion Integral del Medio Ambiente, 2018)

- **Información meteorológica**

Para el desarrollo y análisis de los resultados se tiene en cuenta las características meteorológicas y climatológicas ya que estos influyen directamente en la calidad del aire, por lo cual en el presente estudio se realiza un análisis climático del área evaluada a partir de información obtenida durante el periodo de muestreo en la estación meteorológica del Aeropuerto Internacional Alfonso Bonilla Aragón.

Las variables más relevantes para los estudios y análisis de calidad de aire son precipitación, temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento. La precipitación en la zona de estudio durante el periodo de muestreo se presentaron 59 eventos de lluvia siendo la mayor precipitación obtenida el día 15 de enero con un valor de



16.7 mm, por otro lado, se estableció que la temperatura media en la zona es de 22.9°C oscilando los valores entre 24.7°C y 20.9°C para la media máxima y media mínima respectivamente.

La humedad relativa es la relación expresada en porcentaje entre la tensión real del vapor de agua y la tensión de saturación a la misma temperatura. La relación humedad relativa y temperatura es inversa: cuando la temperatura aumenta, la capacidad del aire para retener vapor de agua aumenta y la humedad relativa disminuye, mientras que cuando la temperatura disminuye, la capacidad de retención decrece y la humedad relativa aumenta; adicionalmente la relación humedad relativa y precipitación es directa, dado que en los meses de mayores precipitaciones se presentan las mayores humedades relativas dependiendo del régimen pluviométrico de las lluvias, teniendo en cuenta esto se estableció que la humedad relativa en la zona tiene un valor medio de 83.2% evidenciando baja fluctuación durante los días de monitoreo.

Finalmente el parámetro velocidad y dirección del viento teniendo en cuenta que este parámetro es el principal agente meteorológico que determina las condiciones de dispersión de la contaminación, tanto horizontal como verticalmente, la zona de estudio tienen un comportamiento fluctuante, la predominancia de la dirección del viento en los días evaluados viene desde el Sur Este hacia el Nor- Oeste, con velocidad promedio de 2,1 m/s, se presentaron un 0,0 % de calmas durante el monitoreo (velocidades del viento igual a 0 m/s). El informe completo entregado por el laboratorio CIMA se encuentra en el Anexo D 4.2.1. Donde se presenta información de medias y totales diarias de los datos climatológicos presentados durante el periodo comprendido entre el 12 y 30 de enero de 2018.

- **Análisis y evaluación de la calidad del aire**



Los puntos de toma de muestras se establecieron en toda el área de influencia del proyecto, a continuación en la Tabla 3.2.8-16 se presentan los nombres de las estaciones con su respectiva georreferenciación y en la Tabla 3.2.8-17 se describen los aspectos generales de las áreas en donde se localizaron las estaciones de monitoreo. Finalmente, en la Figura 3.2.8-23 se presenta la ubicación geográfica.


**Tabla 3.2.8-16 Ubicación de estaciones de calidad del aire**

Estación No.	Nombre.	Coordenadas geográficas		Coordenadas planas Magna Sirgas Origen Oeste	
		Latitud	Longitud	Norte	Este
1	CA 1 Alférez - San Marcos	03°36'19.60" N	76°29'23.43" O	890463,280	1065291,236
2	CA 2 Alférez - San Marcos	03°30'24.67"N	76°24'51.88" O	879566,180	1073679,944
3	CA 3 Alférez - San Marcos	03°22'09.37"N	76°29'48.70" O	864345,589	1064527,431

Fuente. (Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

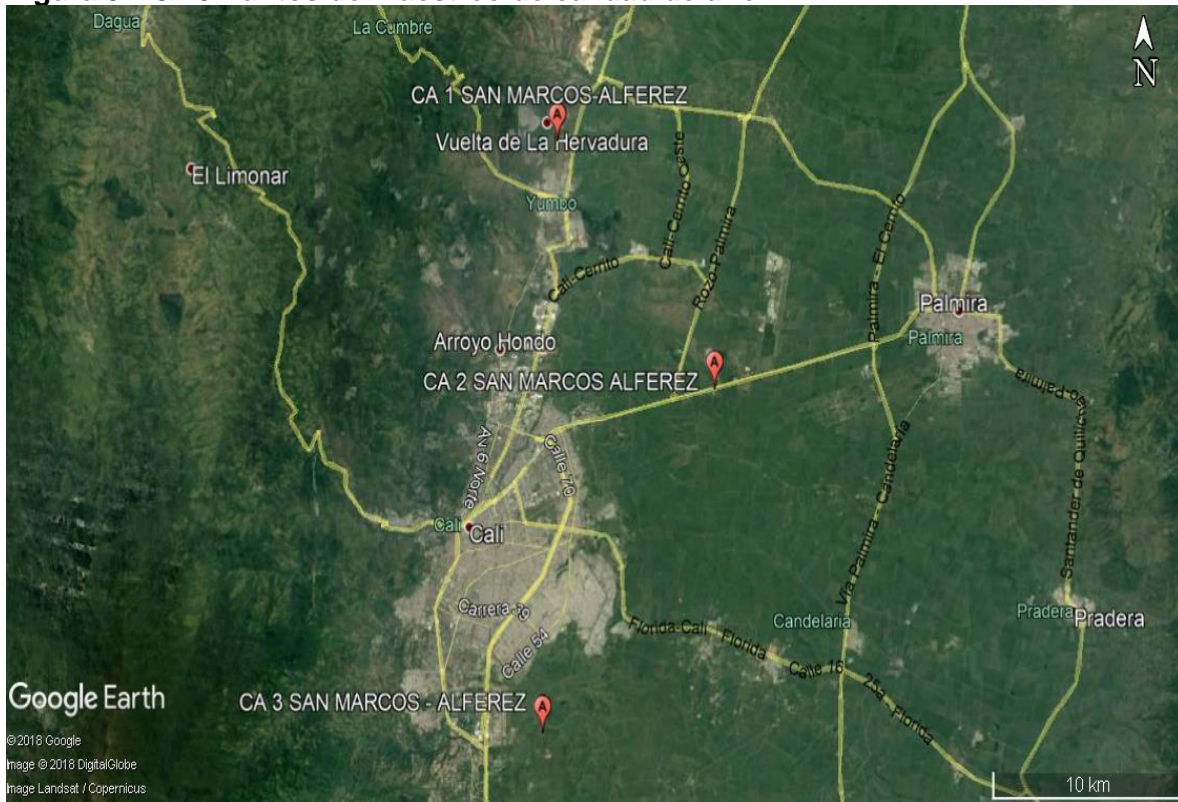
**Tabla 3.2.8-17 Generalidades de las estaciones de muestreo**

Puntos De Monitoreo	Coordenadas Gauss Krüger, Datum Magna Sirgas - Origen Oeste		Fuentes de emisión		Registro Fotográfico
	N:	E:	Clima		
CA 1 Alfárez - San Marcos	890463,280	1065291,236	Clima	La temperatura oscila entre 21,4 °C y 27,6 °C.	
	m.s.n.m.	925	Fuentes potenciales de emisión	<b>Fijas:</b> Empresas de la zona (Yumbo) <b>Móviles:</b> Vía Yumbo- Buga aproximadamente a 800 m	
<p><b>DESCRIPCIÓN GENERAL:</b> La estación 1, se encuentra localizada en la zona rural del municipio de Yumbo, departamento del Valle del Cauca, específicamente en el predio de una hacienda denominada Viña de los Aromos, en inmediaciones de una subestación de energía de EPSA.</p> <p>El suelo en su totalidad está cubierto por capa vegetal, su perímetro está despejado de muros artificiales y naturales. En la zona se evidencia como actividad económica el cultivo de uvas, por lo tanto, es frecuente el trabajo de agricultores cerca la estación. Aproximadamente a unos 30 metros se encuentra una vivienda empleada por los trabajadores (comedor) y se observan numerosas empresas en la zona (Yumbo). La vía nacional más cercana es la que conduce del municipio de Yumbo al municipio de Buga aproximadamente a 800 metros del punto de estudio.</p>					
CA 2 Alfárez - San Marcos	879566,180	1073679,944	Clima	La temperatura oscila entre 23,5 °C y 32,5 °C.	
	m.s.n.m	1000	Fuentes potenciales de emisión	<b>Fijas:</b> No presenta <b>Móviles:</b> Vía Cali - Palmira aproximadamente a 33 m.	

Puntos De Monitoreo	Coordenadas Gauss Krüger, Datum Magna Sirgas - Origen Oeste	Fuentes de emisión	Registro Fotográfico	
<p><b>DESCRIPCIÓN GENERAL:</b> La estación 2 se encuentra ubicada en la zona rural del municipio de Palmira, departamento del Valle del Cauca, cerca de la vía nacional Cali - Palmira, la cual presenta flujo continuo de todo tipo de vehículos. Se encuentra en inmediaciones a la portería del predio de una hacienda llamada Lagos de Pesca la Fortuna. Se evidencia que el lugar es turístico, ya que se practica pesca deportiva, por lo tanto, se presenta tránsito constante de vehículos y turistas. El suelo presenta cobertura vegetal.</p>				
<p><b>CA 3</b> <b>Alfárez - San Marcos</b></p>	<p><b>N:</b> 864345,589</p>	<p>Clima</p>	<p>La temperatura oscila entre 23,8°C y 33,4°C</p>	
	<p><b>E:</b> 1064527,431</p>	<p>Fuentes potenciales de emisión</p>	<p><b>Fijas:</b> No presenta <b>Móviles:</b> Tránsito de vehículos en la portería de la subestación</p>	
	<p><b>m.s.n.m</b> 980</p>			
<p><b>DESCRIPCIÓN GENERAL:</b> La estación 3 se encuentra ubicada en la zona rural de ciudad de Cali, departamento del Valle del Cauca, cerca de la portería de la subestación de energía Alfárez II, en donde el acceso es totalmente restringido para personal no autorizado, sin embargo, transitan vehículos como camionetas, automóviles y motocicletas del personal que labora en la estación de energía Se observa que uno de los principales usos del suelo de la zona hace referencia al cultivo de caña.</p> <p>De igual manera se observa que la vía que dirige a la estación es totalmente destapada y comunica con una vía terciaria que se intercomunica con la parte rural del sector y con la ciudad de Cali.</p>				

Fuente. (Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

**Figura 3.2.8-23 Puntos de muestreo de calidad de aire**



Fuente. (Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

- **Resultados**

Teniendo en cuenta las descripciones y generalidades mencionadas anteriormente a continuación se presentan los resultados obtenidos para cada uno de los parámetros analizados de las tres (3) estaciones durante el periodo comprendido entre el 12 y 30 de enero del 2018, donde se determinaron las concentraciones de los siguientes compuestos: Material Particulado menor a 10 micras (PM-10), Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) mediante muestreos de 24 horas durante dieciocho (18) días; las mediciones de Monóxido de Carbono (CO) se realizaron durante una (1) hora continua en cada estación. Los valores obtenidos se comparan con la norma de calidad de aire establecida en la resolución 2254 del 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

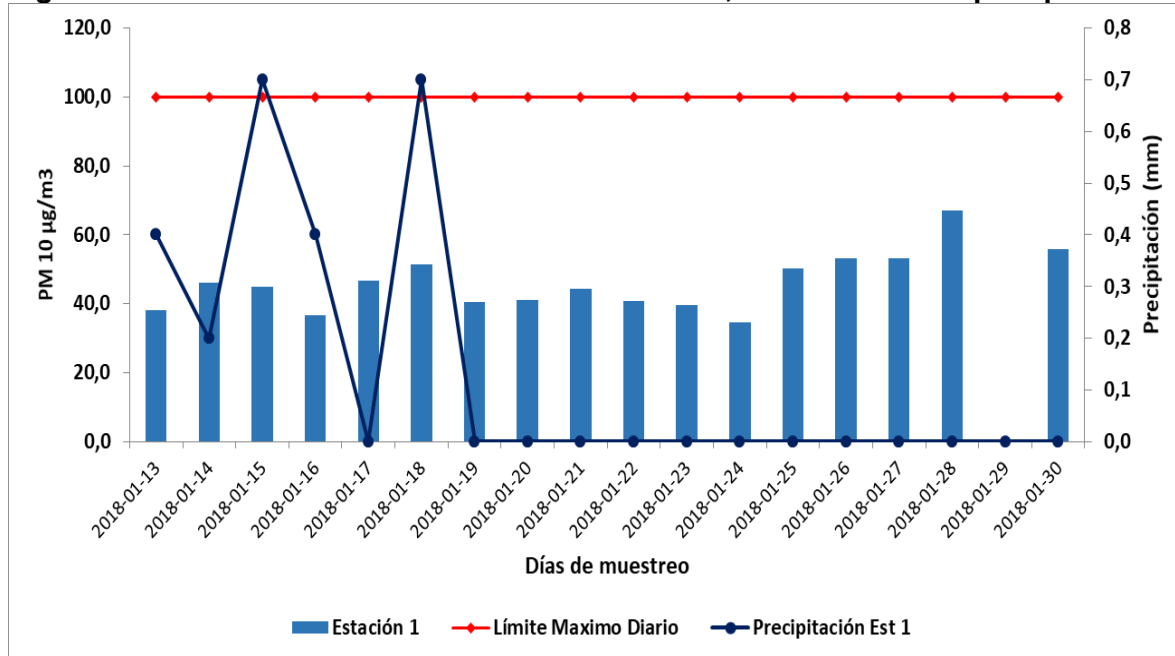
- Material Particulado menor a 10 micras (PM-10)

En las figuras que se presentan a continuación se observan las concentraciones las cuales son reportadas a condiciones de referencia durante los 18 días de muestreo

Para la estación 1 los resultados se presentan en la Figura 3.2.8-24, resultado del muestreo realizado entre los días 13 y 30 de enero de 2018; con un valor medio de concentración de PM-10 de 46.1 µg/m<sup>3</sup> con un valor máximo de 67.2 µg/m<sup>3</sup> y un mínimo de 34.7 µg/m<sup>3</sup> obtenidos los días 28 de enero y 24 de enero respectivamente, para esta estación ningún valor supero el límite permisible encontrándose el valor más alto en 32.8 µg/m<sup>3</sup> por debajo

del límite máximo permisible. La representatividad de las estación fue del 94.4 % debido a que el día 29 de enero se reportaron fallas en el fluido eléctrico, sin embargo esta falla no afecta la representatividad del muestro debido a que según el Protocolo Para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire ( Manual de Operación de Sistemas de Vigilancia de Calidad de Aire) del año 2010 establece en el ítem 7.4.2 Análisis del Porcentaje de Datos Validos” lo siguiente: “Es necesario que el porcentaje de datos válidos empleados en la realización de los correspondientes cálculos de promedios, comparaciones con la norma de calidad del aire y estimación del número de excedencias no sea inferior al 75%”.

**Figura 3.2.8-24 Valores diarios de PM-10 Estación 1, en función de la precipitación**

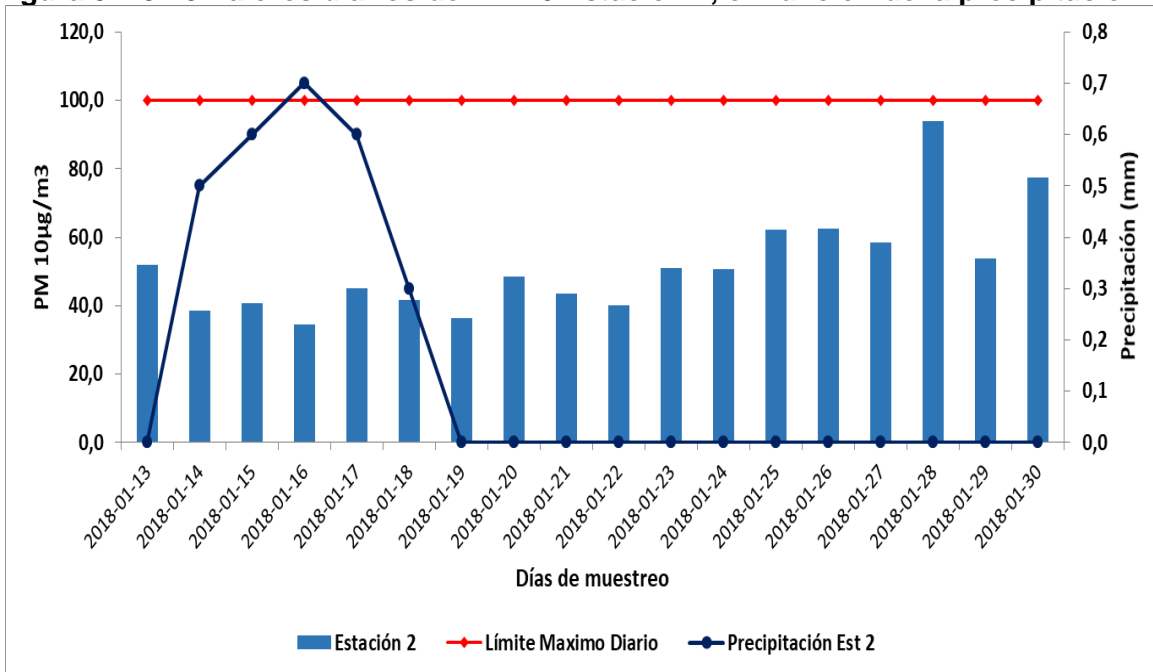


Fuente. (Corporacion Integral del Medio Ambiente, 2018)

En la Figura 3.2.8-25 y Figura 3.2.8-26 se presentan los valores medios de concentración de PM-10 para las estaciones 2 y 3 respectivamente, con valores para la estación 2 de 51.7 µg/m<sup>3</sup> y 41.3 µg/m<sup>3</sup> para el punto 3 los puntos no superaron el límite máximo permisible (100 µg/m<sup>3</sup>) en ninguno de los días de monitoreo, el valor máximo lo tuvo la estación 2 con 93.8 µg/m<sup>3</sup> el día 28 de enero del 2018 y el mínimo lo reporto la estación 3 con 24.9 µg/m<sup>3</sup> reportado el día 16 de enero de 2018.

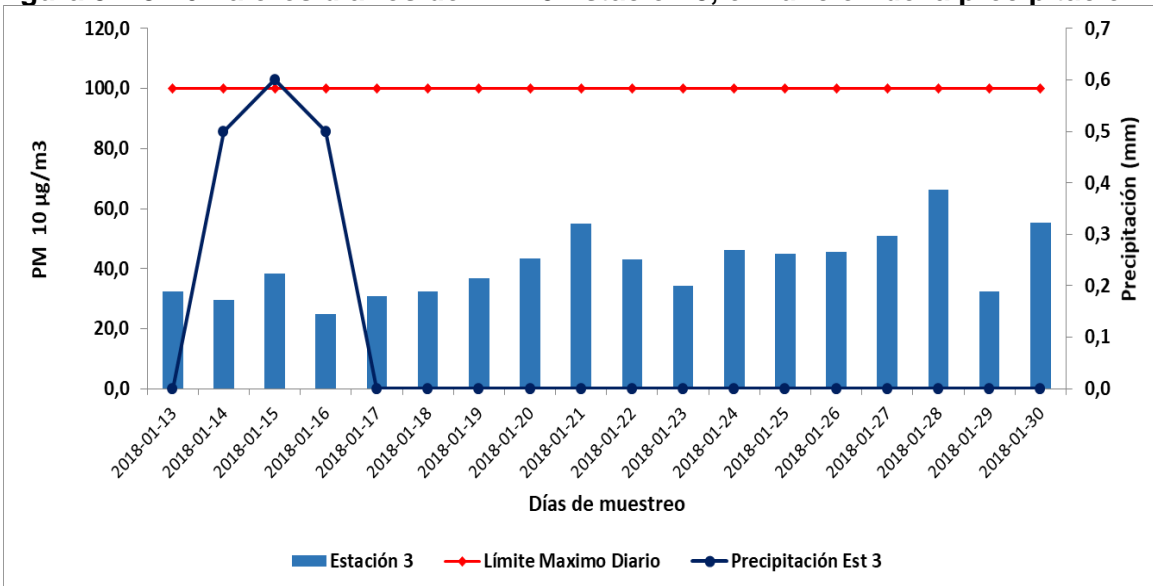
Para estas dos estaciones la representatividad fue del 100%, teniendo en cuenta las tres figuras (Figura 3.2.8-24, Figura 3.2.8-25 y Figura 3.2.8-26) se puede observar que los días con valores de concentración más altos son del 13 al 15 de enero, luego del 20 al 22 y finalmente los días 28 al 30 de enero; as mismo se ilustran los niveles de precipitación (0 mm) condición que permite determinar la incidencia de esta variable climatológica en la dispersión del material particulado. Así mismo se establece que las concentraciones diarias obtenidas en las tres (3) estaciones localizadas en el área de estudio, de acuerdo con lo anterior es posible evidenciar que ninguna estación excede el límite permisible establecido en la normatividad vigente para tiempos de exposición diarios (100 µg/m<sup>3</sup>).

Figura 3.2.8-25 Valores diarios de PM-10 Estación 2, en función de la precipitación



Fuente. (Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

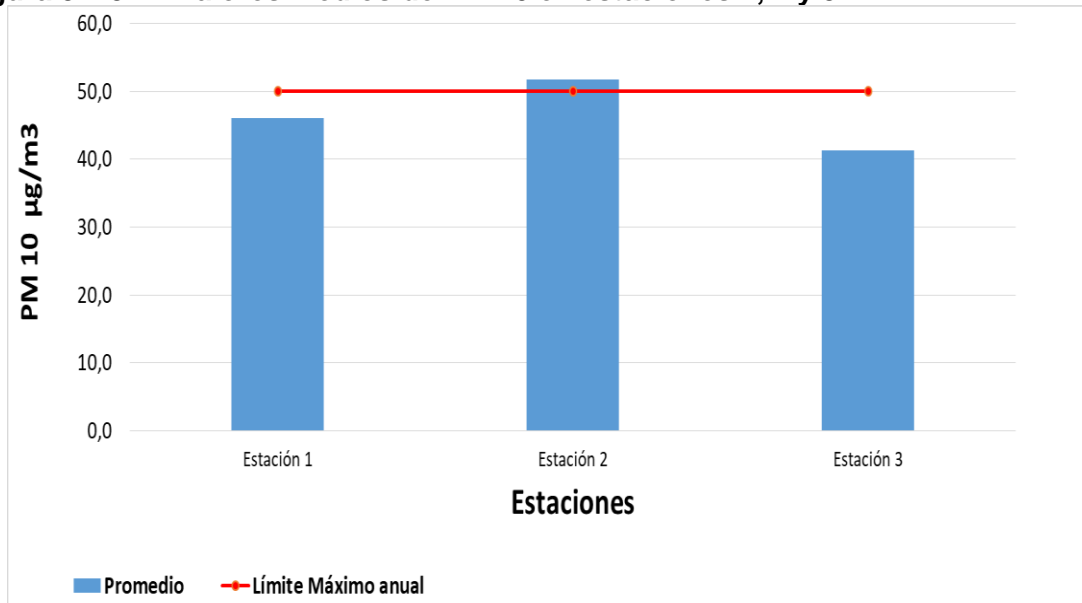
Figura 3.2.8-26 Valores diarios de PM-10 Estación 3, en función de la precipitación



Fuente. (Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

En la Figura 3.2.8-27 se ilustran los valores medios obtenidos para cada una de las estaciones ubicadas en cada uno de los puntos de muestreo y así mismo la comparación con la normatividad vigente para tiempos de exposición anuales. (50 µg/m³).

**Figura 3.2.8-27 Valores medios de PM-10 en estaciones 1, 2 y 3**



Fuente. (Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Teniendo en cuenta la figura anterior se establece que únicamente la estación 2 supera de manera indicativa la norma para tiempo de exposición anual con un valor de  $51.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  es decir un  $1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  por encima del límite establecido en la resolución 2254 de 2017, estos resultados se encuentran directamente relacionados con la localización y entorno de la estación, teniendo presente la presencia de paso vehicular continuo en la zona.

- Dióxido de Nitrógeno y Azufre

El muestreo de Dióxido de Nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) y Dióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ ) se llevó a cabo siguiendo la metodología descrita en las secciones anteriores. En el Anexo 2 se presentan los datos de calibración de los equipos muestreadores de tres gases y en el Anexo 3 los reportes de laboratorio los cuales están incluidos en el Anexo D4.2.1 informe entregado por el laboratorio CIMA del presente estudio

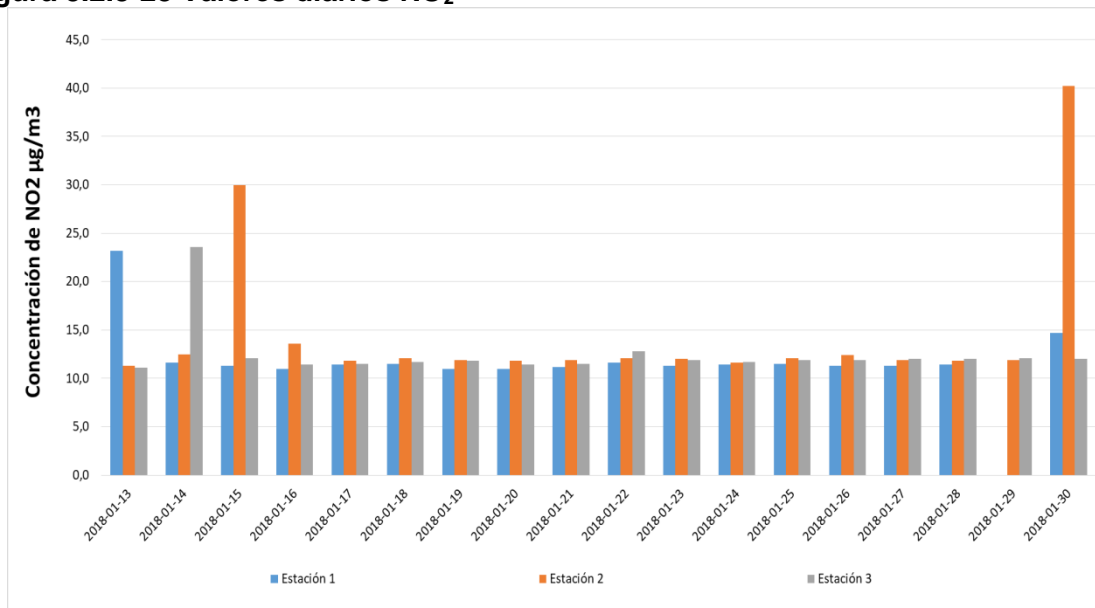
A continuación en la Figura 3.2.8-28 se puede observar que en la estación 2 el valor promedio de la concentración es de  $14,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para  $\text{NO}_2$  y  $<35,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para  $\text{SO}_2$  con valor máximo de  $40,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para  $\text{NO}_2$  reportado el 30 de enero de 2018 y de  $<37,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para  $\text{SO}_2$  reportado el 14 de enero de 2018. El promedio de  $\text{NO}_2$  y  $\text{SO}_2$ , resultado del muestreo realizado entre los días 13 y 30 de enero de 2018. En la estación 3 fue de  $12,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para  $\text{NO}_2$  y  $<35,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para  $\text{SO}_2$  con valor máximo de  $23,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para  $\text{NO}_2$  reportado el 14 de enero y de  $<36,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para  $\text{SO}_2$  reportado el 22 de enero de 2018... Se tiene presente que para estas dos estaciones la representatividad fue del 100% para ambos parámetros.

Teniendo en cuenta la Figura 3.2.8-28 se observa que los valores más altos de  $\text{NO}_2$  los reportó la estación 2 con valores máximos en las fechas del 15 y 30 de enero, el periodo comprendido entre el día 16 al 29 de enero la concentración para este parámetro se mantuvo constante en las tres estaciones con valores que oscilan entre  $10.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $15.0$

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ . En la Figura 3.2.8-29 ( $\text{SO}_2$ ), se observa el comportamiento de los resultados del muestreo realizado entre los días 13 y 30 de enero de 2018.

Para la estación 1 el valor de la concentración promedio fue de  $12,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para  $\text{NO}_2$  y  $<33,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para  $\text{SO}_2$  con valor máximo de  $23,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para  $\text{NO}_2$  reportado el 13 de enero y de  $<34,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para  $\text{SO}_2$  reportado el 25 de enero de 2018. La representatividad de la estación fue del 94,4 % para ambos parámetros, debido a que el día 29 de enero de 2018 se presentaron fallas en el fluido eléctrico, no obstante esto no afecta la representatividad del muestreo, dado que el Protocolo Para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire (Manual de Operación de Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire, Año 2010), establece en el ítem 7.4.2 Análisis del Porcentaje de Datos Validos” lo siguiente: “Es necesario que el porcentaje de datos válidos empleados en la realización de los correspondientes cálculos de promedios, comparaciones con la norma de calidad del aire y estimación del número de excedencias no sea inferior al 75%”.

**Figura 3.2.8-28 Valores diarios  $\text{NO}_2$**



Fuente. (Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

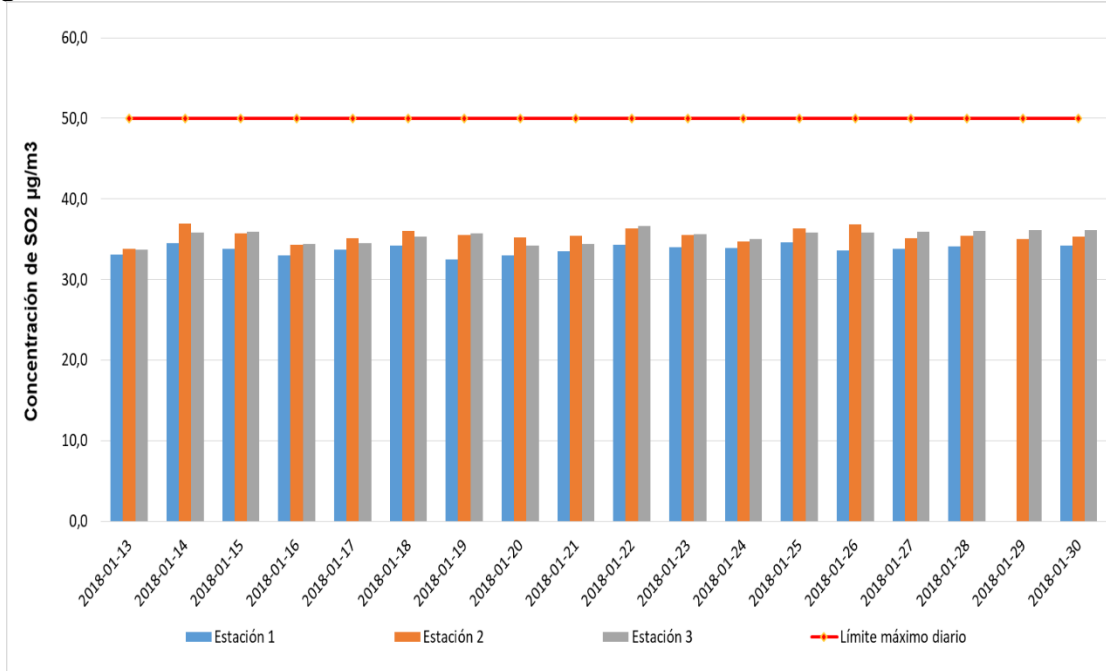
Para la estación 2 el valor promedio de la concentración es de  $14,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para  $\text{NO}_2$  y  $<35,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para  $\text{SO}_2$  con valor máximo de  $40,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para  $\text{NO}_2$  reportado el 30 de enero de 2018 y de  $<37,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para  $\text{SO}_2$  reportado el 14 de enero de 2018. El promedio de  $\text{NO}_2$  y  $\text{SO}_2$ , resultado del muestreo realizado entre los días 13 y 30 de enero de 2018, en la Estación 3 fue de  $12,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para  $\text{NO}_2$  y  $<35,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para  $\text{SO}_2$  con valor máximo de  $23,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para  $\text{NO}_2$  reportado el 4 de enero y de  $<36,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para  $\text{SO}_2$  reportado el 22 de enero de 2018. Se tiene presente que para estas dos estaciones la representatividad fue del 100% para ambos parámetros.

Teniendo en cuenta la Figura 3.2.8-28 se observa que los valores más altos de  $\text{NO}_2$  los reportó la estación 2 con valores máximos en las fechas del 15 y 30 de enero, el periodo comprendido entre el día 16 al 29 de enero la concentración para este parámetro se



mantuvo constante en las tres estaciones con valores que oscilan entre 10.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 15.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

**Figura 3.2.8-29 Valores diarios SO<sub>2</sub>**



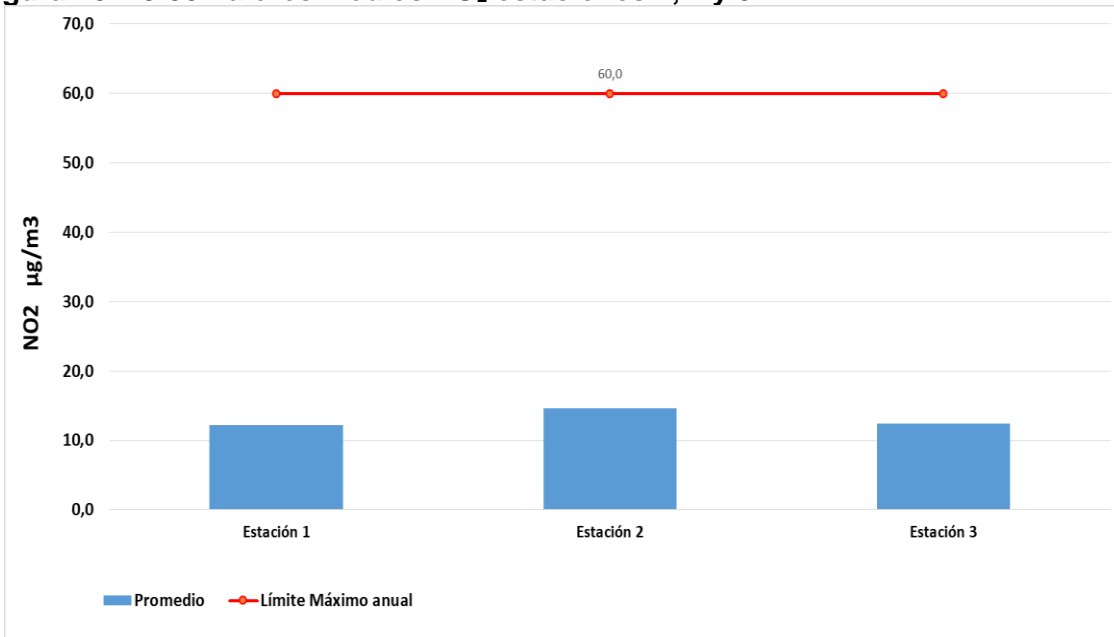
Fuente. (Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Teniendo en cuenta la figura anterior se establece que la concentración de SO<sub>2</sub> en cada una de las estaciones durante todos los días de muestreo se mantiene entre un rango de 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  presentando los valores más bajos el día 13 de enero de 2018. Finalmente, de acuerdo con los resultados anteriores se puede observar que ninguna de las tres (3) estaciones supero el límite normativo de 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (NO<sub>2</sub>) para tiempo de exposición anual, tampoco se superó en ninguno de los dieciocho (18) días de muestreo el límite normativo de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (SO<sub>2</sub>) para tiempo de exposición diario. Estos gases se atribuyen a la combustión en motores de los vehículos, motos y transporte pesado que circulan por la zona.

Es importante mencionar que la Resolución 2254 de 2017 no establece para el contaminante de NO<sub>2</sub> un límite permisible para tiempos de exposición de 24 horas, mientras que para SO<sub>2</sub> no establece un límite permisible para tiempos de exposición de anual.

A continuación en la Figuran 3.2.8-30 y Figura 3.2.8-31 se presentan los valores medios de concentración de NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> obtenidos para cada una de las tres estaciones, en el caso de NO<sub>2</sub> se establece que ninguna de las tres estaciones supera el límite permisible establecido por la Resolución 2254 de 2017 para tiempos de exposición anuales, teniendo los valores más altos la estación 2, lo que está directamente relacionado a los valores de concentración de PM-10 se debe a su ubicación y entorno de la zona.

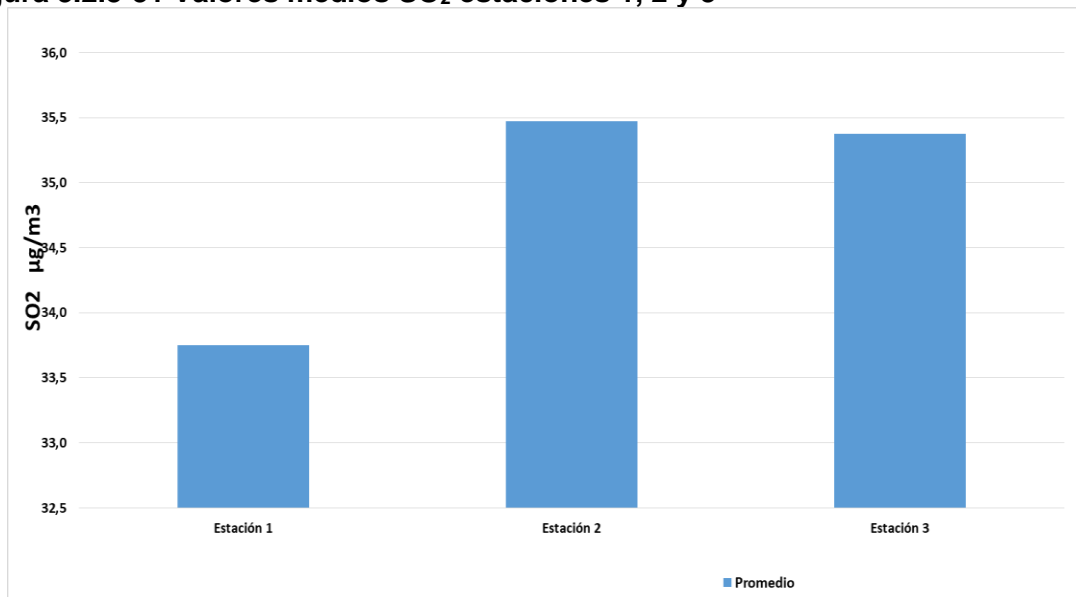
**Figuran 3.2.8-30 Valores medios NO<sub>2</sub> estaciones 1, 2 y 3**



Fuente. (Corporacion Integral del Medio Ambiente, 2018)

Los valores medios de SO<sub>2</sub> los cuales se muestran en la Figura 3.2.8-31 muestran el valor promedio más alto es de 35.5 µg/m<sup>3</sup>, se tiene presente que estos gases atribuyen a la combustión en motores de los vehículos, motos y transporte pesado que circula por la zona.

**Figura 3.2.8-31 Valores medios SO<sub>2</sub> estaciones 1, 2 y 3**

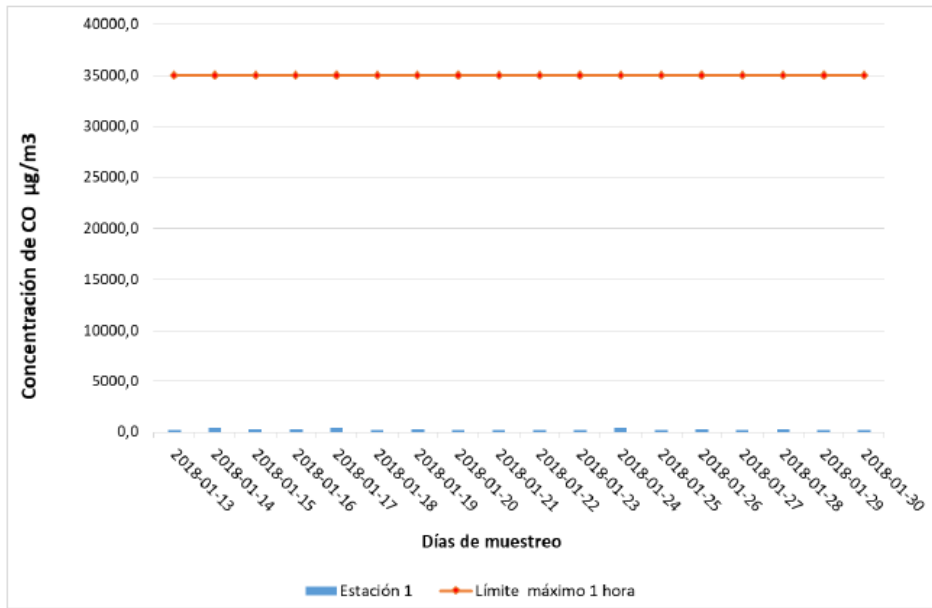


Fuente. (Corporacion Integral del Medio Ambiente, 2018)

- Monóxido de Carbono (CO)

El muestreo de monóxido de carbono (CO) se llevó a cabo realizando las mediciones de una (1) hora durante cada día de muestreo en cada una de las tres (3) estaciones, es decir se realizaron aproximadamente veinte (20) mediciones de tres (3) minutos en un intervalo de una (1) hora en cada uno de los 18 días de muestreo obteniendo finalmente una (1) media horaria para cada día. A continuación en la Figura 3-32, Figura 3-33 y Figura 3-34 se presenta el total de los datos registrados en cada una de las estaciones. Los análisis y tablas completas del muestreo se presentan en el Anexo D4.2.1 del presente estudio de impacto ambiental, informe entregado por el laboratorio contratado CIMA.

**Figura 3-32 Medias horarias diarias de CO Estación 1**



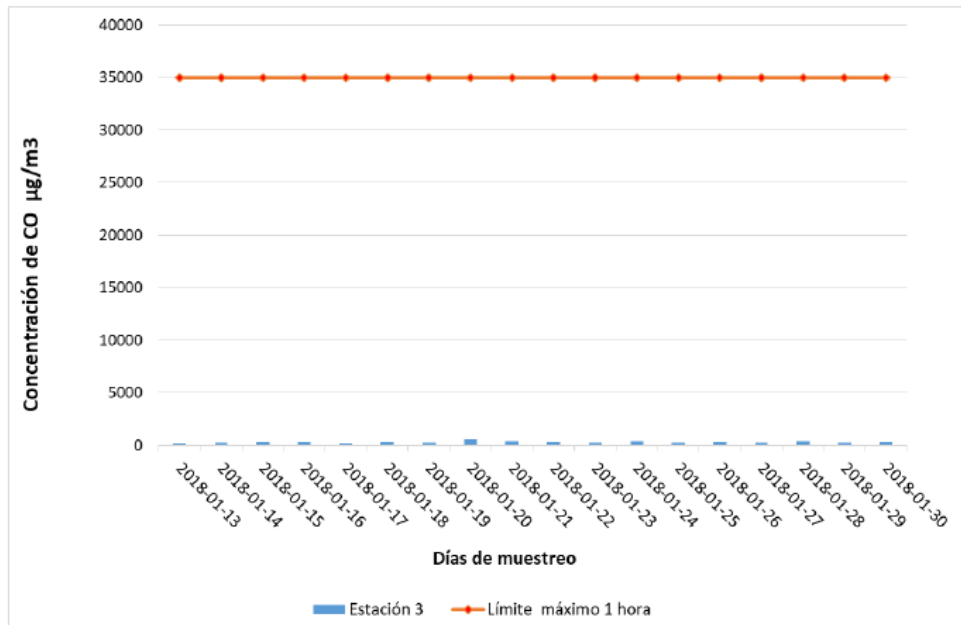
Fuente. (Corporacion Integral del Medio Ambiente, 2018)

**Figura 3-33 Medias horarias diarias de CO Estación 2**



Fuente. (Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

**Figura 3-34 Medias horarias diarias de CO Estación 3**



Fuente. (Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Teniendo en cuenta las figuras presentadas a anteriormente se establece que en ninguna de las estaciones las concentraciones horarias de monóxido de carbono exceden en ninguno de los 18 días de muestreo el máximo limite normativo establecido bajo la resolución 2254 de 2017 para tiempo de exposición de 1 hora (35.000 µg/m<sup>3</sup>), teniendo

similitud en los valores en las tres estaciones con registros que no sobrepasan los 500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

- Índices de Calidad de Aire (ICA) Diario PM-10

A partir de las concentraciones medias de PM10 calculadas y siguiendo la metodología sugerida en Manual de Operación de Sistemas de Vigilancia de Calidad de Aire del Protocolo para el Muestreo y Seguimiento de la Calidad del Aire (MAVDT, 2010 Pág. 134), adaptada en la Resolución 2254 de 2017, se calcularon los ICA's. A continuación, se presentan las tablas donde se puede evidenciar los índices de calidad de PM-10 para cada una de las estaciones monitoreadas.

Se tiene presente que este indicador permite establecer el estado de la calidad del aire de acuerdo al rango restablecido para cada contaminante criterio, los cuales van asociados a rangos con valores diferenciados por colores, los cuales corresponden en el rango de 0- 50 (Verde) calidad de aire buena, 51-100 (Amarillo) lo cuales indican que la calidad del aire es aceptable, para los valores entre 101-150 (Naranja) reflejan una calidad de aire dañina a la salud para grupos sensible, los valores entre 151-200 (Rojo) son reflejo de una calidad de aire dañina a la salud, entre 201-300 (Purpura) representan una calidad del aire muy dañina a la salud y finalmente los valores entre 301 y 500 (Marrón) indican una calidad de aire peligrosa.

En la Tabla 3.2.8-18 se observa los índices de calidad para la estación 1 en cada uno de los días monitoreados, se evidencia que el día 16 y 18 de enero se presentaron valores ICA de 57 Y 51.3 lo que indican que la calidad del aire es aceptable y el resto de los valores para cada día se categorizan en una buena calidad de aire, debido a que sus rangos se oscilan entre 0-50 (verde).

**Tabla 3.2.8-18 Índices de calidad del aire PM-10 diarios para la estación 1**

D/A	ESTACIÓN 1																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Promedio
Cp	38,2	46,1	44,8	36,6	46,6	51,5	40,6	41,2	44,2	40,9	39,5	34,7	50,1	53,2	53,1	67,2		55,7	46,1
PC alto	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	154		154	54
PC bajo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55		55	0
I alto	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100		100	50
I Bajo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51		51	0
ICA p	35,4	42,7	41,5	33,9	43,1	47,7	37,6	38,1	40,9	37,9	36,6	32,1	46,4	49,3	49,2	57,0		51,3	42,7

Fuente. (Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Para la Tabla 3.2.8-19 y Tabla 3.2.8-20 se encuentran que hay valores en la categoría de calidad de aire aceptable siendo estos los días 13, 14, 15, 16, y 18 de enero del presente año para la estación 2, y para la estación 3 los días 16 y 18 del mes de enero debido a que estos valores se encuentran entre los rangos ICA de 51-100 (Amarillo), el restante de los días para ambas estaciones se encuentran en una categoría de buena calidad de aire.

**Tabla 3.2.8-19 Índices de calidad del aire PM-10 diarios para la estación 2**

D/A	ESTACIÓN 2																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Promedio
Cp	51,9	38,6	40,8	34,6	45,0	41,7	36,4	48,6	43,6	40,0	50,9	50,8	62,3	62,6	58,5	93,8	53,7	77,3	51,7
PC alto	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	154	154	154	154	54	154	54
PC bajo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	55	55	55	0	55	0
I alto	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	100	100	100	100	50	100	50
I Bajo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	51	51	51	0	51	0
ICA p	48,1	35,7	37,8	32,0	41,7	38,6	33,7	45,0	40,4	37,0	47,1	47,0	54,6	54,8	52,7	70,2	49,7	62,0	47,9

Fuente. (Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

**Tabla 3.2.8-20 Índices de calidad del aire PM-10 diarios para la estación 3**

D/A	ESTACIÓN 3																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Promedio
Cp	32,3	29,7	38,3	24,9	30,8	32,5	36,8	43,5	54,9	43,1	34,4	46,1	45,0	45,7	50,8	66,2	32,3	55,2	41,3
PC alto	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	154	54	154	54
PC bajo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	0	55	0
I alto	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	50	100	50
I Bajo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	0	51	0
ICA p	29,9	27,5	35,5	23,1	28,5	30,1	34,1	40,3	50,8	39,9	31,9	42,7	41,7	42,3	47,0	56,5	29,9	51,1	38,2

Fuente. (Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

A continuación, en la Tabla 3.2.8-21 se presenta los índices de calidad de aire en los puntos evaluados para cada estación, lo que indica que sus resultados se clasifican en ICA Bueno es decir buena calidad de aire en los sectores donde se encuentran ubicadas cada una de las estaciones que se monitorearon.

**Tabla 3.2.8-21 Índices de calidad de aire acumulados en los puntos evaluados**

	Est 1	Est 2	Est 3
Cp	46,1	51,7	41,3
PC alto	54	54	54
PC bajo	0	0	0
I alto	50	50	50
I Bajo	0	0	0
ICA p	42,7	47,9	38,2

Fuente. (Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

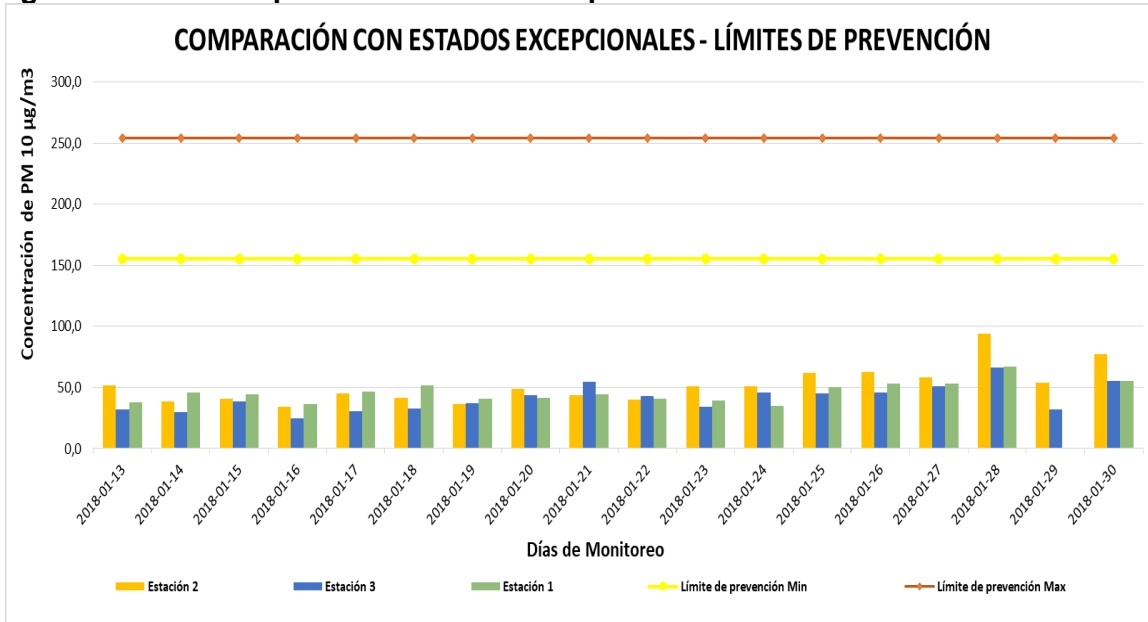
Se tiene presente que el cálculo de los índices de calidad del aire se hizo en este estudio únicamente para material particulado menor a 10 micras PM-10 debido que, para los contaminantes de CO, NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> se requiere un tiempo de exposición de 8 horas y 1 hora respectivamente y como se mencionó en la metodología en el muestreo las mediciones fueron de 1 hora (CO) y 24 horas (NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>).

- Comparación con estados excepcionales PM-10

Como se mencionó al inicio de los análisis de resultados, los valores obtenidos del muestreo se comparan con la normatividad vigente, en este caso el artículo 10 de la resolución 2254 de 2017 se establecen concentraciones contaminantes criterio para declarar los niveles de prevención, alerta y/o emergencia en la zona de estudio.

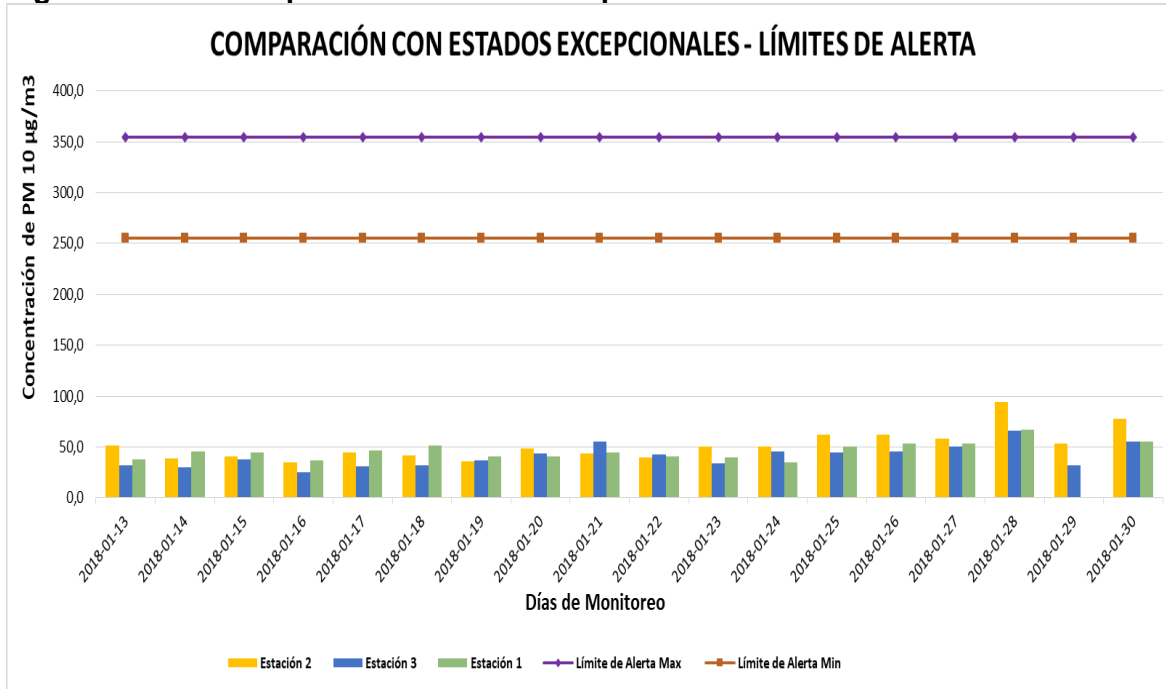
A continuación, se presentan las figuras de comparación con estados excepcionales, se establece que durante los 18 días de muestreo en la mayoría de las concentraciones de PM-10 presentan valores muy inferiores a los estados excepcionales definidos en la norma de referencia, lo que indica que las estaciones 1, 2 y 3 presentan en 15 días, 13 días y 16 días respectivamente ICA's con clasificación BUENA, indicando que no hay afectaciones en la salud de las personas por este contaminante. Los días restantes presentaron un ICA ACEPTABLE, no obstante, el índice general de las tres estaciones fue categorizado como BUENO. (Ver Figura 3.2.8-35, Figura 3.2.8-36 y Figura 3.2.8-37).

Figura 3.2.8-35 Comparación estados excepcionales PM-10 – Limite de Prevención



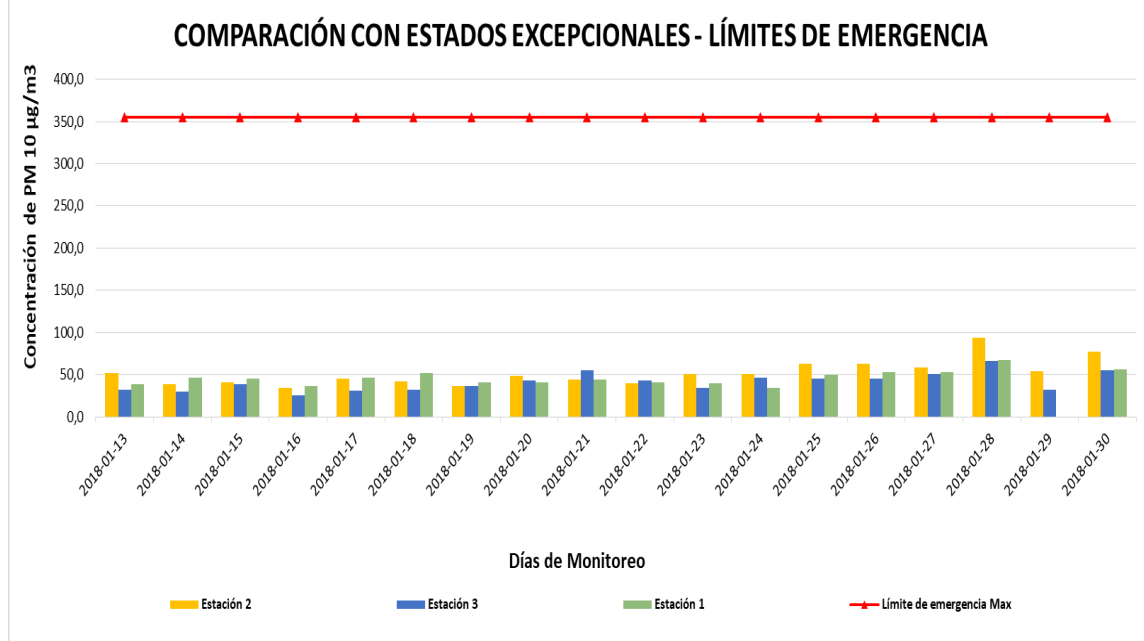
Fuente. (Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Figura 3.2.8-36 Comparación estados excepcionales PM-10 – Limite de Alerta



Fuente. (Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Figura 3.2.8-37 Comparación estados excepcionales PM-10 – Limite de Emergencia



Fuente. (Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Según los resultados y análisis de monitoreo de calidad de aire de cada una de las estaciones entregados por CIMA se puede concluir que el nivel de contaminación es bajo para todos los contaminantes monitoreados puesto que no se superó el límite normativo diario en ninguno de los días de muestreo, ni se superó de manera indicativa el límite normativo anual, a excepción de la estación 2 cuyo valor medio de PM-10 supero en 1,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  el límite establecido en la Resolución 2254 de 2017. Se establece que la causa principal para el aumento en los valores de concentración en cada uno de los parámetros en el tránsito en la vía nacional Cali – Palmira.

Así mismo en ninguna de las tres (3) estaciones supero el límite normativo de 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $\text{NO}_2$ ) para tiempo de exposición anual, tampoco se superó en ninguno de los dieciocho (18) días de muestreo el límite normativo de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $\text{SO}_2$ ) para tiempo de exposición diario. Estos gases se atribuyen a la combustión en motores de los vehículos, motos y transporte pesado que circulan por la zona.

Finalmente se tiene en cuenta que en el Anexo D4.2.1 se encuentra el informe completo de Calidad de Aire de entregado por el laboratorio CIMA para el presente estudio de impacto ambiental EIA del proyecto Alférez – San Marcos.

### 3.2.8.3 Ruido

La emisión de ruido hace referencia a la presión sonora que, generada en cualquier condición, trasciende al medio ambiente o al espacio público (Resolución 627 de 2006). De acuerdo con lo anterior se realizó la identificación de las fuentes de generación de ruido existentes tanto naturales como artificiales en la zona de estudio, ya que el ruido puede ocasionar efectos adversos sobre la salud, el desempeño laboral y el descanso de la población afectada. Así mismo de manera directa o indirecta todas las actividades



económicas contribuyen a la generación de ruido ambiental. Las grandes masas de gente que se desplazan diariamente por las redes viales primarias, secundarias y terciarias que conducen a los centros poblados, veredas y fincas, incrementan el uso de unidades de transporte colectivo o individual en circulación que produce ruido en diversas formas.

La contaminación generada por ruido se refiere a cualquier emisión de sonido que afecte adversamente la salud o seguridad de los seres humanos, la propiedad o el disfrute de esta. Así mismo se tiene en cuenta que el sonido es la sensación auditiva excitada por una perturbación física en un medio, con características medibles que tienen importancia para el análisis de la audición, dentro de las más importantes se destacan la frecuencia y la intensidad, que puede producir efectos adversos sobre la salud e interferir con la comunicación, el desempeño laboral y el descanso; se pueden identificar tres tipos de ruido:

- ✓ **Continuo o estable:** Es aquel que no presenta oscilaciones de intensidad rápidas y repentinas mayores de dos (2) decibeles.
- ✓ **Intermitente:** Presenta oscilaciones del nivel de presión sonora de más de dos (2) decibeles, continuas y sin periodos de estabilidad.
- ✓ **Impacto:** Presenta fluctuaciones bruscas del nivel de presión sonora, con intervalos mayores de un (1) segundo entre una y otra.

Con el fin de dar cumplimiento a lo establecido en los términos de referencia relacionado con el elemento ambiental de ruido, se realizó un inventario de las fuentes generadoras de ruido y se programó una campaña de monitoreo de calidad de presión sonora en las zonas que se consideraron de interés

A continuación, se presentan las principales fuentes generadoras de ruido identificadas en el área de influencia del proyecto Alférez - San Marcos, así como los posibles receptores que pueden ser afectados por ruido durante las actividades de construcción del proyecto.

### ***Inventario de fuentes generadoras de Ruido***

- **Ruido Artificial**

Hace referencia a aquellas variaciones de decibeles que se pueden presentar en un lugar, por el desarrollo de actividades humanas con fines económicos o recreativos. En el área de estudio encontramos las siguientes fuentes generadoras de ruido.

**Centros Poblados:** son fuente de emisión de ruido, por las diferentes actividades diarias que se concentran en la zona, en el área de influencia del proyecto, en las diferentes unidades territoriales, se identificaron Colegios, Centro Recreativos y Estadio Deportivo en los cuales permanecen personas reunidas, lo cual provoca variación en los niveles de presión sonora, en el ambiente. (Ver desde la Fotografía 3.2.8-14 hasta la Fotografía 3.2.8-17).

**Fotografía 3.2.8-14 Aeropuerto Alfonso Bonilla.**



Fuente: Tomado de Google Earth, 2018.

**Fotografía 3.2.8-15 Centro Recreacional y Deportivo.**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

**Fotografía 3.2.8-16 Estadio Deportivo Cali - Palmira.**



Fuente: Tomado de Google Earth, 2018.

**Fotografía 3.2.8-17 Colegio Campestre Juvenilia.**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

**Tránsito Vehicular y Mantenimiento Vial:** se evidenciaron fuentes de emisión como el ruido causado por el flujo vehicular (fuentes móviles) que transita sobre las vías principales y sobre las vías que comunican los municipios y corregimientos del área (vehículos de carga, transporte de caña, tractores, camiones para transporte de animales, automóviles y motos), adicionalmente se observó el mantenimiento a las diferentes vías tanto principales como veredales, lo cual genera una alteración en la presión sonora. (Ver Fotografía 3.2.8-18 y Fotografía 3.2.8-19).

**Fotografía 3.2.8-18 Flujo Vehicular Alto.**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

**Fotografía 3.2.8-19 Mantenimiento Vial.**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

**Actividades Industriales:** se evidenció que dentro de las principales fuentes de emisión se encuentran las actividades realizadas en la Subestación de Alférez y San Marcos y las Actividades Industriales Mecánicas, Procesamiento de Alimentos, Cultivos de Caña y las cuales requieren del uso de generadores eléctricos, compresores, válvulas de control, equipos de aire acondicionado, entre otros, que influyen en los niveles de presión sonora. (ver Fotografía 3.2.8-20 y Fotografía 3.2.8-21).

**Fotografía 3.2.8-20 Subestación Alférez.**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

**Fotografía 3.2.8-21 Unilever – Sede Palmira.**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

- **Receptores que pueden ser afectados por ruido durante la construcción del Proyecto**

La infraestructura social que potencialmente se encuentra expuesta a las fuentes de emisión de ruido, está asociada a los asentamientos urbanos y dispersos a lo largo de toda el área de estudio, entre estos se encuentran: Los habitantes de las veredas y

corregimientos pertenecientes a las unidades Territoriales presentadas en la Tabla 3.2.8-22 Estos potenciales receptores son en efecto los mismos que están expuestos a emisiones atmosféricas

**Tabla 3.2.8-22 Área de Influencia Directa Social.**

No.	Departamento	Municipio	Unidad Territorial
1	Valle del Cauca	Santiago de Cali	Sector Geográfico Valle del Lili
2			Corregimiento El Hormiguero - Vereda El Estero
3		Candelaria	Corregimiento El Carmelo (Callejones San Juan y Cantalamota)
4			Corregimiento El Lauro - Vereda Gualí
5		Palmira	Corregimiento El Guanabanal - Centro Poblado
6			Corregimiento Palmaseca – Zona de predios
7			Corregimiento Palmaseca - Vereda La Unión
8			Corregimiento La Herradura – Zona de predios
9			Corregimiento Matapalo
10		Yumbo	Corregimiento Mulaló - Vereda Platanares

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018.

En la tabla anterior, se muestra el asentamiento que hace parte del área de Influencia Indirecta, los cuales serían los posibles receptores de ruido durante la ejecución de las actividades constructivas del Proyecto (asentamientos poblacionales más cercanos al área del proyecto), sin embargo, no se constituye como una situación crítica ya que no se encuentran dentro del derecho de vía (28 metros)

- **Fuentes de generación de ruido en el Proyecto**

Las fuentes de emisión de ruido existentes durante la construcción del proyecto se asociarán al tránsito de vehículos y maquinaria pesada, así como también al uso de maquinaria y equipos en el proceso constructivo.

**Monitoreo de ruido**

El monitoreo de ruido busca lograr la identificación de las áreas sensibles (habitadas o colindantes a fuentes de ruido) en el área de influencia del Proyecto a fin de caracterizar los niveles de presión sonora ambiental actuales de acuerdo con las metodologías establecidas en la Resolución 627 de 2006 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Con el fin de dar cumplimiento a los términos de referencia a lo establecido en Tendido de Líneas de Transmisión del Sistema Nacional de Interconexión Eléctrica, Compuesto por el Conjunto de Líneas con sus Correspondientes Módulos de Conexión (Subestaciones) que se Proyecto Operen a Tensiones Iguales o Superiores a 220 KV - LI-TER-1-01, se llevó a cabo el monitoreo de ruido ambiental entre los días del 20 al 24 de enero y el 3 y 4 de febrero de 2018 en horario diurno y nocturno y en jornadas de día hábil y día no hábil, periodos en los cuales se tomaron lecturas para caracterizar los niveles de presión sonora, desarrollando un plan de trabajo que consistió en establecer seis (6) puntos de medición de

ruido ambiental. El monitoreo se llevó a cabo en el área circundante al proyecto; zona ubicada en el departamento del Valle del Cauca en los municipios de Candelaria, Cali, Yumbo y Palmira.

El monitoreo fue realizado por la Corporación Integral del Medio Ambiente C.I.M.A., acreditada por el IDEAM mediante Resolución 2085 del 1 de octubre de 2015; bajo la norma NTC ISO/IEC 17025:2005 ajustado a la Resolución 627 de 2006.

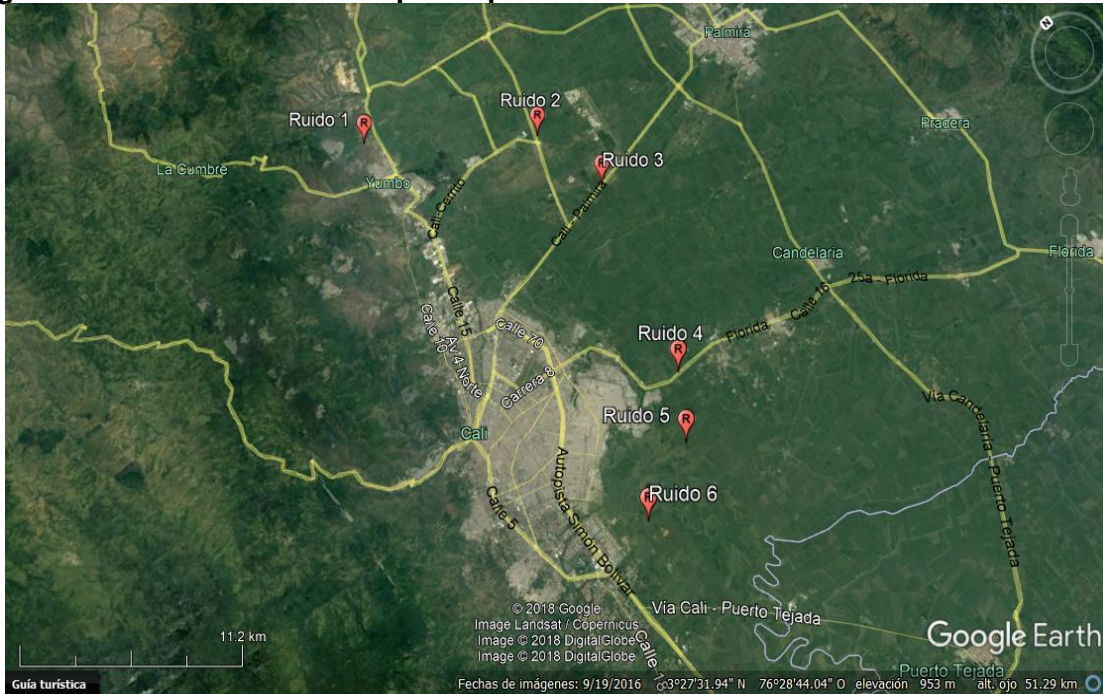
A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la evaluación de los niveles de presión sonora para el proyecto Alférez San Marcos. Los puntos de monitoreo fueron distribuidos en el área de influencia del proyecto como se muestra la Tabla 3.2.8-23 y en la Figura 3.2.8-38 se muestra su ubicación espacial, considerando los centros poblados, vías de acceso de mayor flujo vehicular durante las diferentes etapas del proyecto, así mismo las viviendas más cercadas al área de influencia.

**Tabla 3.2.8-23 Puntos de medición de ruido ambiental**

Punto	Nombre del Punto	Coordenadas Geográficas		Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Central	
		Latitud	Longitud	N	E
1	R1	3°36'19.6"	76°29'22.8"	890463,292	1065310,679
2	R2	3°33'06.1"	76°24'55.2"	884524,962	1073573,939
3	R3	3°30'52.9"	76°24'23.3"	880433,987	1074561,492
4	R4	3°24'42.0"	76°26'24.8"	869038,018	1070818,889
5	R5	3°23'04.1"	76°27'34.6"	866029,326	1068666,121
6	R6	3°22'10.5"	76°29'47.2"	864380,328	1064573,716

Fuente. (Corporacion Integral del Medio Ambiente CIMA, 2018)

Figura 3.2.8-38 Distribución espacial puntos de monitoreo



Fuente. (Corporación Integral del Medio Ambiente CIMA, 2018)

- **Metodología de Monitoreo Evaluación de Ruido Ambiental**

Para el estudio de ruido ambiental, se realiza una calibración acústica del micrófono del sonómetro y luego se ubica el micrófono a una altura de 4,00 m, las mediciones se toman empleando la escala de ponderación A (dBA) y en respuesta lenta (slow). Cada medición, debe constar de cinco mediciones parciales distribuidas en tiempos iguales, cada una de las cuales debe tener una posición orientada del micrófono, norte, sur, este, oeste y vertical.

En total se evaluaron seis (6) puntos de ruido ambiental en horarios diurno y nocturno en jornadas hábil y no hábil, los aspectos que se tuvieron en cuenta para el desarrollo del monitoreo se describen de forma general a continuación en la Tabla 3.2.8-24, en el Anexo D.4.3.1 se presenta el informe completo entregado por el laboratorio CIMA.





Tabla 3.2.8-24 Datos generales de medición

PARÁMETROS DEL ESTUDIO	
# Loc Quest	El número de archivo en la memoria del sonómetro QUEST
L1 (Leq),dBA	Nivel continuo equivalente de ruido en el periodo de medición (resultado de la medición)
Lmax, dBA	Máximo nivel puntual de ruido encontrado dentro del periodo de medición.
Lmin. dBA	Mínimo nivel puntual de ruido encontrado dentro del periodo de medición.
L10.dBA	Nivel Sonoro que se sobrepasa durante el 10% del tiempo de medición.
L90.dBA	Nivel Sonoro que se sobrepasa durante el 90% del tiempo de medición.
Horarios	Las lecturas diurnas se realizaron entre las 7:01 y las 21:00, y las nocturnas entre las 21:01 y las 7:00, cumpliendo así con los horarios establecidos en la normatividad.

Fuente. (Corporación Integral del Medio Ambiente CIMA, 2018)

A continuación, en la Tabla 3.2.8-25 se observan los equipos que se utilizaron por el laboratorio durante el monitoreo de ruido ambiental.

**Tabla 3.2.8-25 Características generales de los equipos**

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EQUIPO		
	<p align="center"><b>Sonómetro 3M SoundPro DL 1-1/3 BLL100010 RU-075-EM</b></p>	
	<p><b>Clase</b></p>	Tipo 2.
	<p><b>Precisión</b></p>	± 1dBA
	<p><b>Sensibilidad</b></p>	Sensibilidad de micrófono independiente de la frecuencia.
	<p><b>Funciones</b></p>	Lectura en tiempo real con analizador frecuencias en tercios de octava.
	<p><b>Características Generales</b></p>	Filtros de ponderación de frecuencia A, B, C y Z. Modos de respuesta rápida, lenta, impulsos y picos. Determinación del nivel equivalente, máximo y mínimo. Provisto con cable de extensión de micrófono.
	<p><b>Normatividad</b></p>	Cumple norma IEC 61672-1:2002
<p><b>Certificados</b></p>	Certificado de calibración vigente adjunto en el <b>Anexo 1</b>	
	<p align="center"><b>Calibrador acústico Quest SN-BLL100010-OSC4503</b></p>	
	<p><b>Nivel de calibración</b></p>	94 dB y 114 dB.
	<p><b>Normatividad</b></p>	Cumple norma IEC 60942:2003.
	<p><b>Certificados</b></p>	Certificado de calibración vigente, adjunto en el <b>Anexo 1</b>
	<p align="center"><b>SOFTWARE</b></p>	
	<p><b>Referencia</b></p>	QuestSuite® Professional II
	<p><b>Versión</b></p>	4.2.2296
	<p><b>Características</b></p>	Descarga datos de los estudios realizados por el sonómetro
	<p align="center"><b>Trípode</b></p>	
	<p><b>Características Generales</b></p>	Ajustable a altura de cuatro (4) metros. Capacidad de giro de 360 grados. Desarmable. Orientación variable.

Fuente. (Corporación Integral del Medio Ambiente CIMA, 2018)

- **Normas aplicables**

Los resultados del monitoreo del estudio de impacto ambiental para el proyecto Alférez – San Marcos se comparan con los valores de referencia tomados de la norma Resolución 627 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Los valores de referencia se toman del Capítulo II, Tabla 2 de la Resolución 627 de 2006 para los siguientes sectores: (Tabla 3.2.8-26)

Sector B: Tranquilidad y ruido moderado, subsector universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.

Sector C: Ruido intermedio restringido, subsector zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales.

Sector C: Ruido intermedio restringido, subsector zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.

Sector D. Zona suburbana o rural de tranquilidad y ruido moderado, subsector rural habitada destinada a explotación agropecuaria

**Tabla 3.2.8-26 Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dBA**

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB(a)	
		Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y Silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	45
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	50
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.		
Sector C. Ruido Intermedio restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	70
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	70	55
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	50
	Zonas con usos institucionales.		
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales.	80	70



Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB(a)	
		Día	Noche
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Residencial suburbana.	55	45
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

Fuente: Resolución 627 del 07 de abril de 2006, Emitida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

- **Información Meteorológica**

Las características meteorológicas influyen en las mediciones de ruido ambiental, por tal razón para el presente estudio se evidencia el comportamiento de dichas variables (velocidad del viento, precipitación, temperatura y humedad relativa) a partir de información medida durante el monitoreo en cada uno de los puntos.

Las mediciones de ruido ambiental fueron realizadas en ausencia de precipitaciones, tal como lo indica la Resolución 627 de 2006 del MAVDT. La presión atmosférica fue de 746,7 mmHg. A continuación en la Tabla 3.2.8-27 se presentan las principales variables meteorológicas para un día hábil y en la Tabla 3.2.8-28 se presentan para día no hábil.

**Tabla 3.2.8-27 Principales variables meteorológicas – tiempo ejecución estudio (Día Hábil)**

	Velocidad del viento (m/s)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
<b>Promedio</b>	0,3	25,3	85,8
<b>Máximo</b>	0,5	32,8	95,0
<b>Mínimo</b>	0,1	19,1	72,6

Fuente. (Corporación Integral del Medio Ambiente CIMA, 2018)



**Tabla 3.2.8-28 Principales variables meteorológicas – tiempo ejecución estudio (Día No Hábil)**




	Velocidad del viento (m/s)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
<b>Promedio</b>	0,4	26,6	83,7
<b>Máximo</b>	1,3	33,6	97,2
<b>Mínimo</b>	0,1	21,0	53,0


Fuente. (Corporación Integral del Medio Ambiente CIMA, 2018)

A continuación, en la Tabla 3.2.8-29, se presenta una descripción puntual de las condiciones generales de cada uno de los puntos donde se realizó la toma de muestra, posteriormente se analizarán cada una de las variables con sus respectivos resultados.

**Tabla 3.2.8-29 Descripción general de los puntos de monitoreo**

Punto de Monitoreo	Coordenadas Gauss Krüger, Datum Magna Sirgas - Origen Central		Aspectos		Registro fotográfico		
R1	N:	890463,292	<b>Climático:</b>	Durante el periodo de monitoreo predominó el tiempo soleado, no se presentaron lluvias.			
	E:	1065310,679				Fuentes potenciales de emisión de ruido	- Tránsito de vehículos. - Personas. - Fauna silvestre
	m.s.n.m.	1002					
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUNTO:</b> Punto ubicado en zona rural del municipio de Yumbo, aproximadamente a 740 m de la vía nacional que comunica a los municipios Yumbo y Vijes.							
R2	N:	884524,962	<b>Climático:</b>	Durante el periodo de monitoreo predominó el tiempo soleado no, se presentaron lluvias.			
	E:	1073573,939				Fuentes potenciales de emisión de ruido	- Tránsito de vehículos. - Personas. - Fauna silvestre
	m.s.n.m.	955					
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUNTO:</b> Punto ubicado a 5 m de la vía que comunica al corregimiento de Rozo y el municipio de Palmira.							
R3	N:	880433,987	<b>Climático:</b>	Durante el periodo de monitoreo predominó el tiempo nublado, no se presentaron lluvias.			

Punto de Monitoreo	Coordenadas Gauss Krüger, Datum Magna Sirgas - Origen Central		Aspectos		Registro fotográfico
	E:	1074561,492	Fuentes potenciales de emisión de ruido	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tránsito de vehículos.</li> <li>- Fauna silvestre.</li> </ul>	
	m.s.n.m.	957			
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUNTO:</b> Punto ubicado a 5 m de la vía que comunica a la ciudad de Cali con el municipio de Palmira.					
R4	N:	869038,018	<b>Climático:</b>	Durante el periodo de monitoreo predominó el tiempo nublado, no se presentaron lluvias.	
	E:	1070818,889	Fuentes potenciales de emisión de ruido	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tránsito de vehículos.</li> <li>- Personas.</li> <li>- Fauna silvestre.</li> </ul>	
	m.s.n.m.	956			
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUNTO:</b> Punto ubicado a 5 m de la vía que comunica a la ciudad de Cali con el municipio de Florida.					
R5	N:	866029,326	<b>Climático:</b>	Durante el periodo de monitoreo predominó el tiempo nublado, no se presentaron lluvias.	
	E:	1068666,121	Fuentes potenciales de emisión de ruido	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tránsito de vehículos.</li> <li>- Fauna silvestre.</li> <li>- Sobre vuelo de aviones.</li> </ul>	
	m.s.n.m.	955			
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUNTO:</b> Punto ubicado en zona rural de la ciudad de Cali, aproximadamente a 450 m del río Cauca.					

Punto de Monitoreo	Coordenadas Gauss Krüger, Datum Magna Sirgas - Origen Central		Aspectos		Registro fotográfico
R6	N:	864380,328	<b>Climático:</b>	Durante el periodo de monitoreo predominó el tiempo soleado, no se presentaron lluvias.	
	E:	1064573,716	Fuentes potenciales de emisión de ruido	- Tránsito de vehículos. - Fauna silvestre.	
	m.s.n.m.	955	<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUNTO:</b> Punto ubicado en zona rural de la ciudad de Cali, frente a la Sub estación eléctrica.		

Fuente. (Corporación Integral del Medio Ambiente CIMA, 2018)

## • Resultados

El monitoreo de ruido ambiental del área de influencia en el marco del Proyecto Alférez – San Marcos, se realizó en jurisdicción de los municipios de Candelaria, Palmira, Cali y Yumbo, se llevó a cabo entre los días del 20 al 24 de enero y el 3 y 4 de febrero de 2018, día hábil y no hábil, en horario diurno y nocturno. El estudio se desarrolló en seis (6).

Los sectores en los cuales se clasificaron cada uno de los puntos, de acuerdo con su localización, son los siguientes:

Sector C: Ruido Intermedio Restringido. Subsector: Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales. Las mediciones realizadas en los puntos 2, 3 y 4 fueron comparadas con los estándares máximos permisibles fijadas para este sector debido a la cercanía con las vías nacionales.

Sector C: Ruido intermedio restringido, subsector zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas. Las mediciones realizadas en los puntos 1 y 6 fueron comparadas con los estándares máximos permisibles establecidos para este sector, debido a la cercanía con las estaciones y/o subestaciones eléctricas.

Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado, Subsector, Rural habitada destinada a explotación agropecuaria. La medición realizada en el punto 5 fue comparada con los estándares máximos permisibles establecidos para este sector, ya que es una zona rural de vocación agrícola.

- Ruido Ambiental Día Hábil

A continuación, se presentan los resultados en referencia al día hábil en horario diurno y nocturno respectivamente. El detalle de las mediciones efectuadas de incluye en el Anexo D4.3.1 del presente estudio de impacto ambiental, informe entregado por el laboratorio CIMA con sus respectivos registros y soportes.

### Horario Diurno

El monitoreo de ruido ambiental llevado a cabo en seis (6) puntos jornada diurna inicio el día 20 de enero de 2018 a las 8.46am y finalizo a las 15:47pm del mismo día, en la Figura 3.2.8-39 se presentan la descripción general y resultados del monitoreo en cada uno de los puntos.

En los punto 1 y 6 catalogados en el sector C, ruido intermedio restringido; zonas con usos permitidos como zonas industriales, portuarias, parques industriales y zonas francas el cual es de 75 dBA, se registraron valores de presión sonora de 52,3 dba y 53,5 dBA respectivamente los cual indica valores inferiores al límite norma vigente, para el punto 1 las principales fuentes generadoras de ruido son el paso de vehículos en la zona los cuales comunican la municipio de Yumbo con Buga, transito frecuente de personas y fauna silvestre mientras que para el punto 6 las fuentes generadoras de ruido son principalmente la cercanía a una sub estación eléctrica y fauna silvestre.

**Figura 3.2.8-39 Descripción general de los puntos de monitoreo en horario diurno hábil**

MONITOREO DIURNO					
Total de Puntos	6				
Numero de Puntos Fuera de Norma	1				
% de Puntos Fuera de Norma	16,7%				
Punto	L <sub>Aeq, d</sub> dBA	L <sub>RAeq, d</sub> dBA	%T	Límite Normativo dBA	Descripción del punto
3	75,9	75,9	-5,1%	80,0	R3
4	74,7	74,7	-6,6%	80,0	R4
2	68,6	68,6	-14,3%	80,0	R2
5	52,0	58,0	5,5%	55,0	R5
6	47,5	53,5	-28,7%	75,0	R6
1	49,3	52,3	-30,3%	75,0	R1
T% Porcentaje de Transgresión de la normatividad, valores positivos indican sobrepaso del valor establecido					

Fuente. (Corporacion Integral del Medio Ambiente CIMA, 2018)

Teniendo en cuenta la figura anterior se establece que para los punto 2, 3 y 4 catalogados en el sector C: Ruido intermedio restringido, subsector con zonas con otros usos relacionados como parques mecánicos al aire libre, zonas donde se concentran gran

cantidad de personas, vías troncales, vías principales el cual cuenta con un límite de 80 dBA; ningún de estos tres puntos supera el límite permisivo con valores de 68,6 dBA, 75,9 dBA y 74,7 dBA respectivamente, la generación de ruido en estos puntos se debe principalmente a fauna silvestre y paso de personas sin embargo en el punto 4 otra fuente principal de generación de ruido corresponde a los equipos de sonido de las viviendas aledañas.

En la punto 5 los niveles de ruido ambiental registrados se catalogan en el sector D zona suburbana o rural de tranquilidad y ruido moderado, zona habitada por explotación agropecuaria, zonas francas con un límite máximo permisibles de 55 dBA, por lo cual el valor que reporto esta estación fue de 58 dBA excediendo el límite permisible establecido en la resolución 627 de 2006 lo cual hace referencia únicamente a la cercanía de zonas donde existe sobrevuelo de aviones y avionetas, fauna silvestre, paso de tránsito vehicular.

### Horario Nocturno

El monitoreo de ruido ambiental llevado a cabo en seis (6) puntos jornada nocturno inicio el día 23 de enero de 2018 desde las 21.05pm y finalizo el día 24 de enero de 2018 a las 2.20 am. Los resultados del monitoreo se presentan a continuación en la Figura 3.2.8-40.

**Figura 3.2.8-40 Descripción general de los puntos de monitoreo en horario nocturno hábil**

MONITOREO NOCTURNO						
Total de Puntos	6					
Numero de Puntos Fuera de Norma	1					
% de Puntos Fuera de Norma	16,7%					
Punto	L <sub>Aeq, d</sub> dBA	L <sub>RAeq, d</sub> dBA	%T	Límite Normativo dBA	Descripción del punto	
4	60,7	66,7	-4,7%	70,0	R4	
2	66,3	66,3	-5,3%	70,0	R2	
3	61,7	61,7	-11,9%	70,0	R3	
5	55,8	58,8	30,7%	45,0	R5	
6	50,5	56,5	-19,3%	70,0	R6	
1	50,3	56,3	-19,6%	70,0	R1	
<i>T% Porcentaje de Transgresión de la normatividad, valores positivos indican sobrepaso del valor establecido</i>						

Fuente. (Corporacion Integral del Medio Ambiente CIMA, 2018)

Teniendo en cuenta la figura anterior se establece que para los puntos 1 y 6 con valores de 56,3 dBA y 56,5 dBA respectivamente tienen como generación de ruido de fauna silvestre, paso de vehículos y en el punto 6 se evidencia la cercanía a una subestación eléctrica, sin embargo, ninguno de estos dos puntos sobrepasa el limite normativo según la normatividad vigente. Para los puntos 2, 3, y 4 los registros del monitoreo nocturno para un día hábil se encuentran dentro del límite normativo con valores de 66,3 dBA, 61,7 dBA y 66,7 dBA.

Finalmente se obtiene para el punto numero 5 un valor de 58,5 dBA excediendo el valor máximo permisible para el Sector D siendo este de 45 dBA.

Se establece que en el monitoreo de ruido de día hábil en horario diurno y nocturno se determinó que el punto en donde se registró un menor valor en el 1, los resultados varían significativamente debido a la ubicación de cada estación, sin embargo, en horario diurno y nocturno el único punto que excedió el límite máximo permisible fue el punto 5.

- Ruido Ambiental Día No Hábil

A continuación, se presentan los resultados en referencia al día no hábil en horario diurno y nocturno respectivamente. El detalle de las mediciones efectuadas de incluye en el Anexo D4.3.1 del presente estudio de impacto ambiental, informe entregado por el laboratorio CIMA con sus respectivos registros y soportes.

Horario Diurno

El monitoreo de ruido ambiental llevado a cabo en seis (6) puntos jornada diurno para día no hábil inicio el día 21 de enero de 2018 a las 8.42am y finalizo a las 15.58pm del mismo día, en la Figura 3.2.8-41 se presentan la descripción general y resultados del monitoreo en cada uno de los puntos.

Para los puntos 1 y 6 registro una presión sonora de 57,5 dBA y 54,6 dBA respectivamente lo cual indica que son valores inferiores al límite normativo establecido en la resolución 627 de 2006, estos dos puntos corresponden al sector C zona con usos permitidos industriales lo que indica un límite máximo permisible de 75 Dba, al igual que en las mediciones de día hábil estos puntos tienen fuentes generadoras de fauna silvestre, paso de vehículos y cercanías a un subestación eléctrica únicamente para el punto 6.

**Figura 3.2.8-41 Descripción general de los puntos de monitoreo en horario diurno - no hábil**

MONITOREO DIURNO					
Total de Puntos	6				
Numero de Puntos Fuera de Norma	0				
% de Puntos Fuera de Norma	0,0%				
Punto	L <sub>Aeq, d</sub> dBA	L <sub>RAeq, d</sub> dBA	%T	Límite Normativo dBA	Descripción del punto
4	76,4	79,4	-0,7%	80,0	R4
2	75,8	75,8	-5,3%	80,0	R2
3	72,7	75,7	-5,4%	80,0	R3
1	51,8	57,8	-22,9%	75,0	R1
6	48,6	54,6	-27,2%	75,0	R6
5	41,5	47,5	-13,6%	55,0	R5
<i>T% Porcentaje de Transgresión de la normatividad, valores positivos indican sobrepaso del valor establecido</i>					

Fuente. (Corporacion Integral del Medio Ambiente CIMA, 2018)





Teniendo en cuenta la figura anterior los niveles de ruido ambiental nocturno registrados para el punto 5 catalogado en el sector D registro un valor de 42 dBA no excediendo el límite permisible el cual hace referencia a un valor de 45 dBA, las fuentes generadoras de ruido para esta zona corresponden a fauna silvestre.

Finalmente se establece que según el monitoreo de ruido ambiental En horario diurno día no hábil, ninguno de los seis (6) puntos de monitoreo excedió el límite máximo normativo establecido en la Resolución 627 de 2006, para cada uno de los sectores en que fueron catalogados. Por otro lado, los puntos relacionados en el Sector C (zonas con usos permitidos industriales, etc.) cumplieron frente al estándar máximo permisible establecido para los horarios diurno y nocturno en jornada hábil y no hábil. También se evidencia el cambio, disminución o aumento de actividades en los días no hábiles, ya que se comparan los datos registrados en días hábiles para el mismo horario y los valores tienden a disminuir o aumentar dependiendo de la ubicación del punto de medición en la zona.