

---

**ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS, FINANCIACIÓN, GESTIÓN AMBIENTAL,  
PREDIAL  
Y SOCIAL, CONSTRUCCIÓN, MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN, OPERACIÓN,  
MANTENIMIENTO Y REVERSIÓN DEL CORREDOR VIAL PAMPLONA-CÚCUTA**

---

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE  
CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 3 - 4 - 5 SECTOR PAMPLONITA - LOS ACACIOS**

**CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIOTICO**





## CORREDOR 4G PAMPLONA - CÚCUTA

### ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 3 - 4 - 5 SECTOR PAMPLONITA - LOS ACACIOS

#### CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIOTICO

##### TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA .....	8
5.1 MEDIO ABIÓTICO.....	8
5.1.10 Atmósfera .....	8
5.1.10.1 Meteorología .....	8
5.1.10.1.1 Ubicación de las estaciones climáticas.....	8
5.1.10.1.2 Temperatura.....	9
5.1.10.1.3 Presión atmosférica promedio mensual (mb).....	12
5.1.10.1.4 Precipitación.....	13
5.1.10.1.5 Humedad relativa .....	21
5.1.10.1.6 Viento .....	24
5.1.10.1.7 Radiación solar.....	26
5.1.10.1.8 Nubosidad .....	29
5.1.10.1.9 Evaporación .....	30
5.1.10.1.10 Clasificación Climática.....	32
5.1.10.2 Identificación de fuentes de emisiones .....	34
5.1.10.2.1 Fuente fijas puntuales .....	36
5.1.10.2.2 Fuentes fijas dispersas o difusas.....	38
5.1.10.2.3 Fuentes lineales .....	40
5.1.10.2.4 Fuentes móviles .....	45
5.1.10.2.5 Potenciales receptores .....	45
5.1.10.3 Calidad del Aire .....	46
5.1.10.3.1 Inventario de fuentes generadoras de emisiones atmosféricas .....	46
5.1.10.3.2 Análisis y evaluación de la calidad de aire.....	46
5.1.10.4 Ruido.....	64
5.1.10.4.1 Inventario de fuentes generadoras de ruido .....	65

 	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 3 - 4 - 5 SECTOR PAMPLONITA - LOS ACACIOS CAPITULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA – MEDIO ABIÓTICO</p>
<p>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

5.1.10.4.2	Monitoreo y Evaluación de Ruido .....	67
------------	---------------------------------------	----

## CORREDOR 4G PAMPLONA - CÚCUTA

### ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 3 - 4 - 5 SECTOR PAMPLONITA - LOS ACACIOS

#### CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIOTICO

##### ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 5.1 Estaciones IDEAM seleccionadas .....	8
Tabla 5.2 Temperatura media sector Estación ISER Pamplona.....	10
Tabla 5.3 Temperatura media sector Estación La Esperanza .....	10
Tabla 5.4 Temperatura media sector Estación Carmen de Tonchalá .....	11
Tabla 5.5 Estaciones pluviométricas y climatológicas asociadas al AI de la UF 3-5.....	13
Tabla 5.6 Precipitación media diaria sector Estación ISER Pamplona .....	15
Tabla 5.7 Precipitación media diaria sector Estación Manzanares.....	15
Tabla 5.8 Precipitación media diaria sector Estación La Donjuana 2 .....	16
Tabla 5.9 Precipitación media mensual sector Estación ISER Pamplona .....	17
Tabla 5.10 Precipitación media mensual sector Estación Manzanares .....	17
Tabla 5.11 Precipitación media mensual sector Estación La Donjuana 2.....	18
Tabla 5.12 Humedad relativa mensual sector Estación ISER Pamplona .....	21
Tabla 5.13 Humedad relativa mensual sector Estación Esperanza La .....	22
Tabla 5.14 Humedad relativa mensual sector Estación Carmen de Tonchalá.....	22
Tabla 5.15 Recorrido del viento medio mensual – Estación ISER Pamplona .....	25
Tabla 5.16 Recorrido del viento medio mensual – Estación Carmen de Tonchalá .....	26
Tabla 5.17 Evaporación media mensual Estación ISER Pamplona.....	30
Tabla 5.18 Evaporación media mensual – Estación Carmen de Tonchalá.....	30
Tabla 5.19 Rangos de la clasificación climática de Caldas ajustados por el IDEAM .....	32
Tabla 5.20 Provincias de humedad según Clasificación climática de Lang .....	32
Tabla 5.21 Inventario general de fuentes de emisión UF 3, 4 y 5.....	34
Tabla 5.22 Descripción de fuentes lineales de emisión .....	41
Tabla 5.23 Potenciales receptores en el área de influencia .....	45
Tabla 5.24 Generalidades estaciones de muestreo – Estación 1 .....	48
Tabla 5.25 Generalidades estaciones de muestreo – Estación 2 .....	48
Tabla 5.26 Generalidades estaciones de muestreo - Estación 3.....	49
Tabla 5.27 Generalidades estaciones de muestreo - Estación 4.....	49
Tabla 5.28 Generalidades estaciones de muestreo - Estación 5.....	50
Tabla 5.29 Generalidades estaciones de muestreo - Estación 6.....	51
Tabla 5.30 Equipos utilizados durante el muestreo de calidad aire .....	53
Tabla 5.31 Rangos del ICA de acuerdo con el color asignado y calificación .....	59
Tabla 5.32 Índices de calidad de Aire acumulados para SO <sub>2</sub> .....	60
Tabla 5.33 Índices de calidad de Aire acumulados para PM <sub>10</sub> en los puntos evaluados ..	61
Tabla 5.34 Inventario fuentes de emisión de ruido.....	65
Tabla 5.35 Asentamientos poblacionales.....	66
Tabla 5.36 Puntos de medición de ruido ambiental.....	67

Tabla 5.37 Datos generales de la medición. Parámetros del estudio .....	69
Tabla 5.38 Equipos utilizados para la medición .....	69
Tabla 5.39 Principales variables meteorológicas – Monitoreo de Ruido.....	70
Tabla 5.40 Puntos de monitoreo de ruido .....	71
Tabla 5.41 Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dBA .....	79
Tabla 5.42 Resultados corregidos en jornada día hábil- horario diurno.....	80
Tabla 5.43 Resultados corregidos horario nocturno día hábil.....	84
Tabla 5.44 Resultados corregidos horario diurno día no hábil.....	87
Tabla 5.45 Resultados corregidos horario nocturno día no hábil.....	90

## CORREDOR 4G PAMPLONA - CÚCUTA

### ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 3 - 4 - 5 SECTOR PAMPLONITA - LOS ACACIOS

#### CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO

##### ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 5.1 Localización y área de influencia (polígonos de Thiessen) de las estaciones climatológicas IDEAM vs Área de influencia de la UF 3-5 vs Zonificación altimétrica.....	9
Figura 5.2 Histograma de la temperatura media, máxima diaria y mínima diaria – Estación ISER Pamplona .....	10
Figura 5.3 Histograma de la temperatura media, máxima diaria y mínima diaria – Estación La Esperanza .....	11
Figura 5.4 Histograma de la temperatura media, máxima diaria y mínima diaria – Estación Carmen de Tonchalá .....	11
Figura 5.5 Zonificación de la temperatura media .....	12
Figura 5.6 Zonificación de la presión atmosférica .....	13
Figura 5.7 Polígonos de Thiessen estaciones pluviométricas – Precipitación total anual promedio (mm/año) .....	14
Figura 5.8 Histograma precipitación media diaria – Estación ISER Pamplona.....	15
Figura 5.9 Histograma precipitación media diaria – Estación Manzanares.....	16
Figura 5.10 Histograma precipitación media diaria – Estación La Donjuana 2 .....	16
Figura 5.11 Histograma precipitación media mensual – Estación ISER Pamplona .....	17
Figura 5.12 Histograma precipitación media mensual – Estación Manzanares .....	17
Figura 5.13 Histograma precipitación media mensual – Estación La Donjuana 2 .....	18
Figura 5.14 Precipitación total anual - Estación ISER Pamplona .....	19
Figura 5.15 Precipitación total anual - Estación Manzanares .....	19
Figura 5.16 Precipitación total anual - Estación La Donjuana 2 .....	20
Figura 5.17 Isoyetas y zonificación de la precipitación total anual.....	21
Figura 5.18 Histograma de humedad relativa – Estación ISER Pamplona.....	22
Figura 5.19 Histograma de humedad relativa – Estación Esperanza La .....	22
Figura 5.20 Histograma de humedad relativa – Estación Carmen de Tonchalá .....	23
Figura 5.21 Zonificación de la humedad relativa .....	23
Figura 5.22 Rosa de los vientos – Estación ISER Pamplona .....	24
Figura 5.23 Rosa de los vientos de Cúcuta.....	25
Figura 5.24 Histograma del recorrido del viento – Estación ISER Pamplona .....	26
Figura 5.25 Histograma del recorrido del viento – Estación Carmen de Tonchalá .....	26
Figura 5.26 Radiación Solar - Enero.....	27
Figura 5.27 Radiación Solar - Febrero .....	27
Figura 5.28 Radiación Solar - Marzo.....	27
Figura 5.29 Radiación Solar - Abril .....	27
Figura 5.30 Radiación Solar - Mayo.....	28
Figura 5.31 Radiación Solar - Junio .....	28
Figura 5.32 Radiación Solar - Julio .....	28

Figura 5.33 Radiación Solar - Agosto .....	28
Figura 5.34 Radiación Solar – Sep. ....	28
Figura 5.35 Radiación Solar – Octubre .....	28
Figura 5.36 Radiación Solar – Nov. ....	29
Figura 5.37 Radiación Solar – Dic.....	29
Figura 5.38 Histograma de la nubosidad – Estación TAMA PARQUE NAL.....	29
Figura 5.39 Histograma de la nubosidad media mensual - Estación ISER Pamplona.....	30
Figura 5.40 Histograma de la evaporación total - Estación Carmen de Tonchalá .....	31
Figura 5.41 Evaporación media total anual (mm/año) .....	31
Figura 5.42 Denominación termal – Clasificación de Caldas.....	33
Figura 5.43 Provincias de humedad - Clasificación de Lang.....	33
Figura 5.44 Puntos de monitoreo de calidad del aire .....	52
Figura 5.45 Valores medios diarios de PM-10 .....	55
Figura 5.46 Valores medios diarios de NO <sub>2</sub> .....	57
Figura 5.47 Valores medios diarios de SO <sub>2</sub> .....	57
Figura 5.48 Promedio horario de CO Estación 1 y Estación 2.....	58
Figura 5.49 Medias horarias diarias de CO Estación 3 y Estación 4 .....	58
Figura 5.50 Medias horarias diarias de CO Estación 5 y Estación 6 .....	59
Figura 5.51 Índice de calidad de aire (ICA) SO <sub>2</sub> .....	60
Figura 5.52 Índice de calidad de aire (ICA) PM-10.....	61
Figura 5.53 Comparación estados excepcionales PM <sub>10</sub> .....	62
Figura 5.54 Comparación estados excepcionales SO <sub>2</sub> .....	63
Figura 5.55 Localización de los puntos de medición de ruido ambiental .....	68
Figura 5.56 Resultados corregidos monitoreo de ruido ambiental diurno día hábil.....	82
Figura 5.57 Mapa de isófonas horario diurno día hábil.....	83
Figura 5.58 Resultados corregidos monitoreo de ruido ambiental nocturno día hábil.....	85
Figura 5.59 Mapa de isófonas horario nocturno día hábil.....	86
Figura 5.60 Resultados corregidos monitoreo de ruido ambiental diurno día no hábil.....	88
Figura 5.61 Mapa de Isófonas Horario diurno día no hábil .....	89
Figura 5.62 Resultados corregidos monitoreo de ruido ambiental nocturno día no hábil..	91
Figura 5.63 Mapa de isófonas horario nocturno día no hábil.....	92



## CORREDOR 4G PAMPLONA - CÚCUTA

### ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 3 - 4 - 5 SECTOR PAMPLONITA - LOS ACACIOS

#### CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO

##### ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	<b>Pág.</b>
Fotografía 5.1 Fuente fija puntual - Restaurantes a través de la vía existente	37
Fotografía 5.2 Fuente fija puntual - Vivienda rural	37
Fotografía 5.3 Fuente fija puntual – Chimeneas en viviendas y establecimientos	37
Fotografía 5.4 Fuente fija dispersa – Actividades de extracción de materiales	38
Fotografía 5.5 Fuente fija dispersa- Caseríos	39
Fotografía 5.6 Fuente fija dispersa – Granja avícola	40
Fotografía 5.7 Fuentes móviles sobre la vía existente Pamplona-Cúcuta.	45
Fotografía 5.8 Tráfico vehicular sobre vía existente Pamplona-Cúcuta	66



## 5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

En el presente capítulo se presenta información de tipo cualitativo y cuantitativo que permite conocer las características del ambiente en el área de influencia del proyecto de construcción de la doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF 3-4-5 sector Pamplonita – Los Acacios. A continuación, se desarrollará la caracterización del componente atmosférico.

### 5.1 MEDIO ABIÓTICO

#### 5.1.10 Atmósfera

##### 5.1.10.1 Meteorología

##### 5.1.10.1.1 Ubicación de las estaciones climáticas

Las estaciones del IDEAM seleccionadas para identificar, zonificar y describir las condiciones meteorológicas del área de influencia de la Unidad Funcional 3-4-5 (en adelante UF 3-5) fueron seleccionadas siguiendo dos lineamientos, el primero encontrarse activas y segundo contar con mínimo 10 años de registros. Las estaciones seleccionadas son las siguientes:

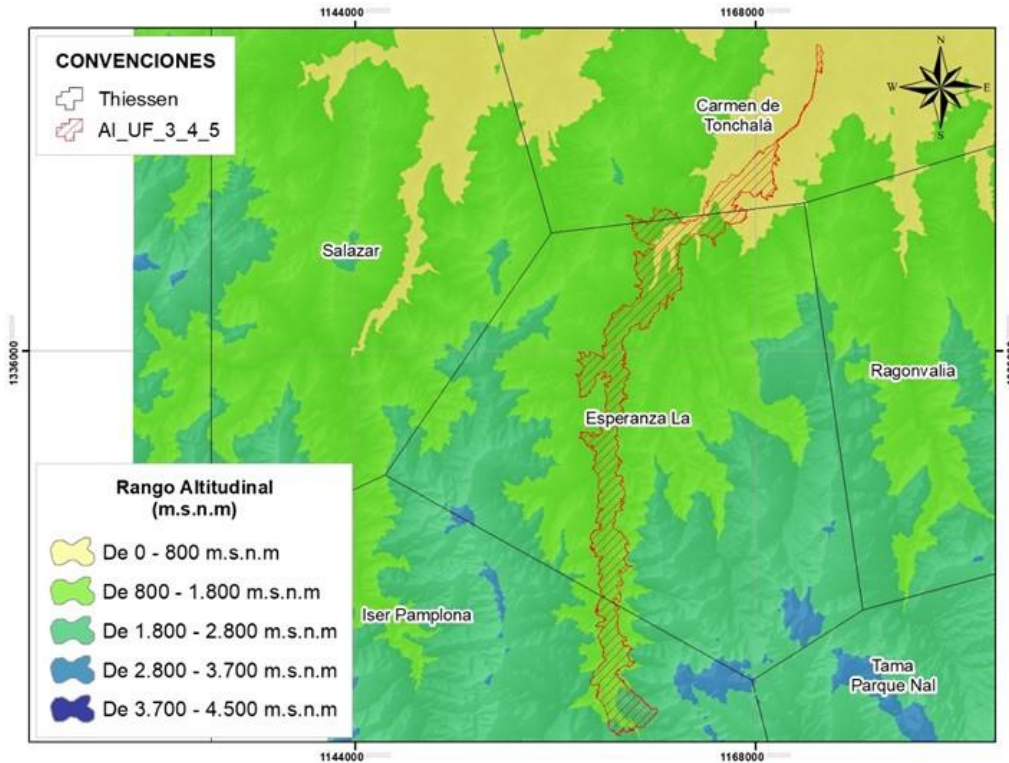
**Tabla 5.1 Estaciones IDEAM seleccionadas**

Nombre	Código	Categoría	Fecha de instalación	Coordenadas	
				Este	Norte
Iser pamplona	16015020	AM	15/04/1972	1158172,27	1307342,79
Esperanza la	16015030	CO	15/11/1972	1170367,32	1329135,20
Tama parque nal	16015090	CP	15/04/1989	1180559,20	1313099,14
Ragonvalia	16015100	CP	15/07/2000	1175884,30	1329923,41
Carmen de Tonchala	16025010	CP	15/10/1968	1166700,87	1360007,36
Salazar	16025030	CP	15/03/1973	1137553,11	1351691,75

Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Posteriormente se trazaron y delimitaron los polígonos de Thiessen (ver Figura 5.1) con el objetivo de definir el área de influencia de cada una de las estaciones. El resultado indicó que el clima en el área de influencia de la UF 3-5 es representado por tres estaciones, sector sur estación ISER Pamplona, sector central estación Esperanza La y sector norte estación Carmen de Tonchalá, por lo tanto la descripción de las condiciones meteorológicas en el área del proyecto regirá con base en los registros de dichas estaciones, los demás registros serán utilizados con el fin de zonificar el comportamiento de los componentes climáticos, en otros casos serán utilizadas para trazar isolíneas.

**Figura 5.1 Localización y área de influencia (polígonos de Thiessen) de las estaciones climatológicas IDEAM vs Área de influencia de la UF 3-5 vs Zonificación altimétrica**



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

A continuación, los análisis del comportamiento de los componentes climáticos requeridos referenciados en los Términos de referencia para elaboración de EIA en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles.

#### 5.1.10.1.2 Temperatura

Se realizó análisis a la temperatura media mensual multianual, máxima diaria, mínima diaria a través de los respectivos histogramas de valores medios y absolutos en el caso de las máximas y mínimas. Posteriormente se realizó la zonificación de la temperatura, la cual se construyó con base en el gradiente altitudinal cuya metodología será descrita más adelante.

- **Temperatura media mensual, máxima diaria y mínima diaria**

De acuerdo con los histogramas la temperatura en las tres áreas de influencia de las estaciones es la siguiente:

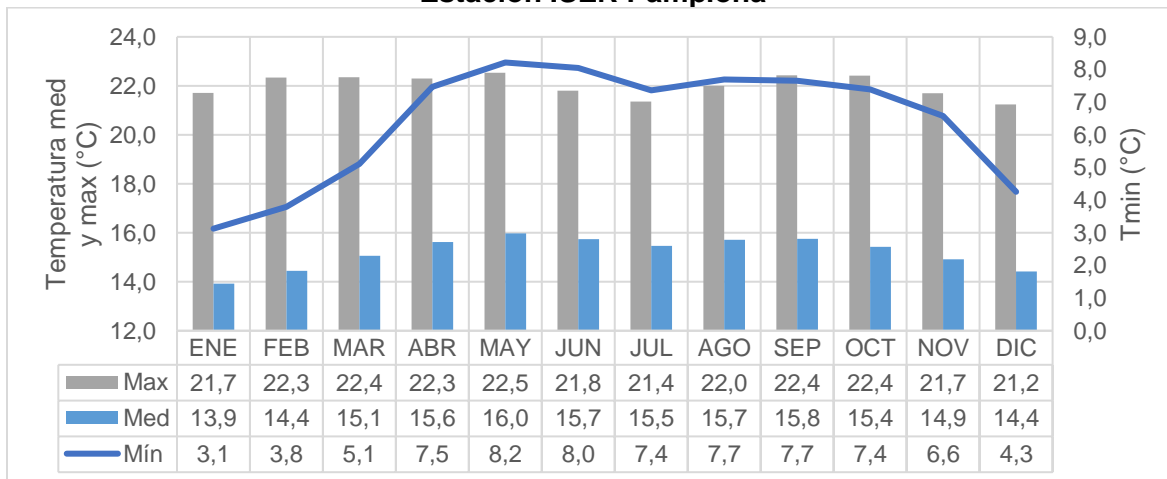
- Sector asociado a la estación ISER Pamplona (ver Tabla 5.2)

**Tabla 5.2 Temperatura media sector Estación ISER Pamplona**

Temperatura media	15,2 °C
Temperatura máxima diaria – mes	22,5 °C – Mayo
Temperatura mínima diaria – mes	3,1 °C – Enero
Periodo(s) con mayor temperatura media	Abril – Junio
Periodo(s) con menor temperatura media	Diciembre – Febrero
Amplitud máxima – Mes	18,6°C – Enero
Amplitud mínima – Mes	13,8 – Junio

Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

**Figura 5.2 Histograma de la temperatura media, máxima diaria y mínima diaria – Estación ISER Pamplona**



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

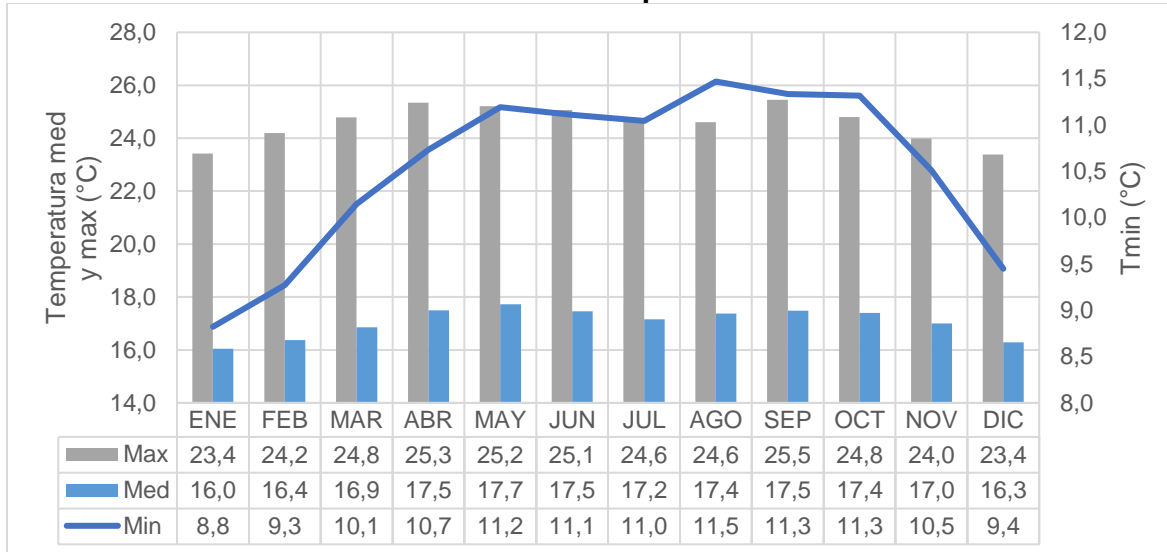
- Sector asociado a la estación Esperanza La (ver Tabla 5.3)

**Tabla 5.3 Temperatura media sector Estación La Esperanza**

Temperatura media	17,1 °C
Temperatura máxima – mes	25,5°C – Mayo
Temperatura mínima – mes	8,8 °C - Enero
Periodo(s) con mayor temperatura media	Abril – Junio
Periodo(s) con menor temperatura media	Diciembre – Febrero
Amplitud máxima – Mes	14,9°C – Febrero
Amplitud mínima – Mes	13,1 °C - Agosto

Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

**Figura 5.3 Histograma de la temperatura media, máxima diaria y mínima diaria – Estación La Esperanza**



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

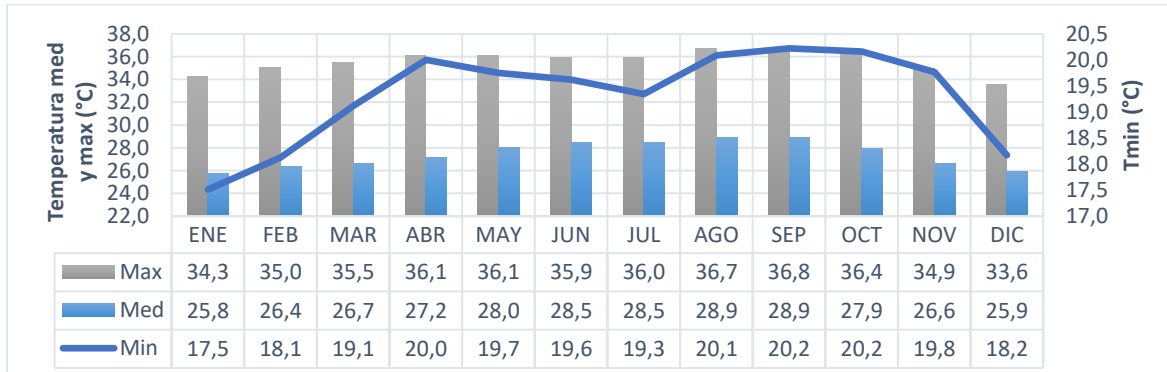
- Sector asociado a la estación Carmen de Tonchalá

**Tabla 5.4 Temperatura media sector Estación Carmen de Tonchalá**

Temperatura media	27,4 °C
Temperatura máxima – mes	36,7 °C – Agosto / 36,8 °C – Septiembre
Temperatura mínima – mes	17,5 °C – Enero
Periodo(s) con mayor temperatura media	Mayo – Octubre
Periodo(s) con menor temperatura media	Noviembre – Abril
Amplitud máxima – Mes	16,5 °C Enero – Octubre
Amplitud mínima – Mes	15,2 °C Noviembre - Diciembre

Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

**Figura 5.4 Histograma de la temperatura media, máxima diaria y mínima diaria – Estación Carmen de Tonchalá**

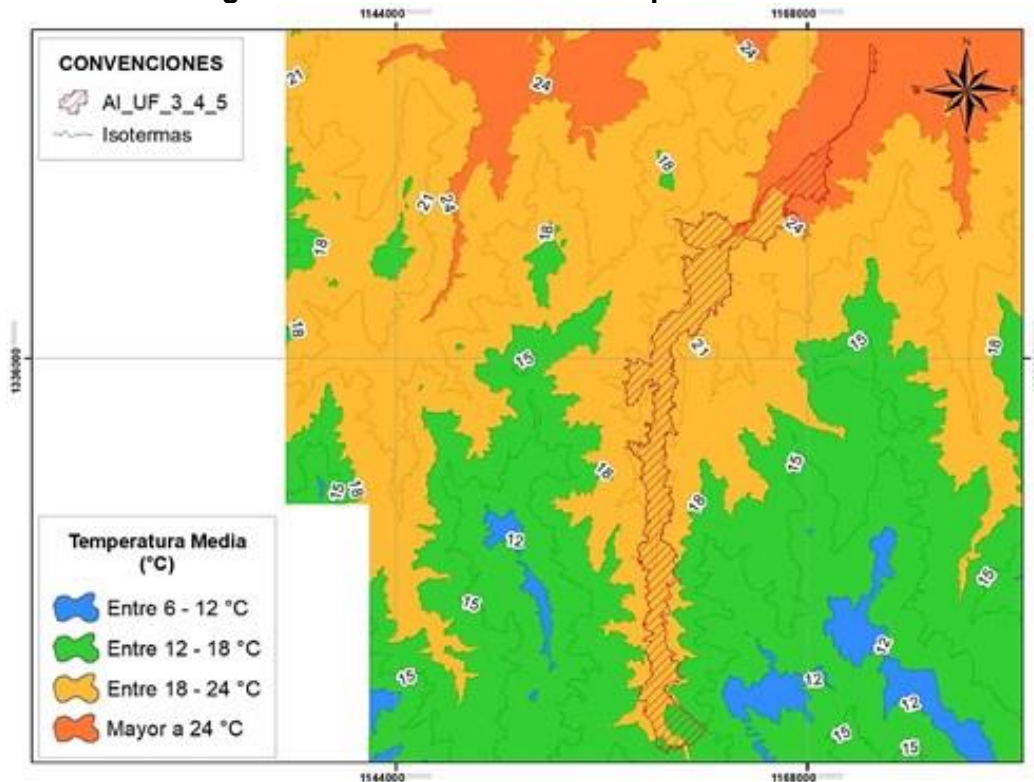


Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- **Distribución espacial de la temperatura media**

Con base en la clasificación de temperatura propuesta en “Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia” (IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP, 2007), el área de influencia de la UF 3-5 se encuentra bajo tres (3) rangos de temperatura, predomina la denominación termal “templado”, al extremo sur del área de influencia hay sectores “fríos” y al extremo norte “cálidos”.

**Figura 5.5 Zonificación de la temperatura media**



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

#### 5.1.10.1.3 Presión atmosférica promedio mensual (mb)

Corresponde a la presión que ejerce la atmósfera en un punto específico como consecuencia de la acción de la fuerza de gravedad sobre la columna de aire que se encuentra por encima de este punto, por lo cual la presión atmosférica disminuye con la altitud y al mismo tiempo disminuye la cantidad de aire presente en la atmosfera.

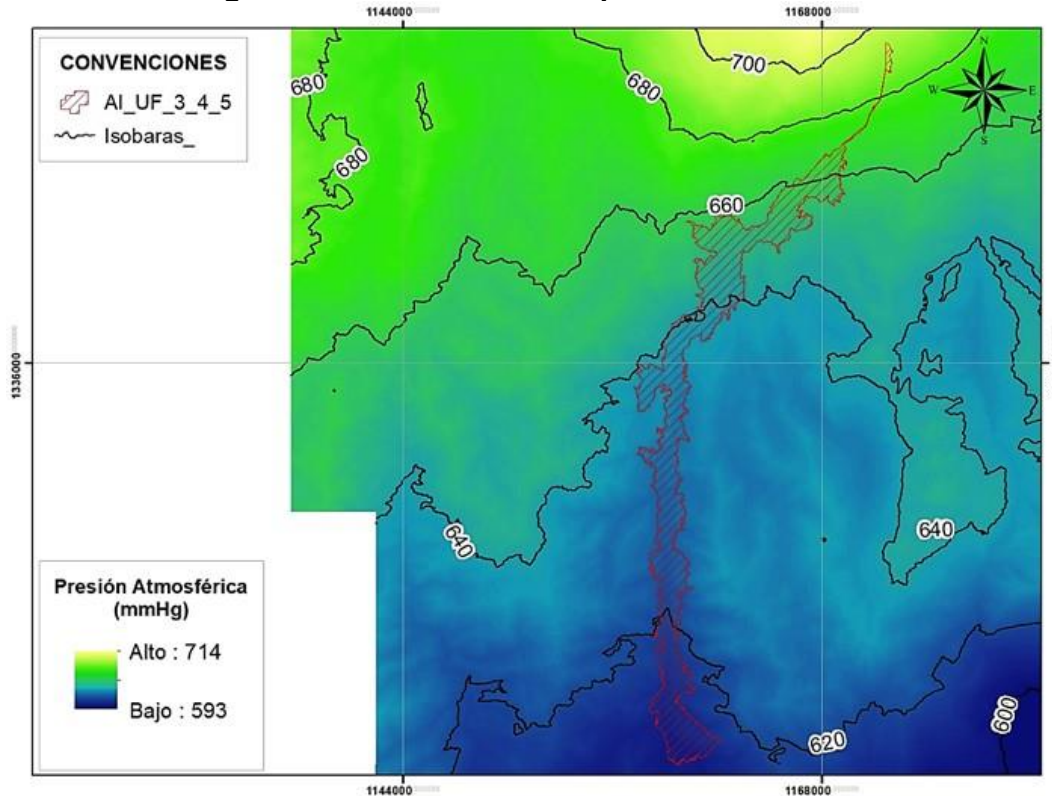
Ninguna de las estaciones climáticas cuenta con registros de presión atmosférica por lo tanto el cálculo de la Presión Atmosférica del área de influencia, se basó según lo expuesto por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), a partir de la siguiente ecuación:



$$P = 101.3 \left( \frac{293 - 0.006z}{293} \right)^{5.26}$$

Los resultados de la zonificación indican que la presión atmosférica a lo largo del área de influencia varía de sur a norte, el extremo sur se encuentra bajo una presión atmosférica media de 620 mmHg, el centro en promedio 630 mmHg, el norte 650 mmHg y el extremo norte a 660 mmHg

**Figura 5.6 Zonificación de la presión atmosférica**



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

#### 5.1.10.1.4 Precipitación

Las estaciones del IDEAM seleccionadas para identificar, zonificar y describir el comportamiento de la pluviosidad en el área de influencia de la UF 3-5 fueron seleccionadas siguiendo dos lineamientos, el primero encontrarse activas y segundo contar con mínimo 10 años de registros. Las estaciones seleccionadas son las siguientes:

**Tabla 5.5 Estaciones pluviométricas y climatológicas asociadas al AI de la UF 3-5**

Código	Estación	Tipo	Periodo de registro
16010080	LA DONJUANA 1	PM	1954-1977

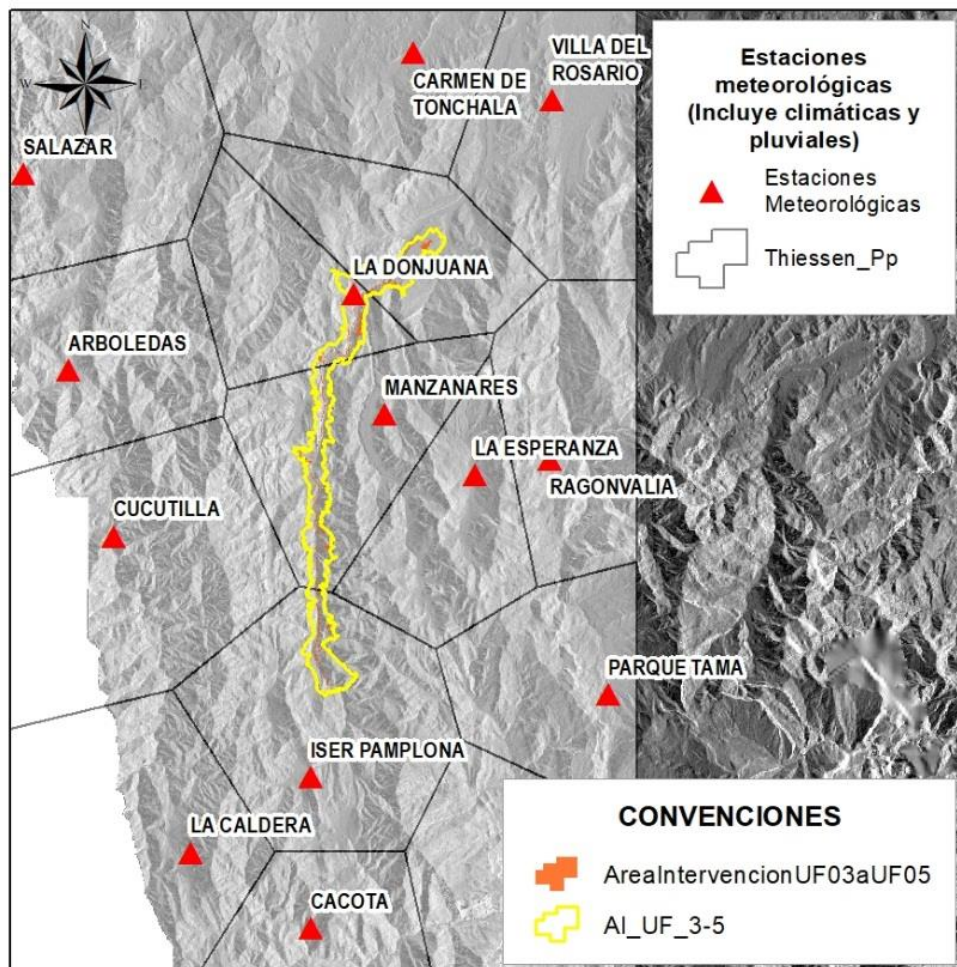
Código	Estación	Tipo	Periodo de registro
16010110	MANZANARES	PM	1990-2017
16010020	LA DONJUANA 2	PM	1973-2017
16015020	ISER PAMPLONA	AM	1972-2017
16025010	CARMEN DE TONCHALA	CP	1987-2017

Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- **Área de influencia de las estaciones pluviométricas – Polígonos de Thiessen**

Fueron determinadas mediante los polígonos de Thiessen (ver Figura 5.7), el extremo sur del área de influencia lo representa la estación Iser Pamplona, el centro la estación Manzanares y el sector norte la estación La Donjuana 2.

**Figura 5.7 Polígonos de Thiessen estaciones pluviométricas – Precipitación total anual promedio (mm/año)**



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019



- **Media diaria**

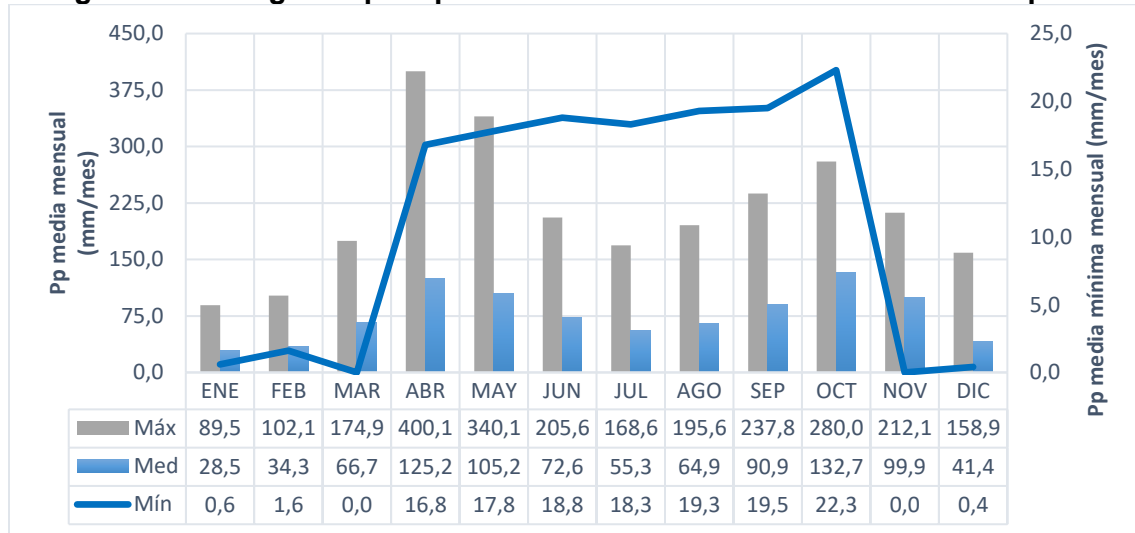
- Sector asociado a la estación ISER Pamplona

**Tabla 5.6 Precipitación media diaria sector Estación ISER Pamplona**

Precipitación media diaria	2,5 mm/día
Precipitación máxima media diaria – mes	4,3 mm/día – Octubre / 4,2 mm/día - Abril
Precipitación mínima media diaria – mes	0,9 mm/día - Enero
Periodo(s) con mayor Pp media diaria	Abril – Mayo / Septiembre – Noviembre
Periodo(s) con menor Pp media diaria	Diciembre – Febrero / Junio – Agosto

Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

**Figura 5.8 Histograma precipitación media diaria – Estación ISER Pamplona**



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

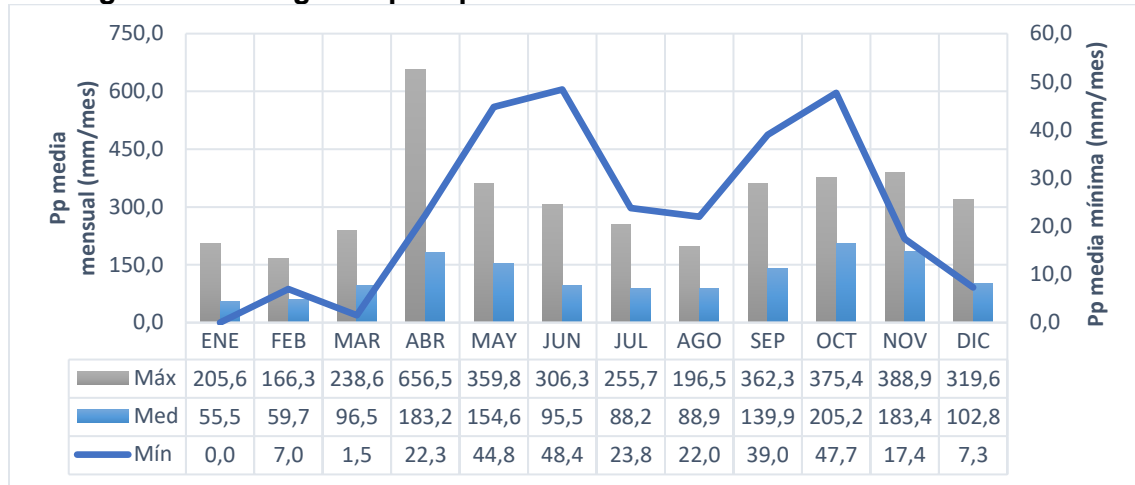
- Sector asociado a la estación Manzanares

**Tabla 5.7 Precipitación media diaria sector Estación Manzanares**

Precipitación media diaria	4 mm/día
Precipitación máxima media diaria – mes	6,8 mm/día - Octubre
Precipitación mínima media diaria – mes	1,8 mm/día – Enero
Periodo(s) con mayor Pp media diaria	Septiembre – Octubre / Abril - Mayo
Periodo(s) con menor Pp media diaria	Diciembre – Marzo / Junio - Agosto

Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

**Figura 5.9 Histograma precipitación media diaria – Estación Manzanares**



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

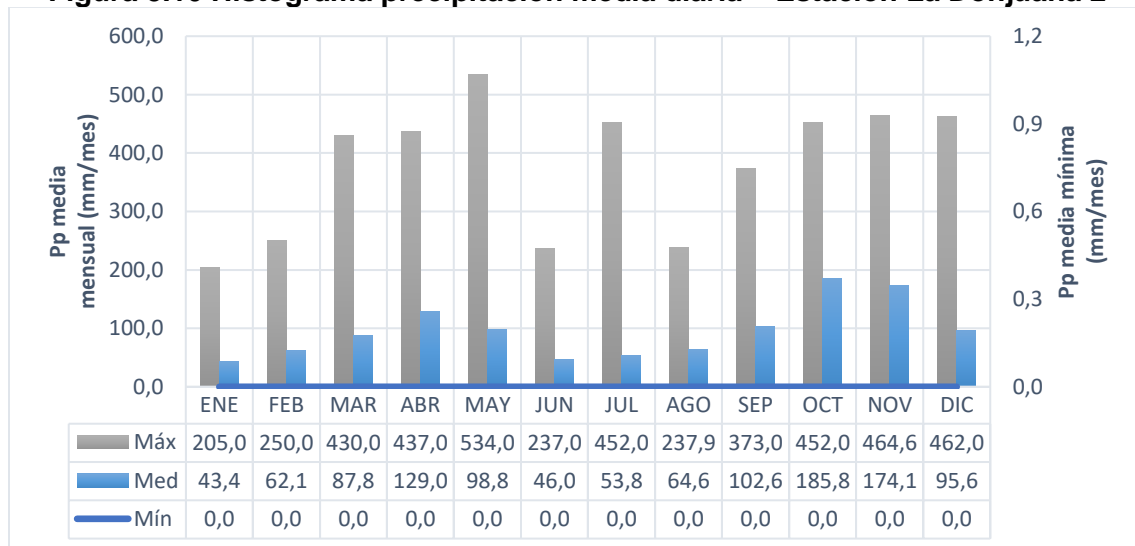
- Sector asociado a la estación Donjuana

**Tabla 5.8 Precipitación media diaria sector Estación La Donjuana 2**

Precipitación media diaria	3,1 mm/día
Precipitación máxima media diaria – mes	6,0 mm/día – Octubre / 5,8 mm/día - Noviembre
Precipitación mínima media diaria – mes	1,4 mm/día – Enero / 1,5 mm/día – Junio
Periodo(s) con mayor Pp media diaria	Octubre – Noviembre
Periodo(s) con menor Pp media diaria	Junio – Agosto / Enero - Febrero

Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

**Figura 5.10 Histograma precipitación media diaria – Estación La Donjuana 2**



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- Mensual

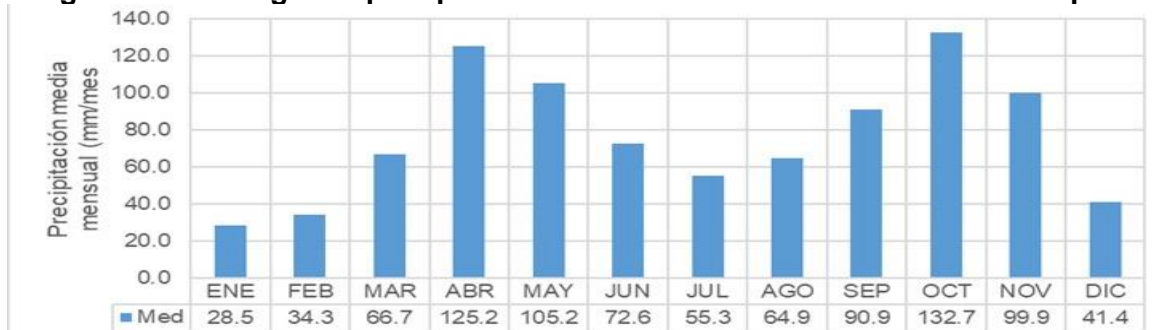
- Sector asociado a la estación ISER Pamplona

**Tabla 5.9 Precipitación media mensual sector Estación ISER Pamplona**

Precipitación media mensual	76,5 mm/mes
Precipitación máxima media mensual – mes	132,7 mm – Octubre / 125,2 mm – Abril
Precipitación mínima media mensual – mes	28,5 mm/mes - Enero
Periodo(s) con mayor Pp media mensual	Septiembre – Noviembre / Abril – Mayo
Periodo(s) con menor Pp media mensual	Diciembre – Febrero

Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

**Figura 5.11 Histograma precipitación media mensual – Estación ISER Pamplona**



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

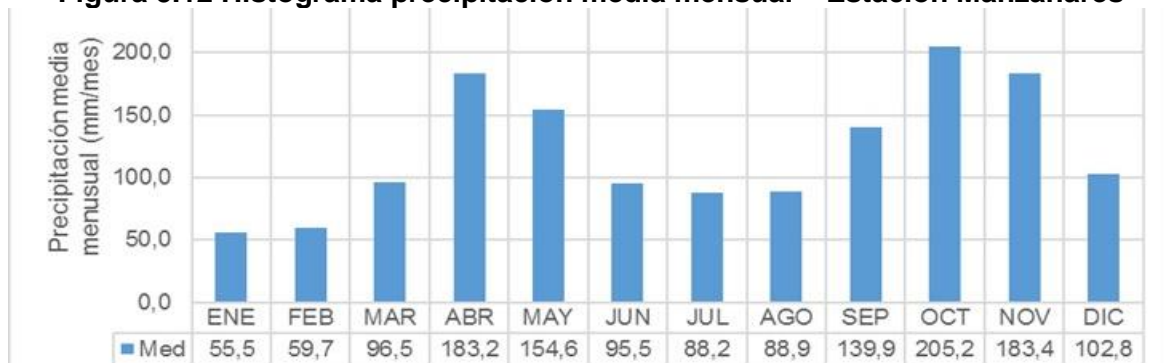
- Sector asociado a la estación Manzanares

**Tabla 5.10 Precipitación media mensual sector Estación Manzanares**

Precipitación media mensual	121,1 mm/mes
Precipitación máxima media mensual – mes	205,2 mm – Octubre
Precipitación mínima media mensual – mes	55,5 – Enero / 59,7 – Febrero
Periodo(s) con mayor Pp media mensual	Abril – Mayo / Septiembre – Noviembre
Periodo(s) con menor Pp media mensual	Diciembre – Marzo / Junio - Agosto

Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

**Figura 5.12 Histograma precipitación media mensual – Estación Manzanares**



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

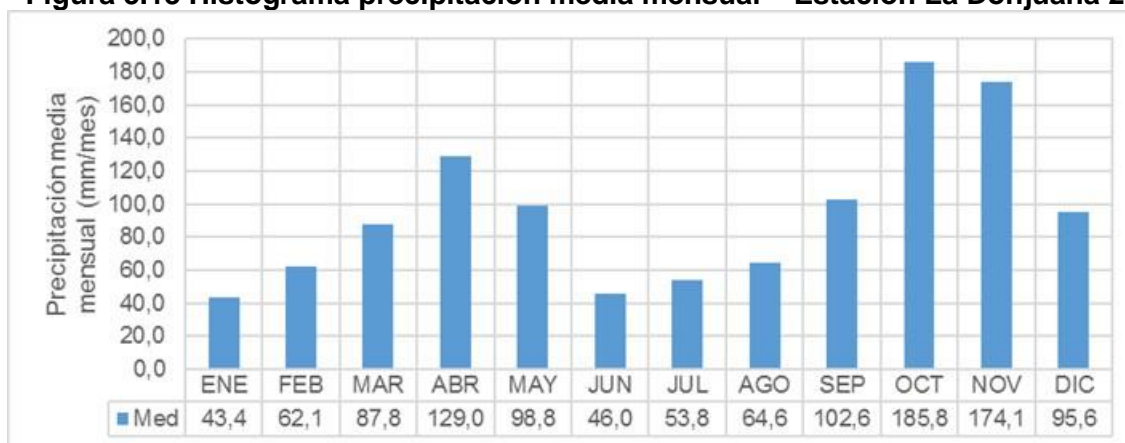
- Sector asociado a la estación La Donjuana 2

**Tabla 5.11 Precipitación media mensual sector Estación La Donjuana 2**

Precipitación media mensual	95,3 mm/mes
Precipitación máxima media mensual – mes	185,8 mm – Octubre / 174,1 mm – Noviembre
Precipitación mínima media mensual – mes	43,4 mm – Enero / 46,0 mm – Junio
Periodo(s) con mayor Pp media mensual	Marzo – Mayo / Septiembre – Diciembre
Periodo(s) con menor Pp media mensual	Enero – Febrero / Junio - Agosto

Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

**Figura 5.13 Histograma precipitación media mensual – Estación La Donjuana 2**



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

### • Anual

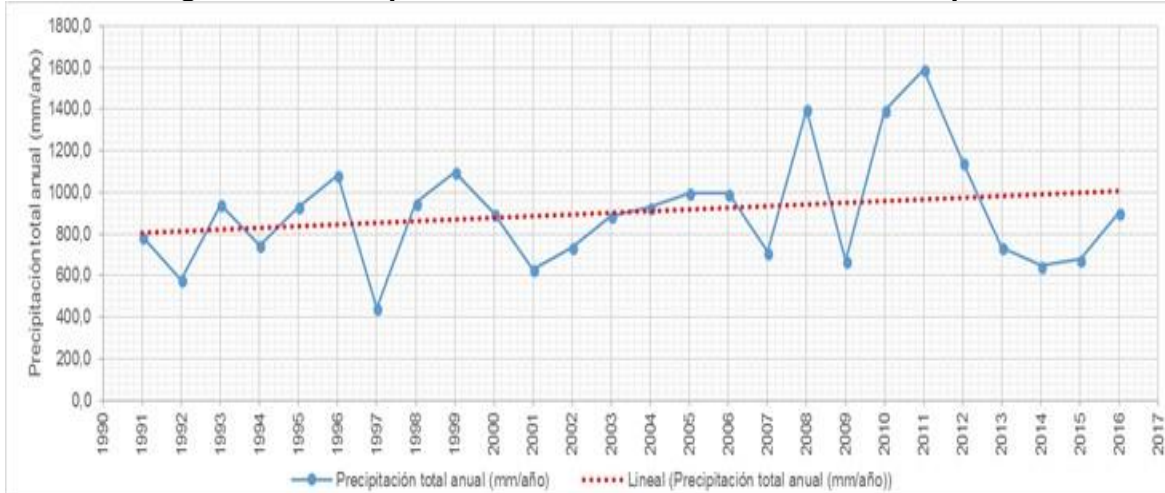
Para dar paso a la construcción de los histogramas fueron eliminados los registros de los años donde hubiese ausencia de datos en más de un (1) mes. Debido que la estación Manzanares tiene registros desde el año 1991, se construyeron los histogramas a partir de este año hasta 2016 (los registros en el año 2017 no se encuentran completos) para todas las estaciones con el fin de poder comparar los comportamientos entre estaciones y sectores del área de influencia. En los análisis de los histogramas se encuentra la relación de los años no tomados en cuenta por falta de registros en más de un (1) mes.

- Sector asociado a la estación ISER Pamplona

El periodo de registros entre los años 1991 – 2016 se encuentra completo, es la única estación de las tres que no fue necesario omitir ningún registro. La precipitación total media anual es 904,9 mm; la máxima precipitación total anual ha sido de 1.592,2 mm ocurrida en el año 2011, año bajo el efecto del Fenómeno de La Niña, al igual que el año 2008 donde se registra 1.399 mm, los eventos antecesores de precipitación máxima ocurrieron en 1999 y 1996; respecto a la precipitación anual mínima, el evento más reciente fue durante los años 2013 – 2015 donde alcanzó el pico de 647,3 mm (2014), antecedido por 670 mm en el año 2009, año antecedido y sucedido por años con alta pluviosidad y la Niña de 2011, el

evento previo de baja precipitación anual fue de 630 mm en el año 2000, previamente ocurrió la menor precipitación registrada por la estación la cual fue de 445,8 mm ocurrido en el año 1997, dichos años son el resultado del efecto del fenómeno de El Niño.

**Figura 5.14 Precipitación total anual - Estación ISER Pamplona**

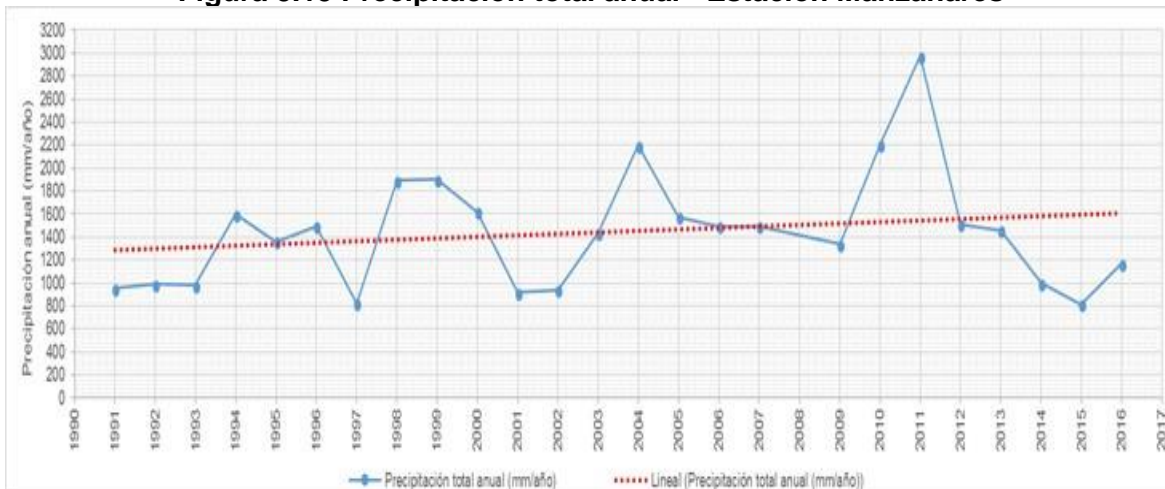


Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- Sector asociado a la estación Manzanares

Fueron omitidos los registros de los años 1990 (8 meses sin registros) y 2008 (3 meses sin registros). Sin embargo, los años con registros permiten observar la homogeneidad en el comportamiento de la precipitación de la región y estaciones asociadas al área de influencia de la UF 3-5. Sin duda alguna la mayor precipitación registrada por la estación corresponde al año 2011 con 2.976,1 mm; la menor precipitación anual registrada desde 1991 ocurre en el año 2015 cuando llueve 815,6 mm.

**Figura 5.15 Precipitación total anual - Estación Manzanares**



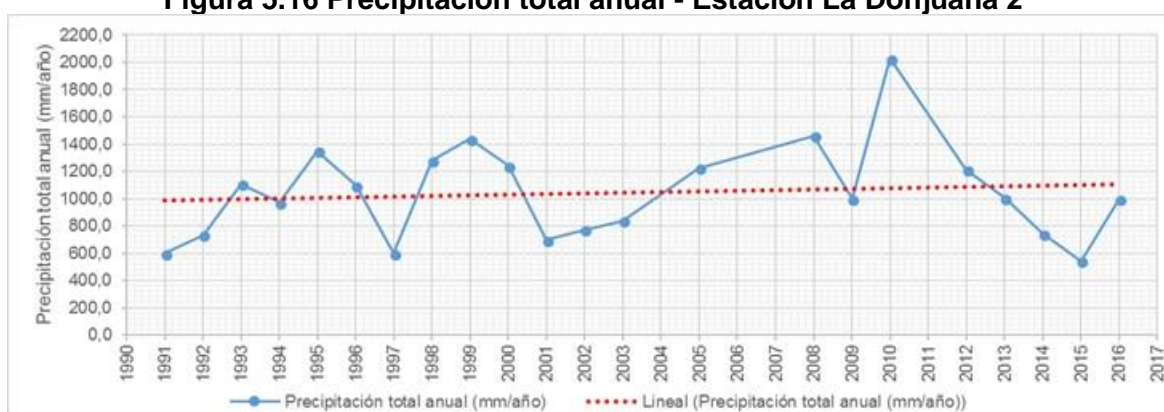
Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019



- Sector asociado a la estación La Donjuana 2

Fueron omitidos los registros de los años 2014 (4 meses sin registros), 2006 (4 meses sin registros), 2007 (3 meses sin registros) y 2011 (2 meses sin registros). No obstante, el comportamiento de la precipitación sigue homogéneo a ISER Pamplona y Mazanares. No se puede definir la magnitud de la precipitación en el año 2011, sin embargo, si de 2010 el cual cuenta también con alta precipitación antecedente a la mayor expresión del fenómeno de La Niña asociada a los eventos de 2011, en este año la precipitación total anual alcanza los 2.027,5 mm; la menor precipitación ocurre también en el año 2015 bajo el efecto del fenómeno de El Niño con 543,9 mm.

**Figura 5.16 Precipitación total anual - Estación La Donjuana 2**



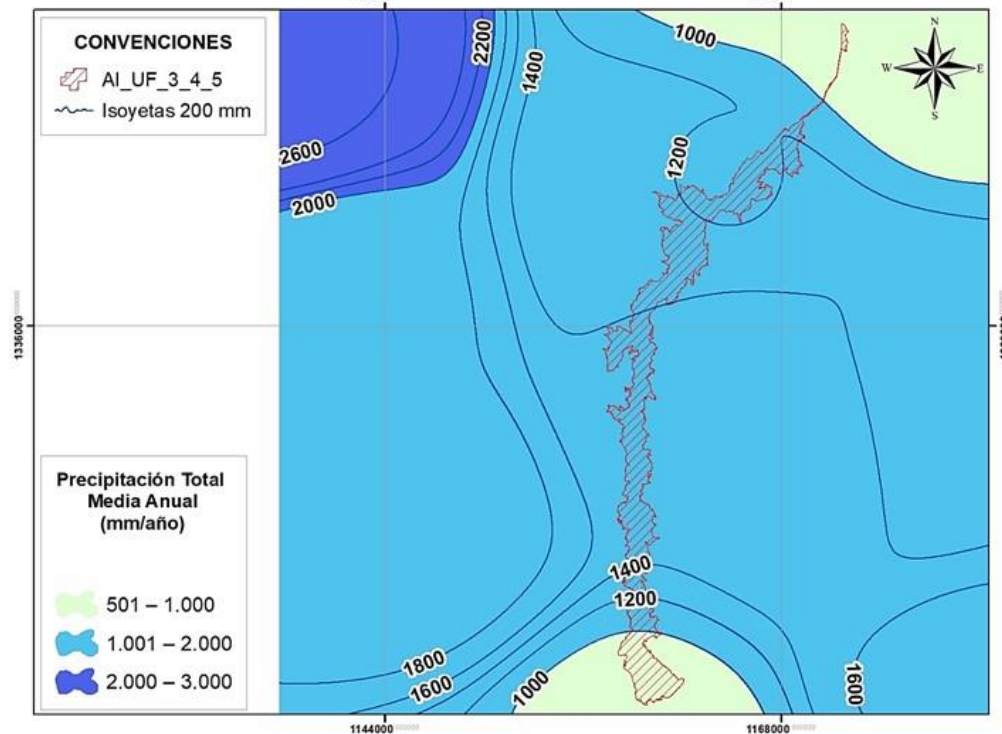
Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

De los análisis anteriores de precipitación total anual se concluye la evidente homogeneidad del comportamiento de la precipitación, si bien los volúmenes de lluvia son diferentes, las frecuencias de eventos extremos y medios son las mismas a lo largo y ancho del área de influencia. En segunda instancia y muy importante es la tendencia que exponen los tres histogramas, cuyas tendencias lineales permiten observar dos situaciones, primera: la precipitación se ha ido incrementando progresivamente desde el año 1991; segunda: frente a los años iniciales de la serie, la década de los 90 y años recientes los eventos extremos de alta precipitación o bajo influencia de La Niña han se han alcanzado mayores magnitudes que años en décadas pasadas bajo la misma influencia, es decir, la tendencia muestra que la influencia de La Niña está causando mayores volúmenes de precipitación que hace dos décadas.

### • Zonificación de la precipitación total anual

De acuerdo con las isoyetas (ver Figura 5.17) de la precipitación total anual, los rangos de precipitación definidos en (IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP, 2007), y la zonificación de la precipitación el sector sur del área de influencia municipios Pamplona y Pamplonita es denominado como muy seco (precipitaciones entre 717 – 1000 mm/año), el área restante como seco (precipitaciones entre 1001 – 2000 mm/año). El sector central del área de influencia entre los municipios Pamplonita y Los Patios es el sector donde mayor precipitación total anual ocurre.

**Figura 5.17 Isoyetas y zonificación de la precipitación total anual**



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

#### 5.1.10.1.5 Humedad relativa

La humedad relativa regula la dinámica de la evaporación y transpiración en el ciclo del agua (Fries, Rollenbeck, Nauß, Peters, & Bendix, 2012).

- **Media, máxima y mínima mensual**

- Sector asociado a la estación ISER Pamplona

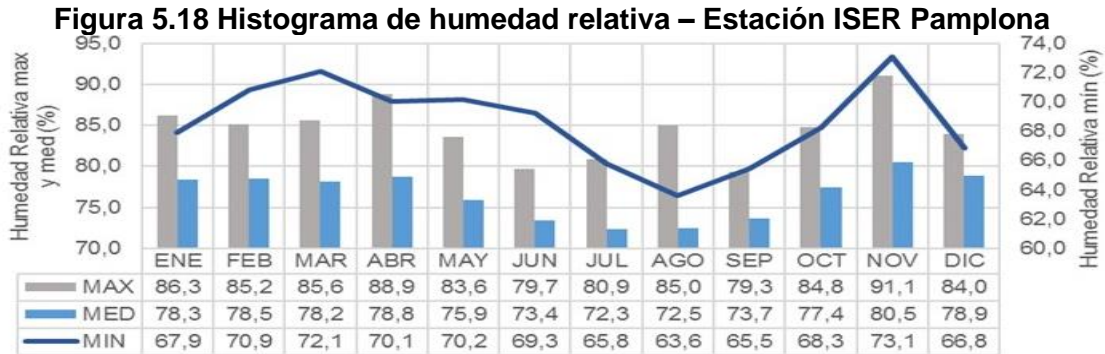
La estación tiene ausencia de datos frecuente la cual puede generar distorsión respecto al escenario real, por lo tanto, serán considerados los registros cuando falten hasta 8 días sin información, los demás no serán considerados para determinar medios, máximos, mínimos u otra información estadística necesaria para la caracterización del componente climático.

**Tabla 5.12 Humedad relativa mensual sector Estación ISER Pamplona**

<b>Humedad relativa (Hr) media mensual</b>	<b>76,5 %</b>
<b>Hr máxima media mensual – mes</b>	80,5 % - Noviembre
<b>Hr mínima media mensual – mes</b>	72 % - Julio
<b>Periodo(s) con mayor Hr media mensual</b>	Octubre – Abril
<b>Periodo(s) con menor Hr media mensual</b>	Mayo - Septiembre

Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019





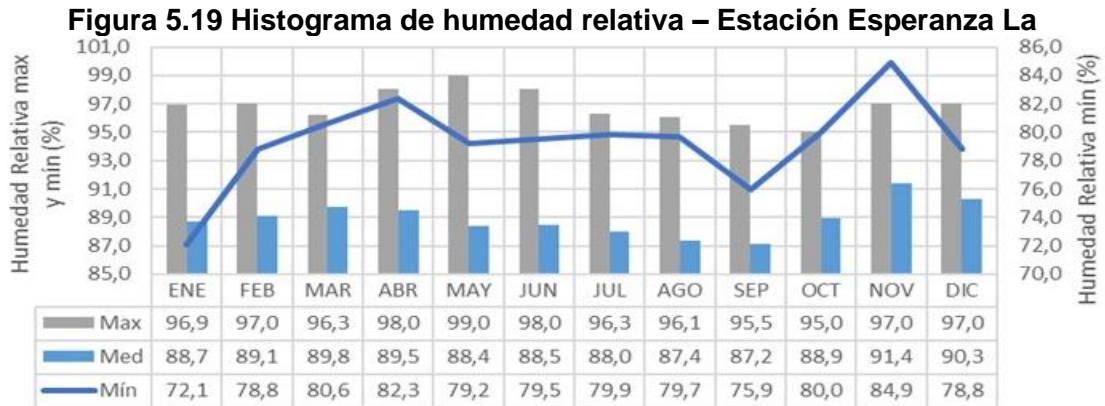
Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- Sector asociado a la estación Esperanza La

**Tabla 5.13 Humedad relativa mensual sector Estación Esperanza La**

<b>Humedad relativa (Hr) media mensual</b>	88,9 %
<b>Hr máxima media mensual – mes</b>	99 % - Mayo
<b>Hr mínima media mensual – mes</b>	95 % - Octubre
<b>Periodo(s) con mayor Hr media mensual</b>	Octubre - Abril
<b>Periodo(s) con menor Hr media mensual</b>	Mayo – Septiembre

Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- Sector asociado a la estación Carmen de Tonchalá

**Tabla 5.14 Humedad relativa mensual sector Estación Carmen de Tonchalá**

<b>Humedad relativa (Hr) media mensual</b>	69 %
<b>Hr máxima media mensual – mes</b>	76 % - Noviembre - Diciembre
<b>Hr mínima media mensual – mes</b>	58 % - Agosto
<b>Periodo(s) con mayor Hr media mensual</b>	Noviembre – Abril
<b>Periodo(s) con menor Hr media mensual</b>	Mayo - Octubre

Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

**Figura 5.20 Histograma de humedad relativa – Estación Carmen de Tonchalá**

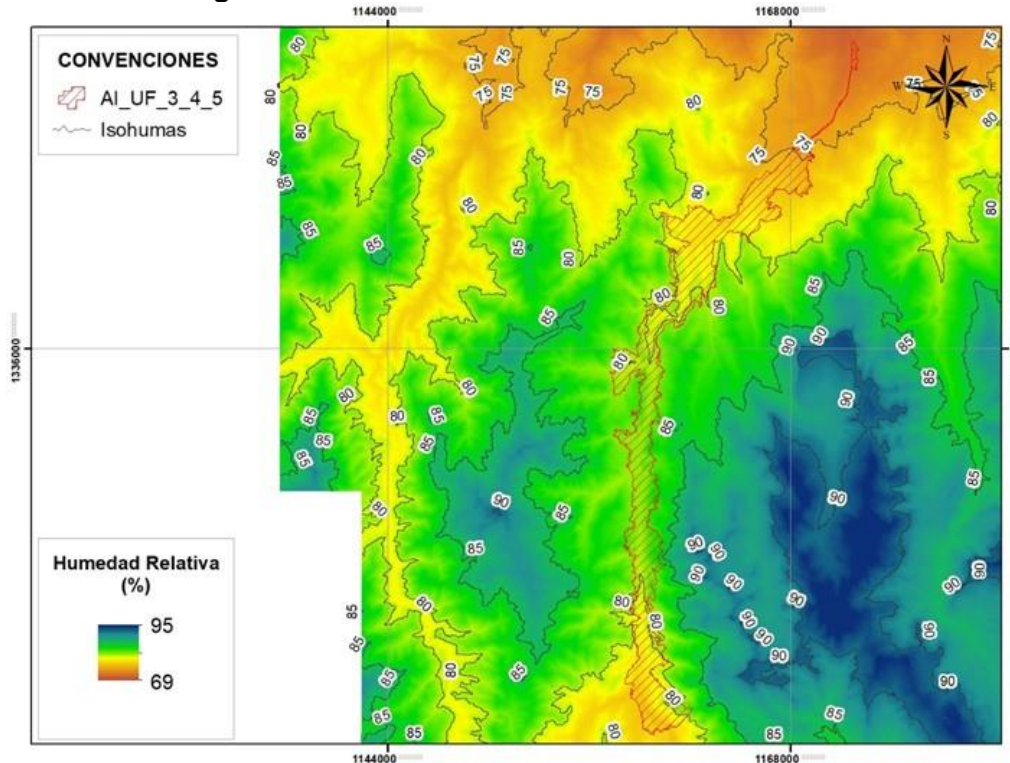


Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- Zonificación de la humedad relativa**

De acuerdo con la zonificación se observa claramente que los extremos sur (municipio Pamplona) y norte (municipio Cúcuta) del área de influencia corresponden a los sectores con menor humedad relativa media anual, el sector central cuenta con mayor humedad, en promedio 85%. Característica que puede llegar a ser útil durante la construcción por el hecho de que adhesivos y demás sustancias utilizadas para pegar o unir piezas tendrá un mejor desempeño en los sectores con menor humedad relativa.

**Figura 5.21 Zonificación de la humedad relativa**



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

#### 5.1.10.1.6 Viento

Los registros de la estación ISER Pamplona (sector sur del área de influencia) se encuentran fragmentados y predomina la ausencia de datos, solo hay un año con información completa, los demás años cuentan escasamente con un mes con información, por lo tanto, la dirección y velocidad media mensual representará el episodio de un solo año y no se considera representativa del comportamiento del viento; respecto a la estación Esperanza La (sector central del área de influencia) no se cuenta con ninguna medición de velocidad, dirección y/o recorrido del viento; por último, la estación Carmen de Tonchalá (sector norte del área de influencia) únicamente cuenta con registros de recorrido del viento.

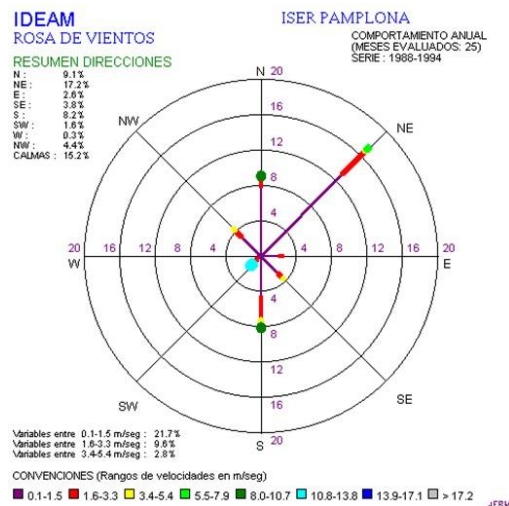
Por lo tanto el comportamiento del viento en el área de influencia se realizó de la siguiente manera: dirección y velocidad fueron analizadas con base en la Rosa de los Vientos de Cúcuta proveída por (IDEAM, 2018) y de la estación ISER Pamplona, el análisis es a escala anual, sin embargo con base en los recorridos del viento, parámetro que si cuenta con abundante y completa información se analizará el comportamiento de ese parámetro y la velocidad a escala mensual.

#### • Dirección y velocidad

- Sector asociado a la estación ISER Pamplona

Indica que la dirección de los vientos más frecuente es Noreste (NE) – Suroeste (SW), la velocidad más frecuente es 0,1 – 1,5 m/s, se alcanza una velocidad máxima, pero con escasa frecuencia de 5,5 – 7,9 m/s. La dirección Sur – Norte y viceversa es también frecuente, pero menos que la antes descrita, en ambos sentidos se alcanzan velocidades de 8,0 – 10,7 m/s. En sentido SW – NE ocurren con mínima frecuencia las mayores velocidades registradas por la estación en un rango de 10,8 – 13,8 m/s. La velocidad en todas las direcciones más frecuente es 0,1 – 1,5 m.

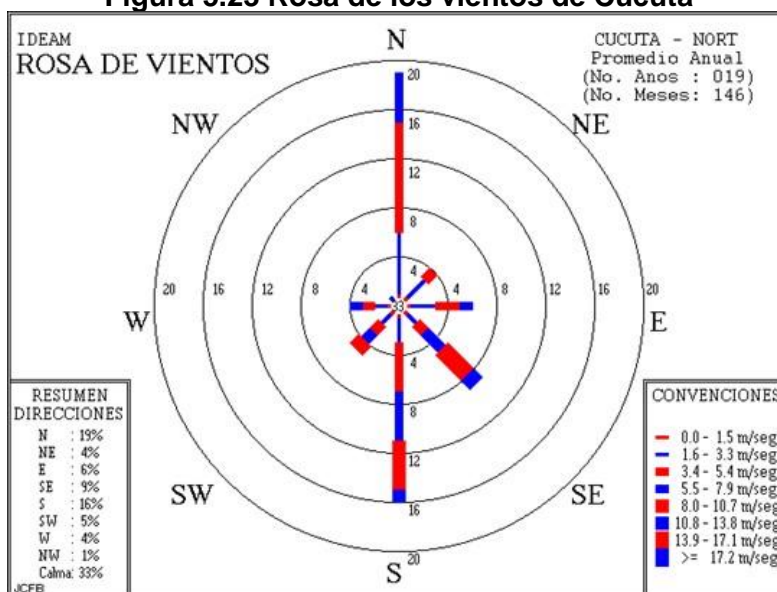
**Figura 5.22 Rosa de los vientos – Estación ISER Pamplona**



▪ Sector norte – Cúcuta

La Rosa de Vientos (Figura 5.23) se basa en registros de 25 meses entre los años 1988 – 1994, indica que las direcciones con mayor frecuencia de vientos es Norte (N) – Sur (S) y viceversa. En sentido N - S la velocidad más frecuente es 3,4 – 5,4 m/s con menor frecuencia 5,5 – 7,9 m/s; al sur no hay una velocidad con mayor frecuencia contundente, sin embargo en el sentido sur – norte se alcanzan mayores velocidades, las más frecuentes e intensas son 8,0 – 10,7 m/s, sin embargo es el sentido SE – NW donde se presentan los vientos más intensos con una velocidad 13,9 – 17,1 m/s e incluso con menor frecuencia, velocidades mayores a 17,2 m/s. En sentido SW – NW se presentan también fuertes vientos, pero con muy escasa frecuencia.

**Figura 5.23 Rosa de los vientos de Cúcuta**



Fuente: IDEAM, 2018

• Recorrido

▪ Sector sur – Estación ISER Pamplona

Cuenta con registros desde el año 1985 – 2016, fueron omitidos los registros de 1985, 2002, 2010 y 2011.

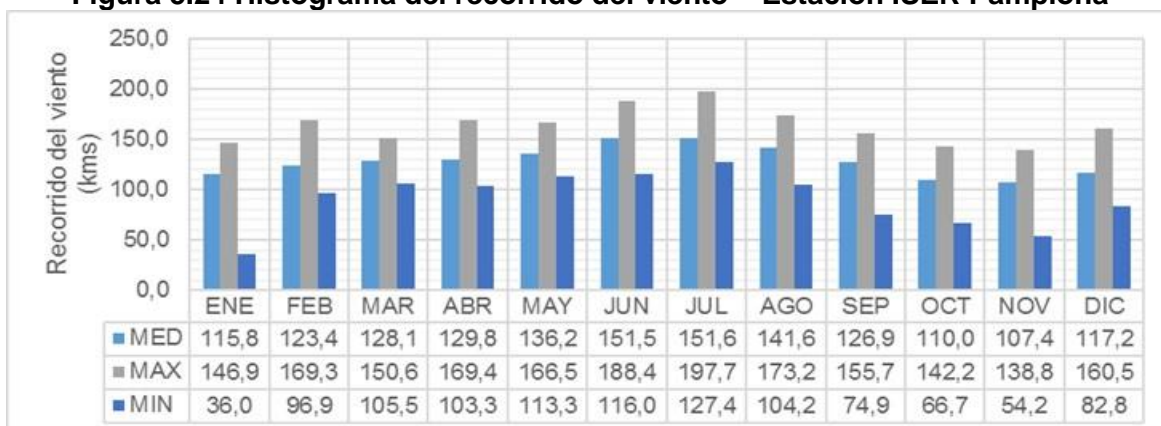
**Tabla 5.15 Recorrido del viento medio mensual – Estación ISER Pamplona**

Recorrido del viento (Rv) media mensual	128,3 km
Rv máxima media mensual – mes	151,6 km – Julio
Rv mínima media mensual – mes	107,4 km – Noviembre
Periodo(s) con mayor Rr media mensual	Febrero – Septiembre
Periodo(s) con menor Rr media mensual	Octubre - Enero

Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019



**Figura 5.24 Histograma del recorrido del viento – Estación ISER Pamplona**



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

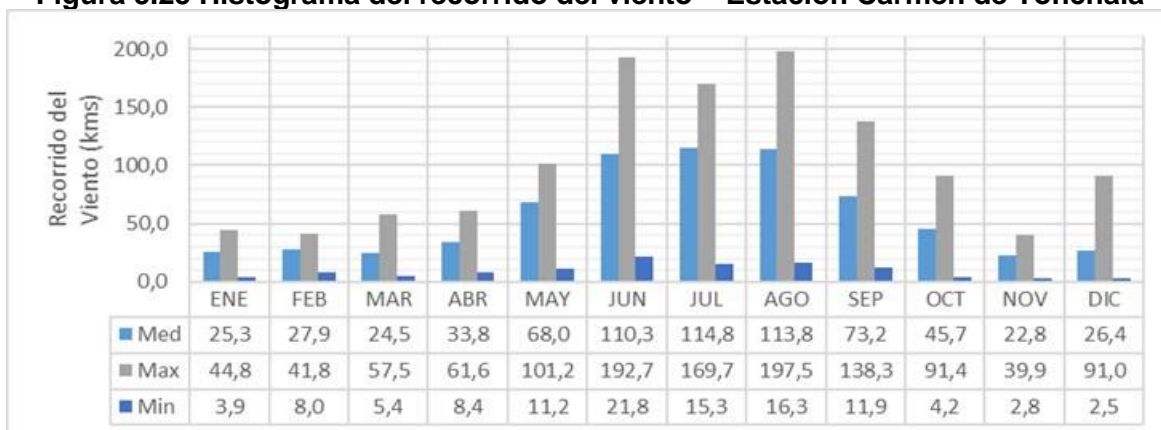
- Sector norte – Estación Carmen de Tonchalá

**Tabla 5.16 Recorrido del viento medio mensual – Estación Carmen de Tonchalá**

Recorrido del viento (Rv) media mensual	57,2 km
Rv máxima media mensual – mes	114,8 km - Julio
Rv mínima media mensual – mes	22,8 km - Noviembre
Periodo(s) con mayor Rr media mensual	Mayo – Septiembre
Periodo(s) con menor Rr media mensual	Octubre - Abril

Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

**Figura 5.25 Histograma del recorrido del viento – Estación Carmen de Tonchalá**



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

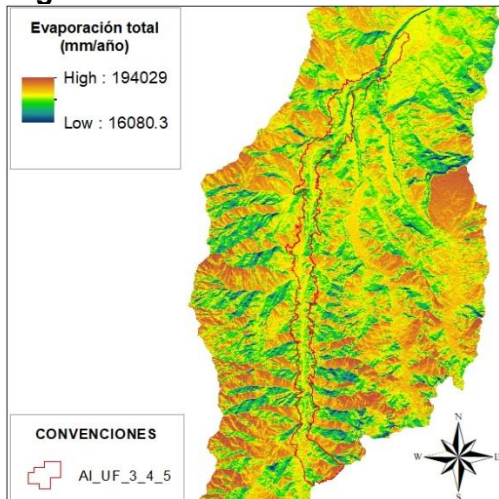
#### 5.1.10.1.7 Radiación solar

De acuerdo con el IDEAM “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”.

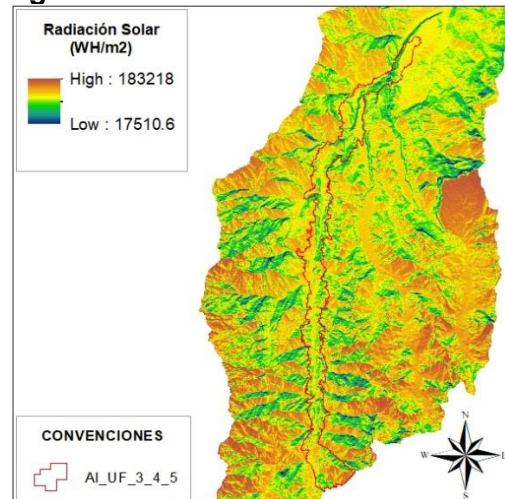
Ninguna de las estaciones climatológicas consultadas cuenta con mediciones de radiación solar, por lo tanto, la caracterización de este componente climático se realizó con base en la función Radiación Solar de Áreas del software ArcGIS proyectando la radiación potencial durante 2018, elemento referencia y que expone espacialmente la incidencia de la radiación solar.

Tras haber definido la radiación solar en el área total de las cuencas asociadas al área de influencia de la UF 3 – 5 se pudo definir que el periodo con mayor radiación (WH/m2) corresponde a marzo – septiembre siendo mayo y julio los meses con la mayor magnitud, sin embargo, abril es el mes que a nivel general más radiación solar reciben las cuencas o territorio asociado al área de influencia, dicho escenario se evidencia en los valores máximos y mínimos de radiación, donde la mínima llega a los 51.161,2 WH/m<sup>2</sup>. Los meses con menor radiación son febrero y noviembre.

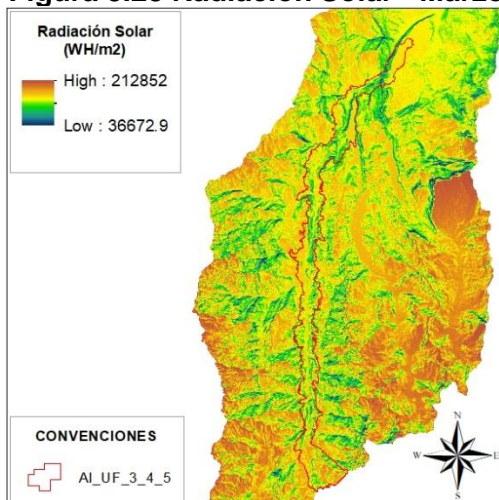
**Figura 5.26 Radiación Solar - Enero**



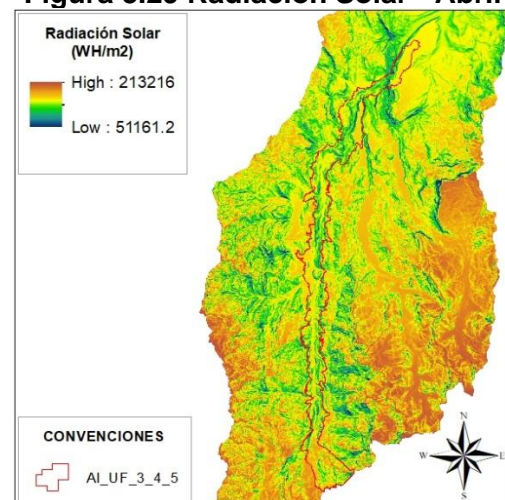
**Figura 5.27 Radiación Solar - Febrero**



**Figura 5.28 Radiación Solar - Marzo**

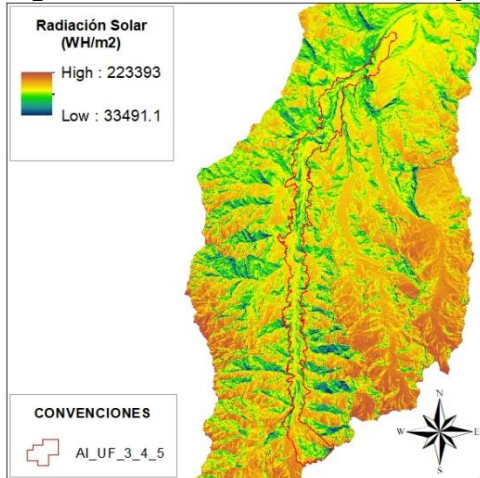


**Figura 5.29 Radiación Solar - Abril**

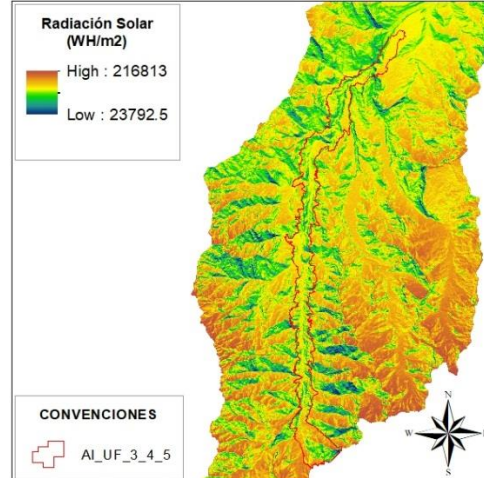




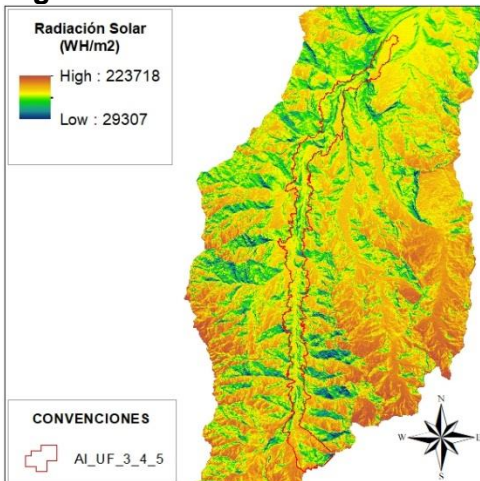
**Figura 5.30 Radiación Solar - Mayo**



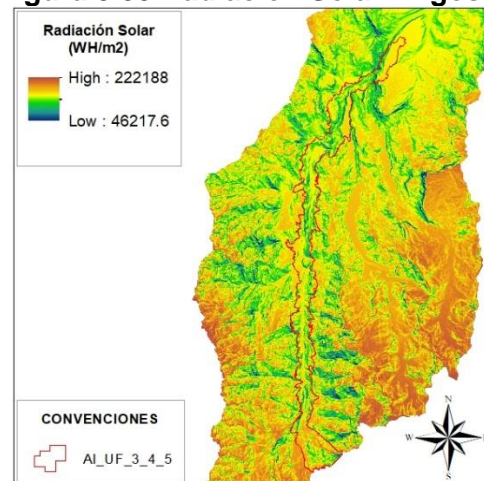
**Figura 5.31 Radiación Solar - Junio**



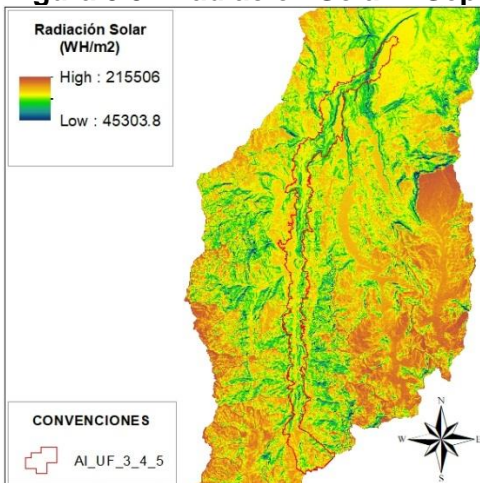
**Figura 5.32 Radiación Solar - Julio**



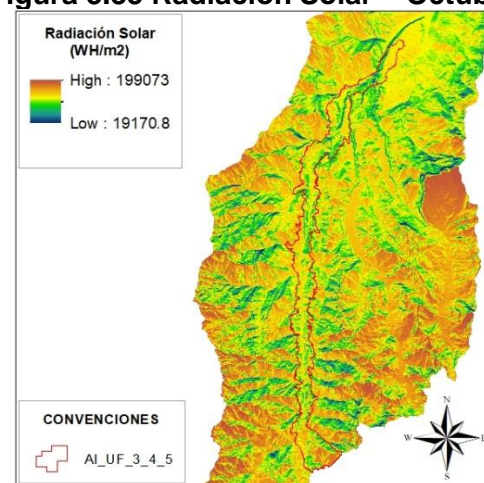
**Figura 5.33 Radiación Solar - Agosto**



**Figura 5.34 Radiación Solar - Sep.**

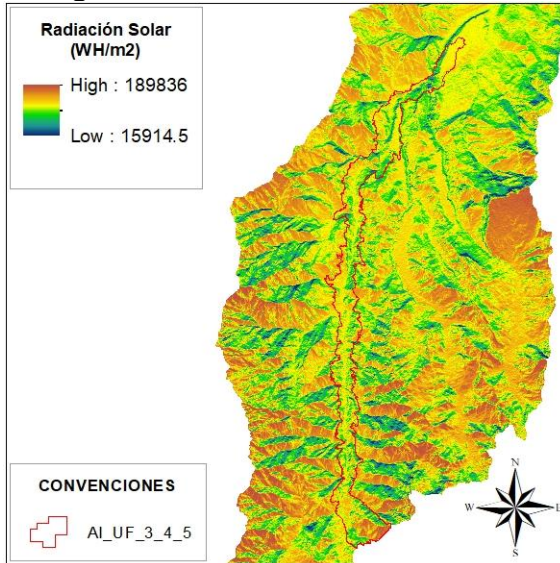


**Figura 5.35 Radiación Solar - Octubre**

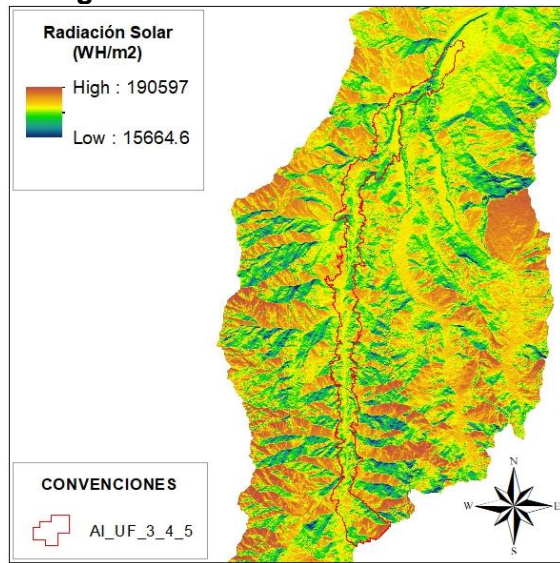




**Figura 5.36 Radiación Solar – Nov.**



**Figura 5.37 Radiación Solar – Dic.**



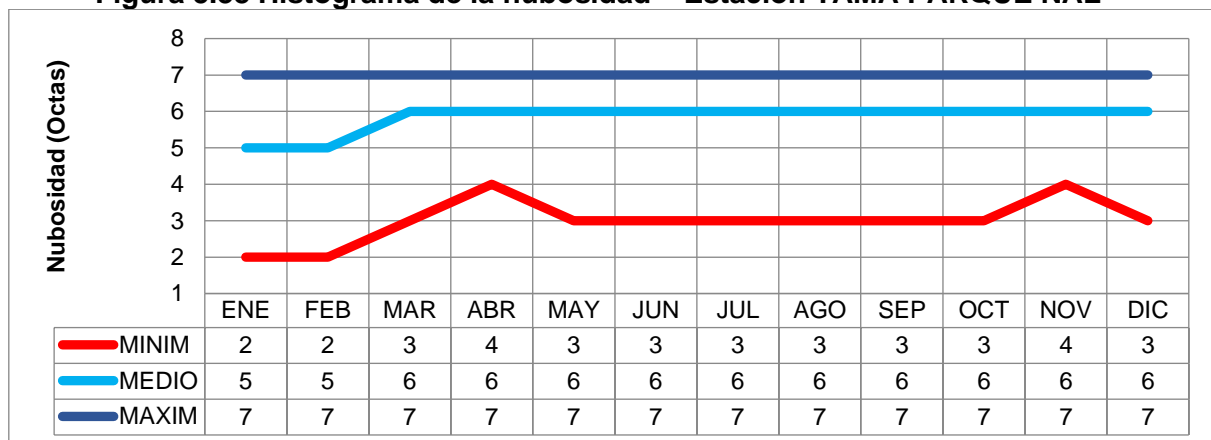
Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

#### 5.1.10.1.8 Nubosidad

La octa es la medida utilizada para el cálculo de la nubosidad presente en una zona determinada y equivale a un octavo de la porción de cielo observado, o sea 5/8 del cielo cubierto. Según la clasificación general del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, correspondería a un cielo parcialmente cubierto.

El comportamiento de la nubosidad fue determinado con base en los registros mensuales multianuales de la estación TAMA PARQUE NAL debido que ninguna de las demás estaciones asociadas al área de influencia cuenta con este parámetro. De acuerdo con el histograma (Figura 5.38) la nubosidad se comporta de la siguiente manera:

**Figura 5.38 Histograma de la nubosidad – Estación TAMA PARQUE NAL**



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

De acuerdo con los resultados durante enero y febrero la media indica cielos nubosos, durante el resto del año, es muy nuboso, sin embargo, la amplitud entre la nubosidad mínima y máxima es amplia es decir durante un día puede ocurrir cielos muy nubosos a poco nubosos, situación que altera la incidencia de la radiación solar, por ende, temperatura, lo cual repercute sobre la evaporación, humedad y evapotranspiración, lo que a su vez interfiere en ciclo hidrológico.

#### 5.1.10.1.9 Evaporación

La estación Esperanza La no cuenta con registros de este parámetro climático, por lo tanto, se realizarán los análisis de la zona central del área de influencia con base en dichos registros. Las estaciones ISER Pamplona y Carmen de Tonchalá si cuentan con registros para los respectivos análisis.

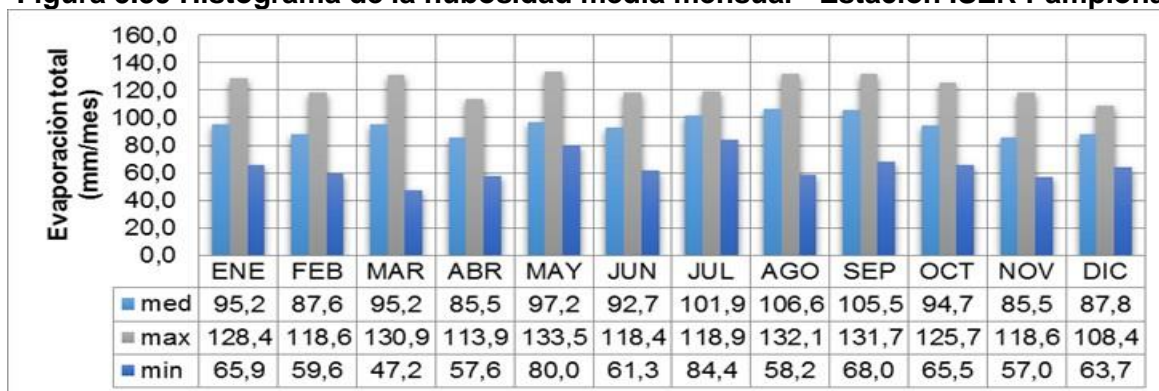
- Sector asociado a la estación ISER Pamplona

**Tabla 5.17 Evaporación media mensual Estación ISER Pamplona**

<b>Evaporación (Ev) media mensual</b>	94,6 mm/mes
<b>Ev máxima media mensual – mes</b>	106,6 mm – Agosto
<b>Ev mínima media mensual – mes</b>	85,5 mm – Abril / 85,5 mm – Noviembre
<b>Periodo(s) con mayor Ev media mensual</b>	Mayo – Octubre
<b>Periodo(s) con menor Ev media mensual</b>	Noviembre - Abril

Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

**Figura 5.39 Histograma de la nubosidad media mensual - Estación ISER Pamplona**



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

- Sector asociado a la estación Carmen de Tonchalá

**Tabla 5.18 Evaporación media mensual – Estación Carmen de Tonchalá**

<b>Evaporación (Ev) media mensual</b>	140,6 mm
<b>Ev máxima media mensual – mes</b>	210 mm – Agosto
<b>Ev mínima media mensual – mes</b>	98,7 – Diciembre
<b>Periodo(s) con mayor Ev media mensual</b>	Mayo – Octubre
<b>Periodo(s) con menor Ev media mensual</b>	Noviembre – Abril

Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

**Figura 5.40 Histograma de la evaporación total - Estación Carmen de Tonchalá**

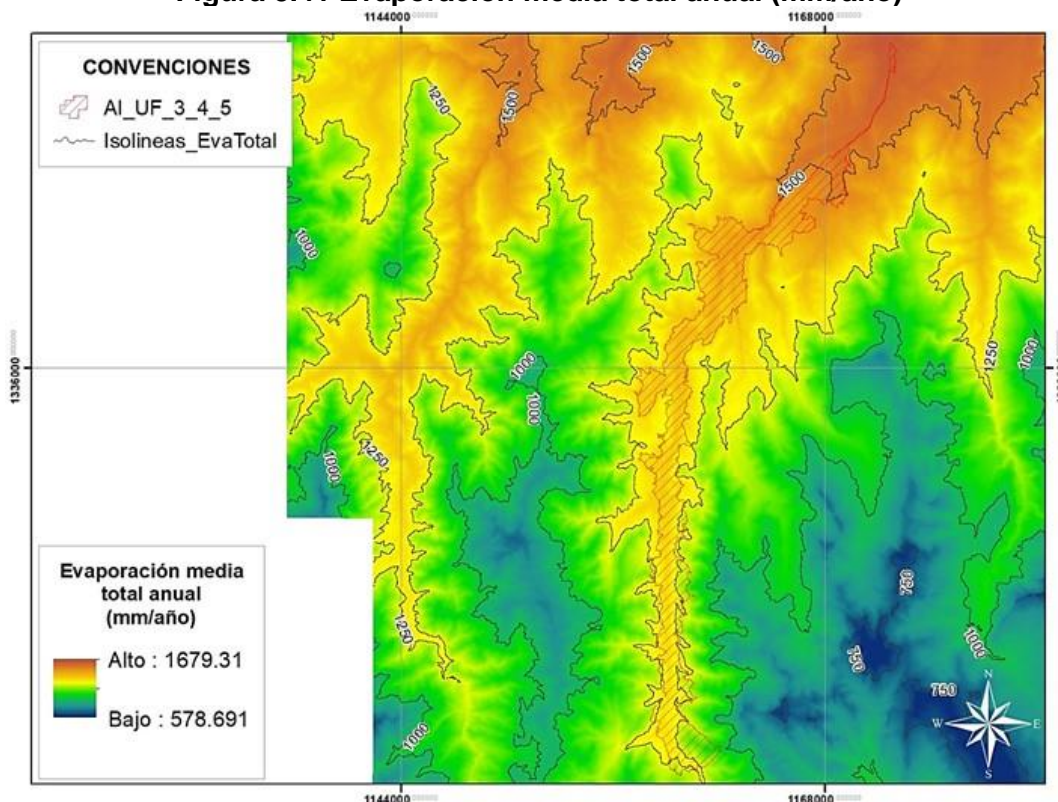


Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

- Zonificación de la humedad total**

Los histogramas (Figura 5.39 y Figura 5.40) expresan el comportamiento de la evaporación que presenta la zonificación (Figura 5.41) donde la evaporación aumenta inversamente a la altitud, sin embargo debido que el área de influencia de la UF 3 – 5 se encuentra en el cañón de la cuenca del río Pamplonita se mantiene homogénea la evaporación. La evaporación total anual meda corresponde a 1250 mm.

**Figura 5.41 Evaporación media total anual (mm/año)**



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

#### 5.1.10.1.10 Clasificación Climática

Fue determinada con base en la clasificación de Caldas (1802) ajustada por el IDEAM (2018) y la clasificación de Lang (1915). Los insumos para la clasificación son la elevación del lugar (en este caso área de influencia), la temperatura media anual (zonificada para el área por medio del gradiente altitudinal) y la precipitación total media anual. Para la clasificación según Lang se debe determinar el Factor de Lang, el cual se obtiene mediante el coeficiente entre la precipitación total media anual (mm) y la temperatura media anual (°C).

- Rangos de clasificación climática de Caldas ajustados por el IDEAM

**Tabla 5.19 Rangos de la clasificación climática de Caldas ajustados por el IDEAM**

Determinación termal	Rangos altitudinales (m.s.n.m)	Rangos de temperatura
Cálido	0 – 800	>24°C
Templado	800 – 1.800	24 °C - 18 °C
Frío	1.800 – 2.800	18 °C - 12 °C
Muy frío	2.800 – 3.700	12 °C - 6 °C
Extremadamente	3.700 – 4.500	6 °C – 1,5 °C
Nival	>4.500	<1,5 °C

Fuente: IDEAM, 2014

- Rangos de clasificación climática de Lang, cuyo producto son seis (6) provincias de humedad

**Tabla 5.20 Provincias de humedad según Clasificación climática de Lang**

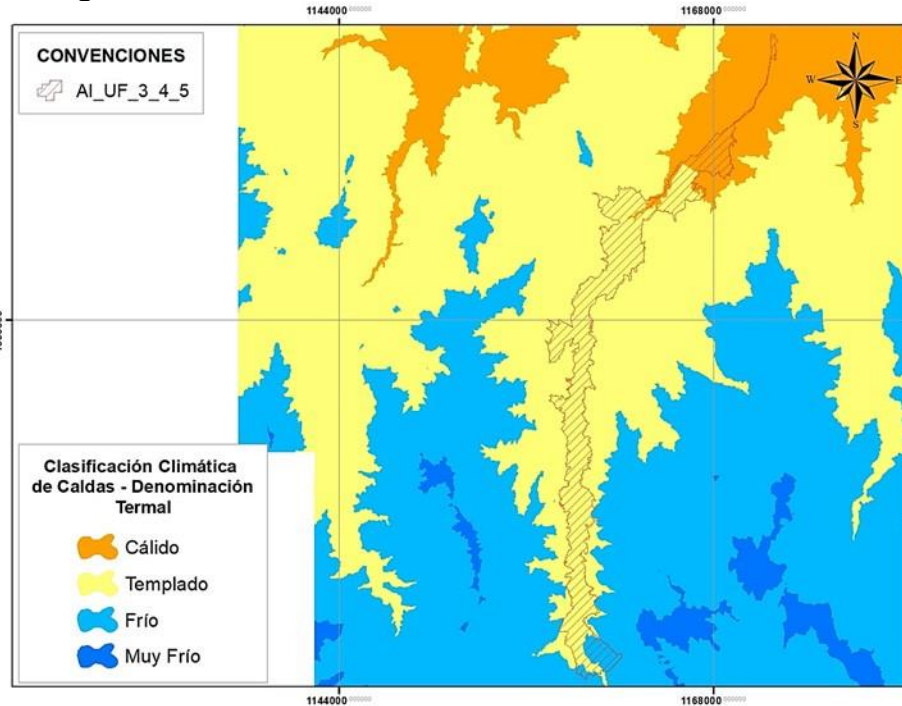
Factor Lang (P/T)	Provincia de humedad	Símbolo
0-20	Desértico	D
20,1-40	Árido	A
40,1-60	Semiárido	Sa
60,1-100	Semihúmedo	Sh
100,1-160	Húmedo	H
>160	Superhúmedo	SH

Fuente: IDEAM, 2014

De acuerdo con lo anterior la clasificación climática del área de influencia de la UF3-4-5 se visualiza en la Figura 5.320 presentada a continuación:

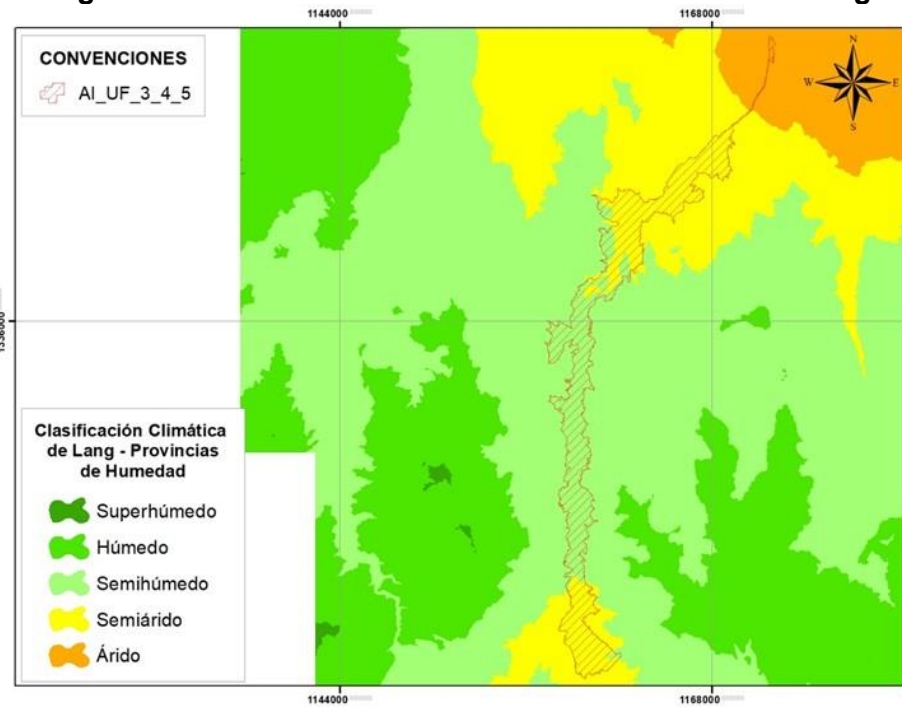


**Figura 5.42 Denominación termal – Clasificación de Caldas**



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

**Figura 5.43 Provincias de humedad - Clasificación de Lang**



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

### 5.1.10.2 Identificación de fuentes de emisiones

En el mes de noviembre de 2017 se desarrolló el inventario de fuentes de emisión susceptibles de generar contaminación atmosférica en el área de influencia para las unidades funcionales 3, 4 y 5. Se identificaron tanto fuentes fijas como fuentes móviles siendo clasificadas de acuerdo con lo estipulado en el artículo 18 del Decreto 948 de 1995 así:

- i. Fuentes Fijas: Puntuales, dispersas o áreas-fuente
- ii. Fuentes Móviles: aéreas, terrestres, fluviales y marítimas.

Además, se consultó con la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental, Corponor, los permisos otorgados en el tema de emisiones atmosféricas en el área de la cuenca del río Pamplonita, de lo anterior y mediante la respuesta con número de radicado 14243 07-11-2017 se concluyó que en el área de influencia de las unidades funcionales 3 - 4 -5 no se encuentran concedidos permisos de emisiones atmosféricas (Ver anexo 2 – Certificados). Según el documento, los permisos otorgados se encuentran en los municipios de Cúcuta, Villa del Rosario y Los Patios. En este último municipio, los permisos están concedidos hacia las veredas La Garita, Los Vados y Agualinda; no hay permisos de emisiones atmosféricas en las veredas Corozal y California, unidades territoriales que hacen parte del área de influencia del proyecto en el municipio de Los Patios.

En la Tabla 5.21 se presenta el inventario general de las fuentes de emisión identificadas en el área de influencia.

**Tabla 5.21 Inventario general de fuentes de emisión UF 3, 4 y 5**

ID	Municipio	Vereda	Descripción	Tipo de fuente			Coordenada Magna Sirgas- Origen Bogotá	
				Fija Puntual	Fija de área o dispersa	Lineal	Este	Norte
FF1	Pamplonita	El Colorado	Vivienda Rural	X			1159911,07	1313851,88
FA5			Mina Santa Isabel		X		1159865,51	1314157,87
FF20			Finca Santa Isabel	X			1159767,99	1314243,16
FF2		San Rafael	Establecimiento comercial sin nombre	X			1159186,97	1315831,30
FF21			Sin definir	X			1159411,33	1314657,28
FF22			Finca El Avión	X			1159482,45	1314740,32
FF23			Centro poblado Vereda San Rafael	X			1159213,74	1315471,18
FF3		San Antonio	Vivienda Rural	X			1159051,20	1316856,24
FF4			Vivienda Rural	X			1159427,05	1317403,64
FF5			Vivienda Rural	X			1159295,88	1318298,99
FF6			Vivienda Rural	X			1159320,74	1318709,44
FF7			Establecimiento comercial "La Miguelera"	X			1159284,35	1319096,70
FF8			Establecimiento comercial sin nombre	X			1159182,43	1319632,71
FF9			Vivienda Rural	X			1159372,88	1319910,95

ID	Municipio	Vereda	Descripción	Tipo de fuente			Coordenada Magna Sirgas- Origen Bogotá	
				Fija Puntual	Fija de área o dispersa	Lineal	Este	Norte
FA2		Matajira	Caserío de viviendas rurales y establecimientos comerciales.		X		1159163,92	1326180,19
FF10	Pamplonita	La Palmita	Vivienda Rural	X			1159223,06	1321402,57
FF11			Vivienda Rural	X			1159234,14	1.321.482,8
FF12			Vivienda Rural	X			1159201,18	1321640,14
FF13			Vivienda Rural	X			1159211,81	1321896,83
FF14			Vivienda Rural	X			1159211,12	1321910,26
FF15			Vivienda Rural	X			1159228,41	1322051,68
FF16			Establecimiento comercial "El Descanso" (Restaurante)	X			1159155,87	1322196,78
FA1			Caserío de viviendas rurales y centros vacacionales		X		1159208,86	1322421,28
FF28			Avícola El Trapiche	X			1159095,61	1320881,84
FF29			Restaurante Rancho Grande	X			1159111,14	1321072,92
FF30			Restaurante La Falda	X			1159030,55	1323207,63
FF31			Finca Lote La Playa	X			1159075,93	1323203,20
FF32			Caserío La Palmita	X			1159094,33	1323684,15
FF33			Caserío La Palmita	X			1159164,93	1324486,31
FF17		El Volcán	Vivienda Rural	X			1159126,20	1327172,30
FF18			Vivienda Rural	X			1159457,00	1327763,11
FF19			Vivienda Rural	X			1159430,61	1328052,63
FA3			Avícola "La Monumental"		X		1159399,08	1328396,54
FA4			Centro poblado nucleado "El Diamante"		X		1159213,89	1328560,42
FA6		Buenos Aires	Concretos y triturados Pamplonita		X		1159254,45	1320095,92
FF24			Caserío Buenos Aires	X			1159245,33	1320174,06
FF25			Establecimiento comercial	X			1159168,92	1320576,64
FF26			Finca Rancho Los Caballos	X			1159236,09	1320734,95
FF27			Establecimiento comercial	X			1159150,14	1320681,85
FF34	Bochalema	Calaluna	Vivienda Rural	X			1159618,87	1335764,99
FF35			Vivienda Rural	X			1159572,70	1336042,89
FF36			Vivienda Rural	X			1159547,79	1336407,24
FF37			Vivienda Rural	X			1159639,66	1336935,19
FF38			Vivienda Rural	X			1159738,40	1337394,04
FF39			Vivienda Rural	X			1159962,43	1337964,26
FF40			Vivienda Rural	X			1160031,91	1338083,59



ID	Municipio	Vereda	Descripción	Tipo de fuente			Coordenada Magna Sirgas- Origen Bogotá	
				Fija Puntual	Fija de área o dispersa	Lineal	Este	Norte
FF41			Vivienda Rural	X			1160218,87	1338125,60
FF42		Nueva	Vivienda Rural	X			1162187,29	1341830,37
FA7		DonJuana	Mina "Mineros del Futuro"		X		1163296,28	1342755,05
FA8		Zarcuta	Contrato No. 547 Trituradora de agregados para concretos y morteros.		X		1158798,59	1329719,89
FA09			Contrato No. KKD-08301 Trituradora Saenz		X		1158566,90	1330132,22
FF43			Caserío Vereda Zarcuta	X			1159000,12	1330418,61
FF44		Peñaviva	Finca Villa Rica	X			1159501,05	1332262,36
FF45			Finca Copacabana	X			1159552,32	1332667,42
FF46			Finca Jesús Gabriel	X			1159557,96	1333099,34
FF47			Finca Villa Mercedes	X			1159653,62	1333314,29
FA10	Chinácota	Arengue Rujas	Trituradora R&R Fronteras S.A.S		X		1159774,42	1333373,48
FA11	Chinácota	Nuevo Diamante	Concretos y Morteros		X		1159035,33	1330059,87
FF48	Los Patios	Corozal	Establecimiento comercial (Restaurante) "Fogón Colombia"	X			1164406,45	1343254,22
FF49			Establecimientos comerciales (Restaurantes) "La honda"	X			1164356,80	1343204,58
FF50			Establecimiento comercial (Restaurante) "El buen gusto"	X			1165906,87	1345742,34

Fuente: (Aecom-Concol, 2017)

La fuente fija de emisión es definida como aquella actividad, proceso u operación susceptible de emitir contaminantes al aire en un lugar determinado e inamovible, aun cuando la descarga de contaminantes se produzca en forma dispersa (Decreto 948 de 1995). A continuación, se presenta un bosquejo de las fuentes fijas (puntuales y dispersas) identificadas en el área de influencia.

#### 5.1.10.2.1 Fuente fijas puntuales

De acuerdo con el Decreto 948 de 1995, la fuente fija puntual es "la fuente que emite contaminantes al aire por ductos o chimeneas".

En el área de influencia del proyecto se identificaron en total 50 fuentes fijas puntuales, referenciadas en la Tabla 5.21. Las fuentes identificadas se relacionan con actividades comerciales como restaurantes y viviendas rurales que generan emisiones al usar leña para la cocción de los alimentos, estas se ubican a lo largo de toda la vía existente. A continuación, se presentan algunas imágenes de la identificación. (Ver Fotografía 5.1 y Fotografía 5.2).

**Fotografía 5.1 Fuente fija puntual - Restaurantes a través de la vía existente**



Restaurante en la vereda Corozal, Los Patios. ESTE: 1164356,80 NORTE: 1343204,58  
Establecimiento comercial en la vereda San Antonio, Pamplonita. ESTE: 1159182,43 NORTE: 1319632,71

Fuente: Aecom-ConCol, 2018

**Fotografía 5.2 Fuente fija puntual - Vivienda rural**



Vivienda rural en vereda San Antonio, Pamplonita. ESTE: 1159051,20 NORTE: 1316856,24

Fuente: Aecom-ConCol, 2018

**Fotografía 5.3 Fuente fija puntual – Chimeneas en viviendas y establecimientos**



Fuente: Aecom-ConCol, 2018

En general las fuentes fijas puntuales identificadas están relacionadas con el uso de leña como combustible en diversos procesos, por tanto, los principales contaminantes asociados son:

- i. Materia particulada o partículas de material (PM)

- ii. Monóxido de carbono (CO)
- iii. Compuestos irritantes como la acroleína
- iv. Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)
- v. Compuestos orgánicos volátiles
- vi. Dioxinas

#### 5.1.10.2.2 Fuentes fijas dispersas o difusas

Se constituyen como 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 en el caso de las quemas abiertas controladas en zonas rurales (Decreto 948 de 1995).

Se identificaron doce (12) fuentes de emisiones fijas dispersas. Estas fuentes están relacionadas a actividades mineras de explotación y trituración de material de arrastre; así como caseríos o agrupación de algunas viviendas y establecimientos comerciales (Fotografía 5.5), e industria avícola (Fotografía 5.6).

Las actividades mineras están localizadas en los municipios de Bochalema, Chinácota y Pamplonita. El tipo de emisión de estas actividades está asociado a material particulado-MP y gases. El MP es ocasionado por actividades como la trituración del material, cargue, descargue y disposición en las pilas. Los gases son emitidos por la combustión de maquinaria (volquetas, combustibles fósiles (A.C.P.M., bulldozer, retroexcavadora, volquetas). En la Fotografía 5.4 se muestran dos de las actividades mineras identificadas en el área.

#### Fotografía 5.4 Fuente fija dispersa – Actividades de extracción de materiales



Explotación de material de arrastre del río Pamplonita, vereda Buenos Aires, municipio Pamplonita.

Localización: 1159254,45 Este; 1320095,92 Norte.



Explotación de material de construcción a cielo abierto en el río Pamplonita, vereda Zarcuta, municipio Bochalema. Método banco único en las terrazas aledañas al río mediante implementación de diques transversales para formar piscinas trampa para material de arrastre.

Localización: 1158798,59 Este; 1329719,89 Norte

Fuente: Aecom-ConCol, 2018

En esta clasificación también se encuentran los asentamientos humanos identificados como emisores de la contaminación atmosférica debido a la concentración de la población, desarrollo de viviendas y actividades a partir del crecimiento poblacional. Es preciso aclarar



que la mayoría de las viviendas tienen estufa de leña para la cocción de sus alimentos, construidas generalmente con chimeneas o buitrones que son ductos de escape de los gases producto de la actividad (ver Fotografía 5.5). En otros casos la leña se quema en fogones abiertos o estufas de mal funcionamiento, lo cual es común en zonas rurales.

Las emisiones atmosféricas producidas dependen de la combustión de la leña, ya que si es completa se libera dióxido de carbono y agua, sin embargo, cuando la combustión es incompleta se genera monóxido de carbono, benceno, butadieno, formaldehído y otros compuestos perjudiciales para la salud. Según la OMS “en viviendas mal ventiladas el humo puede producir concentraciones de partículas finas 100 veces superiores a las aceptables”, por otro lado, la leña también es un emisor de material particulado (Smith, 2006).

**Fotografía 5.5 Fuente fija dispersa- Caseríos**



Uso de chimeneas de leña en caserío de viviendas rurales y centros vacacionales. Vereda La Palmita, municipio Pamplonita. Localización: 1159208,856 Este; 1322421,28 Norte.



Uso de chimeneas de leña en caserío de viviendas rurales y establecimientos comerciales. Vereda Matajira, municipio Pamplonita. Localización: 1159163,917 Este; 1326180,19 Norte.

Fuente: Aecom-ConCol, 2017

En el área de influencia también se identificaron dos industrias avícolas, localizadas en la vereda El Volcán (Fotografía 5.6) y La Palmita, del municipio de Pamplonita. La contaminación del aire por esta actividad está asociada a la emisión de gases producto de la descomposición de la excreta de las aves, afectando el entorno y salud de los trabajadores, y generando molestias a los vecinos.

Los gases de mayor impacto emitidos durante la descomposición de estos residuos son los ácidos orgánicos volátiles, amoníaco, metano, dióxido de carbono, gas sulfhídrico y partículas respirables como la caspa que emiten los animales y el polvo proveniente de las camas y el alimento concentrado (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y FENAVI, 2014).



**Fotografía 5.6 Fuente fija dispersa – Granja avícola**




Avícola "La Monumental". Criadero de alrededor de 11000 gallinas ponedoras en la vereda El Volcán, municipio Pamplonita.

Fuente: Aecom-ConCol, 2017


#### **5.1.10.2.3 Fuentes lineales**

En el área de estudio también se encuentran fuentes lineales de emisión, donde se incluyen las vías que pueden generar emisiones a la atmósfera, es el caso de aquellas que son susceptibles de emitir material particulado a causa de su superficie de tránsito descubierta. Por ello, se identifican aquellas que se encuentran sin pavimentar o en afirmado. Las vías que en el área de influencia cumplen estas características son las vías de acceso vehicular a unidades territoriales menores. En algunos tramos, estas vías cuentan con alguna capa de rodadura, sin embargo, no en su totalidad, tal como se muestra en la Tabla 5.22.

 <b>Unión Vial</b> <b>Río Pamplonita</b> <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN          DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 3 - 4 - 5          SECTOR PAMPLONITA - LOS ACACIOS          CAPITULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA-          MEDIO ABIÓTICO</b>
<b>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</b>	


**Tabla 5.22 Descripción de fuentes lineales de emisión**




ID	Municipio	Vereda	Descripción	Material de conformación	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá		Registro Fotográfico
					Este	Norte	
FL1	Bochalema	Calaluna	Vía de acceso	Afirmado	1159704,697	1337324,997	
FL2	Pamplonita	San Rafael	Vía de acceso	Afirmado	1159247,056	1316180,336	
FL3	Pamplonita	San Rafael	Vía de acceso	Afirmado	1159150,785	1316181,292	

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 3 - 4 - 5 SECTOR PAMPLONITA - LOS ACACIOS CAPITULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA- MEDIO ABIÓTICO</b>
<b>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</b>	


ID	Municipio	Vereda	Descripción	Material de conformación	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá		Registro Fotográfico
					Este	Norte	
FL4	Pamplonita	San Antonio	Vía de acceso	Afirmado	1159435,328	1316408,602	
FL5	Pamplonita	San Antonio	Vía de acceso	Afirmado	1159514,718	1317647,514	
FL6	Los Patios	California	Vía de acceso	Afirmado	1165606,156	1165606,156	







	<p><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 3 - 4 - 5 SECTOR PAMPLONITA - LOS ACACIOS CAPITULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA- MEDIO ABIÓTICO</b></p> <p><b>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</b></p>
---	---

ID	Municipio	Vereda	Descripción	Material de conformación	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá		Registro Fotográfico
					Este	Norte	
FL7	Los Patios	Corozal	Vía de acceso	Afirmado	1165745,272	1344354,041	
FL8	Los Patios	Corozal	Vía de acceso	Afirmado	1166263,436	1344635,27	
FL9	Bochalema	La Selva	Vía de acceso	Afirmado	1162397,617	1344197,088	



 <b>Unión Vial</b> <b>Río Pamplonita</b> <small>INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS</small> <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN</b> <b>DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 3 - 4 - 5</b> <b>SECTOR PAMPLONITA - LOS ACACIOS</b> <b>CAPITULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA-</b> <b>MEDIO ABIÓTICO</b> <b>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</b>
--	--

ID	Municipio	Vereda	Descripción	Material de conformación	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá		Registro Fotográfico
					Este	Norte	
FL10	Bochalema	Calaluna	Vía de acceso	Afirmado	1159706,024	1337423,32	 
FL11	Los Patios	California	Vía de acceso	Afirmado	1166344,098	1344156,391	
FL12	Bochalema	Zarcuta	Vía de acceso	Afirmado	1157854,373	1330728,522	

Fuente: Aecom-ConCol, 2018

#### 5.1.10.2.4 Fuentes móviles

Las fuentes móviles son definidas como fuentes de emisión que, por razón de su uso o propósito, son susceptible de desplazarse, como los automotores o vehículos de transporte a motor de cualquier naturaleza (Decreto 948 de 1995). Teniendo en cuenta que se tiene presencia de un corredor vial, es decir la vía existente Pamplona-Cúcuta, se cuenta con la presencia continua y permanente de vehículos de toda clase como lo son automóviles, autobuses, motocicletas, camiones, tracto mulas, etc.

Estos emiten una serie de gases de combustión por el tubo de escape producto de la quema del combustible como hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), material particulado (PM), Metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Algunos de los anteriores no son solo nocivos en altas concentraciones para la salud, sino para el ambiente, constituyéndose como gases de efecto invernadero. Por otro lado, las emisiones dependen de las características del vehículo, de esta forma los vehículos más pesados tienden a generar mayores emisiones por kilómetro recorrido. (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático- INECC, 2007)

**Fotografía 5.7 Fuentes móviles sobre la vía existente Pamplona-Cúcuta.**



Fuente: Aecom-ConCol, 2017

#### 5.1.10.2.5 Potenciales receptores

En esta clasificación se encuentran los asentamientos humanos, identificados como los potenciales receptores y emisores de la contaminación atmosférica debido a la concentración de la población, desarrollo de viviendas y actividades económicas. En la Tabla 5.23, se especifican los potenciales receptores de contaminación en el área de estudio.

**Tabla 5.23 Potenciales receptores en el área de influencia**

Municipio	Unidad territorial	Coordenadas Magna Sirga Colombia Bogotá	
		Este	Norte
Pamplonita	La Palmita	1159194,38	1322334,22
	El Diamante	1159367,38	1328499,97
Chinácota	La Nueva Donjuana	1162491,84	1342247,69
	Nuevo Diamante	1159322,34	1328605,06
Los Patios	Corozal	1166565,35	1346202,07

Fuente: Aecom-ConCol, 2018

### 5.1.10.3 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. Para tal efecto y con el fin de garantizar la calidad y trazabilidad del muestreo se sigue la metodología establecida por la United States Environmental Protection Agency (U.S EPA) para la evaluación técnica de la calidad del aire.

El muestreo de calidad de aire se realizó entre los días 9 y 27 de diciembre de 2017 por el laboratorio Corporación Integral del Medio Ambiente C.I.M.A acreditado por el IDEAM mediante Resolución 2085 del 01 de octubre de 2015, extendida en la Resolución 0918 del 17 de mayo de 2016, bajo la norma NTC ISO/IEC 17025:2005 (Ver anexo 5. CARACTERIZACION\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.5 Atmosférico\A Anexos Aire).

El estudio de calidad del aire fue realizado durante los meses noviembre y diciembre, bajo vigencia de Resolución 610 de 2010, sin embargo, en la elaboración de esta caracterización se consignan los resultados del muestreo a través de una comparación con los parámetros establecidos en la normatividad ambiental vigente contenida en la Resolución 2254 de 2017.

La excepción a esta comparación se presenta en el parámetro NO<sub>2</sub>, el cual fue establecido con medición diaria del parámetro, tal como lo establece la Resolución 610 de 2010, por lo tanto, este parámetro se compara con esta, debido a que la Resolución 2254 de 2017 presenta de manera horaria el límite de este parámetro. El informe detallado de calidad del aire se encuentra en el anexo 5. CARACTERIZACION\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.5 Atmosférico\A Anexos Aire.

#### 5.1.10.3.1 Inventario de fuentes generadoras de emisiones atmosféricas

Con el fin de dar cumplimiento a los términos de referencia, establecidos mediante Resolución 751 de 2015 relacionado para el elemento aire, se realizó un inventario de las fuentes de contaminación atmosféricas y se programó una campaña de monitoreo de calidad del aire en las zonas que se consideraron de interés.

Como se mencionó anteriormente, las fuentes identificadas se asocian a actividades comerciales e industriales, tránsito vehicular, poblamientos y asentamientos humanos (ver numeral 5.1.10.2 Identificación de fuentes de emisiones).

#### 5.1.10.3.2 Análisis y evaluación de la calidad de aire

El muestreo y análisis de calidad de aire fue realizado por la Corporación Integral del Medio Ambiente – CIMA, mediante el análisis preliminar de las posibles fuentes de emisión en la zona de estudio y los factores climatológicos.

A partir de tal análisis se ubicaron seis (6) estaciones de calidad de aire en el área de estudio de las unidades funcionales 3-4-5.

En estas estaciones 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, día de por medio. Las mediciones de Monóxido de Carbono (CO) se efectuaron de manera puntual, cada uno de los días de muestreo.

A continuación, se describen los aspectos principales y relevantes del monitoreo; el informe detallado presentado por el laboratorio encargado, CIMA, se incluye en el Anexo 5. CARACTERIZACION\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.5 Atmosférico\A Anexos Aire del presente documento.


- i. Determinación de material particulado menor a diez micras (PM-10): El método de muestreo y análisis corresponde al método de referencia US EPA CFR Título 40 Parte 50 Apéndice J: PM 10. La muestra de aire se succiona por 24 +/- 1 horas y se hace pasar a través de un impactador que clasifica las partículas y solo deja pasar las que tienen un diámetro aerodinámico menor a 10 micras. Las partículas llegan al filtro de celulosa el cual se pesa en las mismas condiciones de humedad y temperatura antes y después de ser expuesto, para determinar el peso neto ganado. El volumen de muestra se calcula con base en las mediciones de flujo y tiempo de muestreo. La medición de flujo requiere de una calibración previa del equipo con respecto a un medidor patrón.
- ii. Determinación de dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre: La muestra de aire para análisis de NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> se toma simultánea con la de partículas mediante el tren de muestreo tipo Andersen, usando la bomba de vacío para hacer pasar el aire por 24 horas a través de burbujeadores con soluciones absorbentes. El Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) es absorbido de la muestra de aire por una solución de trietanolamina y n-butanol, contenida en uno de los burbujeadores. El NO<sub>2</sub> colectado se derivatiza en el laboratorio a un azo-compuesto con sulfanilamida y NEDA, y se cuantifica por medición espectrofotométrica a 540 nm. Por su parte, el Dióxido de Azufre se mide por el método de referencia de la Resolución 19622 de 1985 que corresponde al US EPA CFR Título 40 Parte 50 Apéndice A2. La muestra de aire se pasa por una solución absorbente de tetracloromercurato de potasio en el mismo tren de muestreo Andersen. Una vez terminado el periodo de muestreo, las muestras se refrigeran y envían al laboratorio donde se desarrolla el color de la solución absorbente con pararosanilina y se lee la absorbancia en un espectrofotómetro.
- iii. Determinación de monóxido de carbono: Para la determinación de monóxido de carbono se emplea el analizador modelo APMA (Método Automático Equivalente RFCA-0506-158 para rango de concentraciones 0 - 50 ppm), de acuerdo con el método de referencia US EPA CFR, Título, 40, Parte 50. Appendix C to Part 50— Measurement Principle and Calibration Procedure for the Measurement of Carbon Monoxide in the Atmosphere (Non-Dispersive Infrared Photometry). APMA-370 es un analizador de monóxido de carbono (CO) en aire ambiente, que emplea como principio de medición el análisis por infrarrojo no dispersivo (IRND). Este analizador



permite medir continuamente las concentraciones de CO en aire ambiente. Para la determinación de monóxido de carbono el analizador usa el efecto de modulación, que ocurre en la absorción infrarroja del gas de muestra, cuando el gas en mención y el gas cero son enviados alternativamente a la célula de medida con un caudal fijo usando una válvula solenoide que actúa a una frecuencia de 1 Hz.


A continuación, en la Tabla 5.24 a Tabla 5.29 se describen los aspectos generales de las estaciones de monitoreo en el área de influencia, y en la Figura 5.44 se observa la ubicación espacial de las mismas.

**Tabla 5.24 Generalidades estaciones de muestreo – Estación 1**

Tabla 3.24 Generalidades Estaciones de Monitoreo - Estación 1				
Punto de Monitoreo	Coordenadas Gauss Krüger, Datum Magna Sirgas - Origen Central		Fuentes de emisión	Registro Fotográfico
Estación 1 Escuela Rural Nuestra Señora del Pilar	N:	1315740,81	<b>CLIMA:</b> El clima durante los días de monitoreo fue soleado	
	E:	1159260,74	<b>MÓVILES:</b> Tránsito de vehículos por la vía que comunica a Cúcuta con Bucaramanga.	
	Altitud:	1611 msnm	<b>FIJAS:</b> Empleo de leña y gas propano para preparación de alimentos en viviendas aledañas. Quema a cielo abierto de los residuos generados en las viviendas	
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL:</b> La estación fue ubicada en la vereda San Rafael, en jurisdicción del municipio de Pamplonita. La principal fuente de emisión para esta Estación es el tránsito de vehículos en la vía que comunica a Cúcuta con Bucaramanga. En la zona se usa leña y gas propano como fuente de combustión para la preparación de alimentos. Se evidencian frecuentes quemas a cielo abierto de los residuos generados por los habitantes de la zona.				

Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018


**Tabla 5.25 Generalidades estaciones de muestreo – Estación 2**

Puntos de Monitoreo	Coordenadas Gauss Krüger, Datum Magna Sirgas - Origen Central		Fuentes de emisión	Registro Fotográfico
<b>Estación 2</b> Centro Educativo Rural Los Guayabales	<b>N:</b>	1322367,97	<b>CLIMA:</b> el cielo estuvo soleado la mayoría de los días del monitoreo.	
	<b>E:</b>	1159139,96	<b>MÓVILES:</b> Tránsito de vehículos por la vía Cúcuta-Bucaramanga.	
	<b>Altitud:</b>	1257 msnm	<b>FIJAS:</b> Empleo de leña y gas propano para preparación de alimentos en viviendas aledañas. Quema a cielo abierto de los residuos generados en las viviendas.	

Puntos de Monitoreo	Coordenadas Gauss Krüger, Datum Magna Sirgas - Origen Central	Fuentes de emisión	Registro Fotográfico
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL:</b> La estación fue localizada en la vereda Palmita del municipio de Pamplonita, en el centro educativo rural Los Guayabales. La principal fuente de emisión es el tránsito de vehículos por la vía Bucaramanga-Cúcuta. Se evidencian frecuentes quemas a cielo abierto de los residuos generados por los habitantes de la zona.			

Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018


**Tabla 5.26 Generalidades estaciones de muestreo - Estación 3**

Puntos de Monitoreo		Coordenadas Gauss Krüger, Datum Magna Sirgas - Origen Central		Fuentes de emisión	Registro Fotográfico
Estación 3 Sector Santa Ana	N:	1326466,04	<b>CLIMA:</b> Clima templado durante la ejecución del monitoreo.  <b>FIJAS</b> Empleo de leña y gas propano para preparación de alimentos en viviendas aledañas.  Quema a cielo abierto de los residuos generados en las viviendas.		
	E:	1159108,04			
	Altitud:	1127 msnm			
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL:</b> La estación fue ubicada en la vereda Matajira, caserío sector Santa Ana, del municipio de Pamplonita, departamento de Norte de Santander. La principal fuente de emisión para esta estación son las viviendas que emplean leña y gas propano como fuente de combustión para la preparación de alimentos. También se evidenció quemas de residuos a cielo abierto.					

Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018

**Tabla 5.27 Generalidades estaciones de muestreo - Estación 4**

Puntos de Monitoreo	Coordenadas Gauss Krüger, Datum Magna Sirgas - Origen Central	Fuentes de emisión	Registro Fotográfico
<b>Estación 4</b> El Diamante	<b>N:</b> 1328479,22	<b>CLIMA:</b> El cielo estuvo nublado la mayoría de los días del monitoreo.	
	<b>E:</b> 1158937,02	<b>MÓVILES:</b> Tránsito de vehículos por la vía de la vereda Tesca, la cual se encuentra sin pavimentar. <b>FIJAS</b> Empleo de leña y gas propano para preparación de	


Puntos de Monitoreo	Coordenadas Gauss Krüger, Datum Magna Sirgas - Origen Central		Fuentes de emisión	Registro Fotográfico
	Altitud:	1054 msnm	alimentos en viviendas aledañas. Quema a cielo abierto de los residuos generados en las viviendas.	

**DESCRIPCIÓN GENERAL:** La estación fue ubicada en la vereda Tescua, sector el Diamante, del municipio de Pamplonita, departamento de Norte de Santander, específicamente en la propiedad del señor Teodoro Contreras. La principal fuente de emisión en esta estación es el paso eventual de vehículos sobre la vía de la vereda Tescua, la cual se encuentra sin pavimentar.

En esta zona las viviendas no cuentan con servicio de gas natural, por tal motivo usan leña y gas propano como fuente de combustión para la preparación de alimentos, frecuentemente en las viviendas de la vereda realizan quema a cielo abierto de los residuos que generan.

Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018

**Tabla 5.28 Generalidades estaciones de muestreo - Estación 5**

Puntos de Monitoreo	Coordenadas Gauss Krüger, Datum Magna Sirgas - Origen Central		Fuentes de emisión	Registro Fotográfico
<b>Estación 5</b> Vereda Calaluna	N:	1336747,84	<b>CLIMA:</b> Clima templado durante la ejecución del monitoreo	
	E:	1159586,48	<b>FIJAS</b> Empleo de leña y gas propano para preparación de alimentos en viviendas aledañas.	
	Altitud:	908 msnm	Quema a cielo abierto de los residuos generados en las viviendas.	

**DESCRIPCIÓN GENERAL:** La estación se encuentra localizada en la vereda Calaluna, del municipio de Bochalema, departamento de Norte de Santander, específicamente en la propiedad del señor Manuel Alfonso Quintero. En esta zona las viviendas no cuentan con servicio de gas natural, por tal motivo usan leña y gas propano como fuente de combustión para la preparación de alimentos, frecuentemente en las viviendas de la vereda realizan quema a cielo abierto de los residuos que generan.

Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018

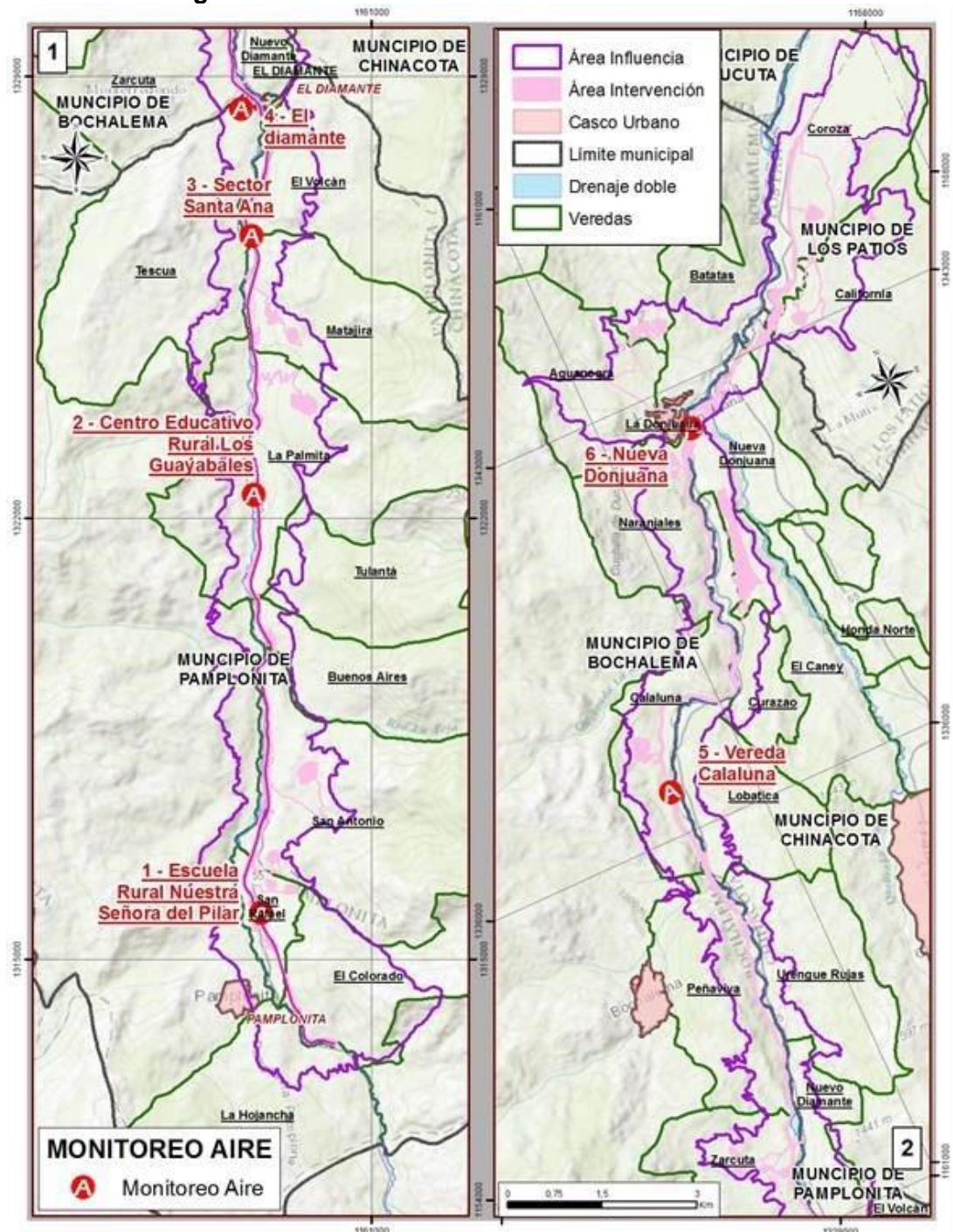
**Tabla 5.29 Generalidades estaciones de muestreo - Estación 6**

Formulario General de Caracterización de Estaciones de Monitoreo - Estación 6					
Puntos De Monitoreo		Coordenadas Gauss Krüger, Datum Magna Sirgas - Origen Central		Fuentes de emisión	Registro Fotográfico
Estación 6 Nueva Donjuana	N:	1342224,95	<b>CLIMA:</b> Clima templado durante la ejecución del monitoreo. Cielo parcialmente nublado durante la mayoría de días del monitoreo.		
	E:	1162480,97	<b>FIJAS:</b> Empleo de leña y gas propano para preparación de alimentos en viviendas aledañas.		
	Altitud:	732 msnm	Quema a cielo abierto de los residuos generados en las viviendas.		
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL:</b> La estación se encuentra localizada en la vereda Nueva Donjuana, del municipio de Chinácota, departamento de Norte de Santander, específicamente en el parque Nueva Donjuana. La principal fuente de emisión de esta estación es la quema a cielo abierto de los residuos generados, en esta zona las viviendas no cuentan con servicio de gas natural, por tal motivo usan leña y gas propano como fuente de combustión para la preparación de alimentos.					

Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018



Figura 5.44 Puntos de monitoreo de calidad del aire



Fuente: Aecom-ConCol, 2018

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

- i. La distancia entre la estación de calidad del aire y el obstáculo más cercano, debe ser dos veces la altura del obstáculo.
- ii. Los equipos de muestreo pueden estar ubicados mínimo a 1.20 m desde el nivel del suelo.
- iii. No se deben instalar cerca (menos de 10 m) de fuentes fijas puntuales de emisión.
- iv. Tener un radio de 270° libre de restricciones de flujo alrededor del muestreador.

La selección de los puntos de monitoreo en el área de influencia de la UF345 se realizó respondiendo a lo indicado en los términos de referencia M-M-INA-02 Versión No.2 adoptados por la Resolución 0751 de marzo de 2015 del MADS, en los que se establece que se debe presentar una evaluación de la calidad del aire, considerando:

- Fuentes de emisiones atmosféricas existentes: fijas, móviles y de área
- Ubicación cartográfica de los posibles receptores

La Resolución 0751 de marzo de 2015 del MADS también establece que se debe presentar una evaluación de la calidad del aire, considerando las fuentes de emisiones atmosféricas (gases y material particulado) existentes (fijas, móviles y de área), y la ubicación cartográfica de los potenciales receptores. Por lo tanto, los puntos de monitoreo se ubicaron en áreas habitadas, áreas con presencia de establecimientos comerciales con uso de leña, y con presencia de centros educativos.

Estas estaciones se ubicaron a lo largo del área de intervención del proyecto, tal como se indica en la Figura 5.44, localizados en los municipios de Pamplonita, Chinácota y Bochalema debido a que presentaron las condiciones descritas anteriormente, mientras que en el área del municipio de Los Patios, que hace parte del proyecto, no se encontraron fuentes de emisión de contaminantes atmosféricos representativos para realizar la evaluación a través del monitoreo. Los equipos utilizados durante el muestreo de calidad de aire se relacionan en la Tabla 5.30.

**Tabla 5.30 Equipos utilizados durante el muestreo de calidad aire**

Equipo	Código interno	Estación	Serial
Hi Vol PM-10	CA_160_EM	Estación 1	No reportado
Hi Vol PM-10	CA_005_EM	Estación 2	No reportado
Hi Vol PM-10	CA_064_EM	Estación 3	No reportado
Hi Vol PM-10	CA_216_EM	Estación 4	No reportado
Hi Vol PM-10	CA_226_EM	Estación 5	No reportado
Hi Vol PM-10	CA_070_EM	Estación 6	No reportado
Rack de gases	CA_205_EM	Estación 1	No reportado
Rack de gases	CA_363_EM	Estación 2	No reportado
Rack de gases	CA_369_EM	Estación 3	No reportado
Rack de gases	CA_208_EM	Estación 4	No reportado
Rack de gases	CA_209_EM	Estación 5	No reportado
Rack de gases	CA_367_EM	Estación 6	No reportado
Calibrador Variflow	CA_270_EC	Todas las estaciones	No reportado
Analizador de CO Horiba APMA-370	CA_303_EM	Todas las estaciones	TE 116311

Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018

## • Información meteorológica

Las características meteorológicas y climatológicas influyen directamente en la calidad del aire y, por ende, en las mediciones que se realicen durante este estudio. Por ello se presenta un análisis climático del área evaluada a partir de información recolectada en campo. Las variables más relevantes para los estudios de calidad de aire son precipitación, temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento.

A continuación, se presenta información de medias y totales diarias de datos climáticos presentados durante el periodo comprendido entre el 9 y 27 de diciembre de 2017.

- i. Temperatura y Precipitación: El análisis de la precipitación realizada tuvo como objetivo la caracterización del régimen de lluvias en el área y determinar la distribución espacial y variación en el periodo de muestreo. Así cuantificar la atenuación de las emisiones contaminantes por parte de las lluvias en los sitios de interés. De acuerdo con la información de precipitación en la zona se observa que durante el periodo de estudio no se presentaron eventos de precipitación. Adicionalmente se puede establecer que la temperatura media en la zona fue de 25,5 °C, la temperatura media máxima reportada fue de 28,5 °C el día 09 de diciembre de 2017 y la temperatura media mínima reportada en la zona fue de 22,1 °C el día 24 de diciembre de 2017.
- ii. Humedad relativa: La humedad relativa tiene un valor medio de 78,9 %, evidenciando baja fluctuación durante los días de monitoreo. El día 25 de diciembre se presentó el mayor porcentaje de humedad relativa con un valor de 95,2 %, mientras que en el día 18 de diciembre se presentó el menor valor con un porcentaje de 68,8 %.
- iii. Velocidad y dirección del viento: El viento es el principal agente meteorológico que determina las condiciones de dispersión de la contaminación, tanto horizontal como verticalmente. Sus características de velocidad y dirección son importantes para determinar lo que se denomina área de dispersión o alcance. En términos generales los vientos en la zona de estudio son leves y no fluctuantes. La predominancia de la dirección del viento en los días evaluados viene desde el Sur- Oeste hacia el Nor- Este, con velocidad promedio de 2,3 m/s.

## • Resultados

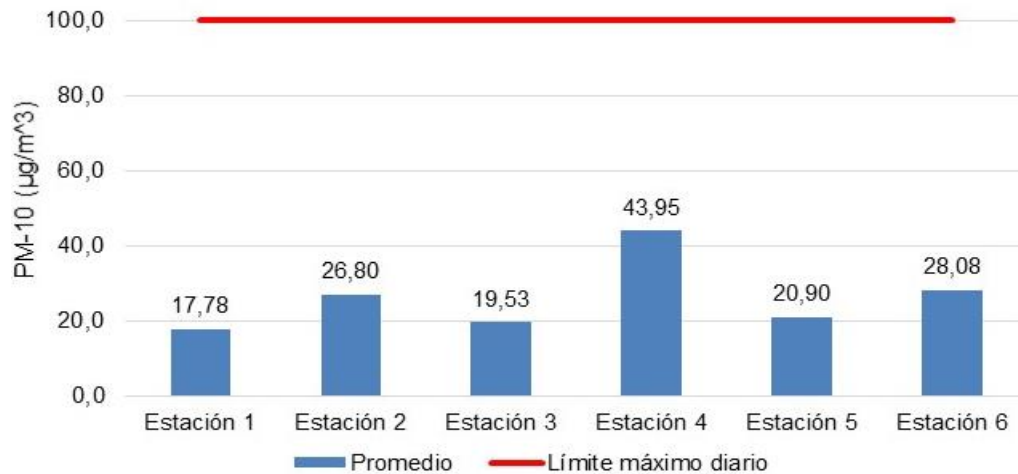
A continuación, se presentan los datos y resultados de las seis (6) estaciones en donde se determinó la concentración de PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, y CO. Los valores obtenidos fueron comparados con la norma de calidad del aire establecida en la Resolución 2254 de 2017, a excepción del parámetro NO<sub>2</sub>, el cual fue comparado con la Resolución 610 de 2010 (Remítase al numeral 5.1.10.3 Calidad del aire para mayor aclaración en la comparación normativa).



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

A continuación, se presenta la Figura 5.45 con los resultados medios obtenidos en las seis estaciones de monitoreo.

**Figura 5.45 Valores medios diarios de PM-10**



Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018

El promedio aritmético de PM<sub>10</sub>, resultado del monitoreo efectuado entre los días 10 y 27 de diciembre de 2017 no superó el límite máximo permisible en ninguna de las estaciones, para ninguno de los días de monitoreo.

En la Estación 1, el promedio aritmético para este parámetro fue de 17,78 µg/m³ con valor máximo de 38,8 µg/m³ reportado el día 10 de diciembre de 2017 y un mínimo de 9,4 µg/m³ obtenido el día 20 de diciembre de 2017. El valor máximo reportado se encuentra en 61,2 µg/m³, por debajo del límite máximo permisible diario establecido en la resolución 2254 de 2017 (100 µg/m³). La representatividad de la estación fue del 94,4 %, ya que el día 11 de diciembre se presentó falla eléctrica en el equipo.

El promedio aritmético de PM<sub>10</sub>, en la Estación 2 fue de 26,8 µg/m³ con valor máximo de 40,0 µg/m³ reportado el día 24 de diciembre de 2017 y un mínimo de 10,3 µg/m³ obtenido el día 26 de diciembre de 2017. El valor máximo reportado es de 60,0 µg/m³ por debajo del límite máximo permisible diario establecido en la Resolución 2254 de 2017 (100 µg/m³). La representatividad de la estación fue de 94,4%, debido a que el día 12 de diciembre se presentó falla eléctrica en el equipo.

El promedio aritmético de PM<sub>10</sub> en la Estación 3 fue de 19,5 µg/m³ con valor máximo de 38,4 µg/m³ reportado el día 26 de diciembre de 2017 y un mínimo de 5,2 µg/m³ obtenido el día 17 de diciembre de 2017. El valor máximo reportado se encuentra en 61,6 µg/m³ por debajo del límite máximo permisible diario establecido en la Resolución 2254 de 2017. La representatividad de la estación fue del 100 %, ya que la totalidad de los días planeados fueron muestreados.



El promedio aritmético de  $PM_{10}$  en la Estación 4 fue de  $43,95 \mu\text{g}/\text{m}^3$  con valor máximo de  $99,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  reportado el día 22 de diciembre de 2017 y un mínimo de  $13,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  obtenido el día 12 de diciembre de 2017. El valor máximo reportado se encuentra en  $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  por debajo del límite máximo permisible diario establecido en la Resolución 2254 de 2017. La representatividad de la estación fue de 94,4%, debido a que el día 19 de diciembre se presentó falla eléctrica en el equipo.

El promedio aritmético de  $PM_{10}$  en la Estación 5 fue de  $20,90 \mu\text{g}/\text{m}^3$  con valor máximo de  $39,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  reportado el día 21 de diciembre de 2017 y un mínimo de  $5,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  obtenido el día 12 de diciembre de 2017. El valor máximo reportado se encuentra en  $60,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  por debajo del límite máximo permisible diario establecido en la Resolución 2254 de 2017. La representatividad de la estación fue de 83,3%, debido a que los días 10, 11 y 27 de diciembre se presentaron fallas eléctricas en los equipos.

El promedio aritmético de  $PM_{10}$  en la Estación 6 fue de  $28,08 \mu\text{g}/\text{m}^3$  con valor máximo de  $38,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  reportado el día 24 de diciembre de 2017 y un mínimo de  $9,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  obtenido el día 27 de diciembre de 2017. El valor máximo reportado se encuentra en  $61,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  por debajo del límite máximo permisible diario establecido en la resolución 2254 de 2017. La representatividad de la estación fue de 94,4%, debido a que los días 10 de diciembre se presentó falla eléctrica en el equipo.

Las muestras anuladas no ocasionan una invalidación del monitoreo puesto que el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire en su Manual de Operación indica que “es necesario que el porcentaje de datos validos empleados en la realización de los correspondientes cálculos promedios, comparaciones con la norma de calidad del aire y estimación del número de excedencias no sea inferior al 75%.

De acuerdo con los resultados en la Figura 5.45 se puede observar que ninguna estación superó la norma para tiempos de exposición diario ( $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). El valor más alto obtenido fue de  $99,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , que corresponde a 0,8% por debajo del límite normativo diario, la cual tuvo lugar en la estación 4 el día 22 de diciembre de 2017, resultado asociado al flujo vehicular sobre la vía de la vereda Tescua, la cual se encuentra sin pavimentar.

#### ▪ Dióxidos de nitrógeno y azufre

En la Figura 5.324 y la Figura 5.325, se presentan los resultados obtenidos en las seis estaciones monitoreadas para los parámetros dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre; y su comparación con la Resolución 610 de 2010 y Resolución 2254 de 2017 (Remítase al numeral 5.1.10.3 Calidad del aire para mayor aclaración en la comparación normativa). A continuación, se muestran las tablas con los resultados obtenidos medios para los 18 días de muestreo:

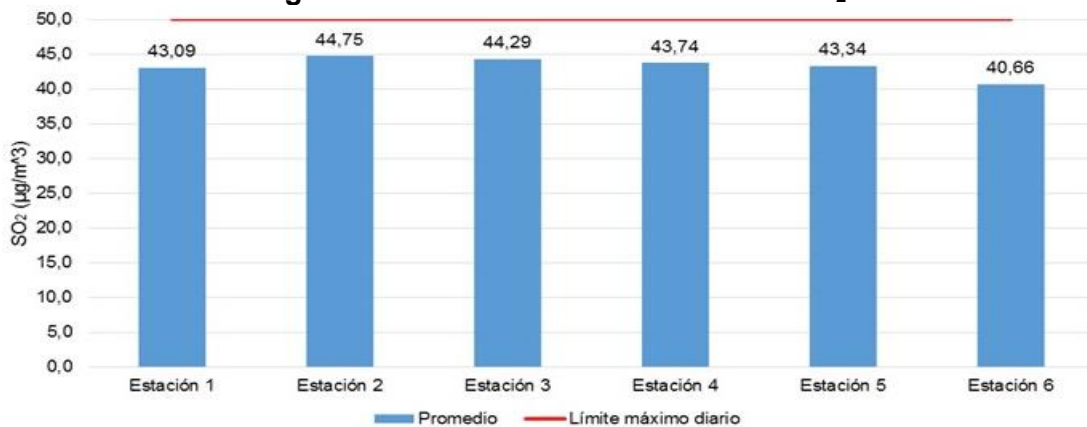
El promedio de  $NO_2$  y  $SO_2$ , en la Estación uno (1), Colegio fue de  $14,19 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para  $NO_2$  y  $<43,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para  $SO_2$  con valor máximo de  $28,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para  $NO_2$  (20 de diciembre de 2017) y de  $<43,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para  $SO_2$  (10 de diciembre de 2017). La representatividad de la estación fue de 100% para  $NO_2$  y  $SO_2$ .

**Figura 5.46 Valores medios diarios de NO<sub>2</sub>**



Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018

**Figura 5.47 Valores medios diarios de SO<sub>2</sub>**



Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017

El promedio de NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> en la Estación dos (2) fue de 15,49 µg/m<sup>3</sup> para NO<sub>2</sub> y <44,8 µg/m<sup>3</sup> para SO<sub>2</sub> con valor máximo de 26,9 µg/m<sup>3</sup> para NO<sub>2</sub> (14 de diciembre de 2017) y de <46,3 µg/m para SO<sub>2</sub> (14 de diciembre de 2017). La representatividad de la estación fue de 100% para NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>.

El promedio de NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>, en la Estación tres (3) fue de 24,87 µg/m<sup>3</sup> para NO<sub>2</sub> y <44,3 µg/m<sup>3</sup> para SO<sub>2</sub> con valor máximo de 45,2 µg g/m<sup>3</sup> para NO<sub>2</sub> (10 de diciembre de 2017) y de <45,3 µg g/m para SO<sub>2</sub> (14 de diciembre de 2017). La representatividad de la estación fue del 100% para NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>.

El promedio de NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>, en la Estación cuatro (4) fue de 19,09 µg/m<sup>3</sup> para NO<sub>2</sub> y <43,7 µg g/m<sup>3</sup> para SO<sub>2</sub> con valor máximo de 44,5 µg g/m<sup>3</sup> para NO<sub>2</sub> (11 de diciembre de 2017) y de <44,2 µg g/m para SO<sub>2</sub> (23 de diciembre de 2017). La representatividad de la estación fue del 100% para NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>.

El promedio de NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>, en la Estación cinco (5) fue de 19,99 µg/m<sup>3</sup> para NO<sub>2</sub> y <43,3 µg g/m<sup>3</sup> para SO<sub>2</sub> con valor máximo de 31,2 µg g/m<sup>3</sup> para NO<sub>2</sub> (12 de diciembre de 2017) y de <43,7 µg g/m para SO<sub>2</sub> (17 de diciembre de 2017). La representatividad de la estación fue del 100% para NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>.

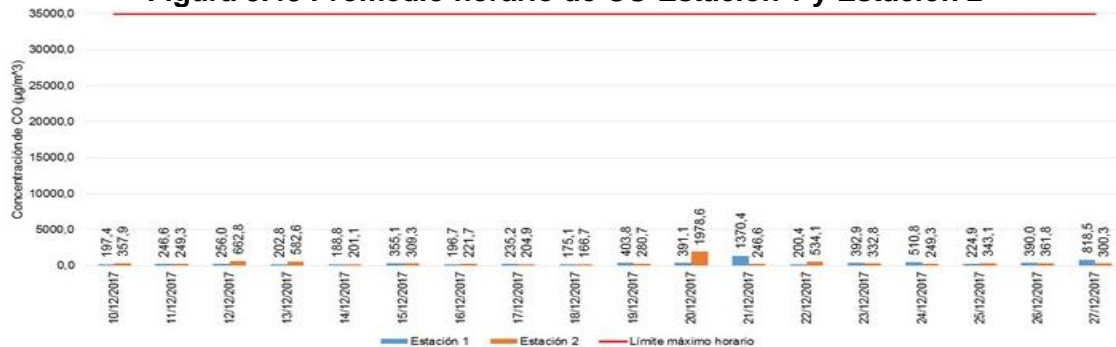
El promedio de NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>, en la Estación seis (6) fue de 35,0 µg/m<sup>3</sup> para NO<sub>2</sub> y <40,7 µg g/m<sup>3</sup> para SO<sub>2</sub> con valor máximo de 71,3 µg g/m<sup>3</sup> para NO<sub>2</sub> (11 de diciembre de 2017) y de <41,2 µg/m para SO<sub>2</sub> (12 de diciembre de 2017). La representatividad de la estación fue del 100% para NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>.

De acuerdo con los resultados anteriores representados en las Figura 5.324 y Figura 5.325, se puede observar que en ninguna de las seis (6) estaciones se superó el límite normativo de 150 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub> para tiempo de exposición diario. Y para el SO<sub>2</sub>, sólo la estación 3 supera en décimas el límite establecido por la norma, el cual corresponde a 50 µg/m<sup>3</sup> (NO<sub>2</sub>) para tiempos de exposición diaria. Estos gases se atribuyen a la combustión en motores de los vehículos, motos y transporte pesado que circulan por la zona.

#### ▪ Monóxido de carbono

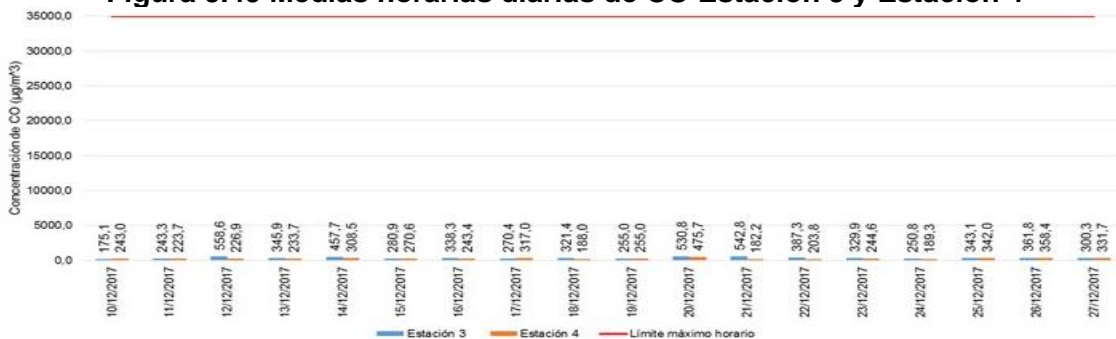
Los resultados de monóxido de carbono para cada una de las estaciones se muestran en la Figura 5.48, Figura 5.49 y Figura 5.50

**Figura 5.48 Promedio horario de CO Estación 1 y Estación 2**



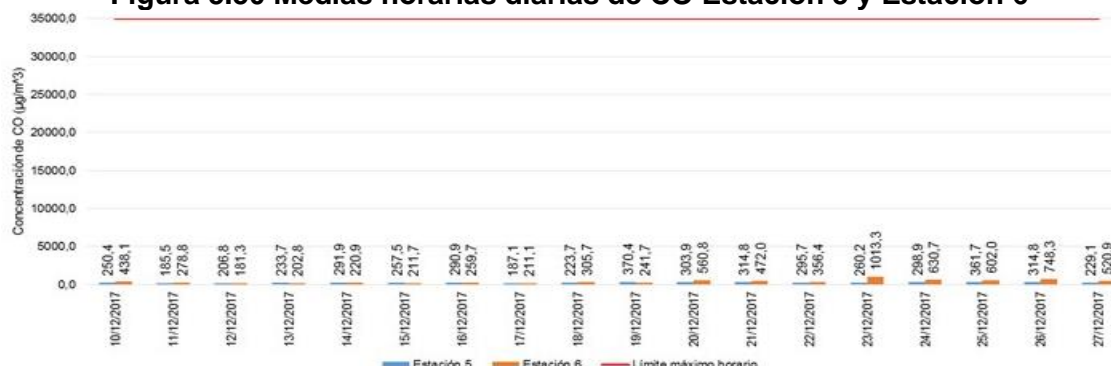
Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018

**Figura 5.49 Medias horarias diarias de CO Estación 3 y Estación 4**



Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018

**Figura 5.50 Medias horarias diarias de CO Estación 5 y Estación 6**



Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018

De acuerdo con lo anterior, es posible evidenciar que las concentraciones horarias de monóxido de carbono obtenidas en todas las estaciones no exceden en ninguno de los 18 días de muestreo el límite normativo establecido en la Resolución 2254 de 2017, para tiempos de exposición de 1 hora ( $35000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

- **Índice de calidad de aire (ICA)**

El índice de calidad de aire (ICA) permite comparar los niveles de contaminación del aire de las estaciones de monitoreo que conforman un sistema de vigilancia de calidad de aire en un tiempo  $t$ , que está ligado al periodo de exposición previsto en la norma para cada contaminante medido. Este índice ha sido adoptado a partir de las recomendaciones técnicas consignadas en el Technical Assistance Document for the Reporting of Daily Air Quality – The Air Quality Index (AQI), el cual es un documento de la agencia de protección del medio ambiente de los estados unidos –EPA- y se explica en el manual de operación de sistemas de vigilancia.

Los valores del ICA se ubican en una escala adimensional de 0 a 500, que han sido agrupados en 5 rangos relacionados con la amenaza que, a la salud humana, representan dichos niveles de contaminación al aire. En la Tabla 5.31 se presentan los rangos en los que han sido calificados los valores que puede tomar el índice, junto con el color asignado y la calificación de acuerdo con su efecto en la salud humana.

**Tabla 5.31 Rangos del ICA de acuerdo con el color asignado y calificación**

Rango ICA	Calificación con respecto a su efecto sobre la salud humana
$0 \leq \text{ICA} \leq 50$	Buena
$50 \leq \text{ICA} \leq 100$	Moderada
$101 \leq \text{ICA} \leq 150$	Dañina a la salud para grupos sensibles
$151 \leq \text{ICA} \leq 200$	Dañina a la salud
$201 \leq \text{ICA} \leq 300$	Muy dañina a la salud

Fuente: Ajustado de [http://www.epa.gov/airnow/aqikids/spanish/pdf/files/spanish\\_aquirefer.pdf](http://www.epa.gov/airnow/aqikids/spanish/pdf/files/spanish_aquirefer.pdf)



A partir de los contaminantes monitoreados en el país, el índice se calcula de forma independiente para cada uno de los seis principales contaminantes, los cuales son PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> Y CO.

En el presente estudio el cálculo del ICA aire se llevó a cabo para SO<sub>2</sub> y PM<sub>10</sub> únicamente, ya que para NO<sub>2</sub> y CO se requieren tiempos de exposición de 1 hora y 8 horas respectivamente y en el muestreo desarrollado las mediciones de los contaminantes en mención fueron de 24 horas para NO<sub>2</sub> y 1 hora para CO.

- Índice de calidad de aire (ICA) diario SO<sub>2</sub>

A partir de las concentraciones medias de SO<sub>2</sub> 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 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, MAVDT, 2010), se calcularon los ICAs. En la Tabla 5.32 se muestra el índice de calidad de aire acumulado o promedio de los 18 días de muestreo. Esto se calculó a partir de la concentración promedio del muestreo.

**Tabla 5.32 Índices de calidad de Aire acumulados para SO<sub>2</sub>**

	Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación 4	Estación 5	Estación 6
<i>C<sub>pit</sub></i>	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,015
<i>BP<sub>Hi</sub></i>	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034
<i>BP<sub>Lo</sub></i>	0	0	0	0	0	0
<i>I<sub>Hi</sub></i>	50	50	50	50	50	50
<i>I<sub>Lo</sub></i>	0	0	0	0	0	0
<i>ICA<sub>Pjt</sub></i>	25,2	25,2	24,9	24,6	24,38	21,61

Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017

Este cálculo no se determinó para dióxido de nitrógeno debido a que para este parámetro sólo se requieren mediciones horarias. Para el caso del dióxido de azufre la CPjt (Concentración medida del contaminante) es necesario determinarlo en ppm.

**Figura 5.51 Índice de calidad de aire (ICA) SO<sub>2</sub>**



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

A partir de la Figura 5.51 se determina que en la zona de estudio la calidad del aire tiene un índice “BUENO” Según el parámetro Dióxido de Azufre ya que en las seis estaciones para todos los días de muestreo se reportaron valores ICA por debajo de 50.

- Índice de calidad de aire (ICA) diario PM-10

A partir de las concentraciones medias de PM-10, 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 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, MAVDT, 2010), se calcularon los ICA's que se muestran en la Tabla 5.33. Esta contiene el índice de calidad de aire acumulado o promedio de los 18 días de muestreo. El cálculo solo se determinó para el material Particulado menor a 10 micras.

**Tabla 5.33 Índices de calidad de Aire acumulados para PM<sub>10</sub> en los puntos evaluados**

	Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación 4	Estación 5	Estación 6
$C_{pit}$	17,8	26,8	19,5	44,0	20,9	28,1
$BP_{Hi}$	54	54	54	54	54	54
$BP_{Lo}$	0	0	0	0	0	0
$I_{Hi}$	50	50	50	50	50	50
$I_{Lo}$	0	0	0	0	0	0
$ICA_{Pjt}$	16,5	24,8	18,1	40,7	19,4	26,0

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

**Figura 5.52 Índice de calidad de aire (ICA) PM-10**



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

A partir de la Figura 5.52 se establece que, en los sitios de monitoreos realizados, la calidad del aire tiene un índice “BUENO”, según el parámetro Material Particulado menor a 10 micras, ya que a excepción de la Estación 4, en todas las estaciones para todos los días de muestreo, se reportaron valores ICA por debajo de 50. Respecto a la Estación 4, se presentaron cuatro días con índice de calidad del aire MODERADO, no obstante, la mayoría de los resultados obtenidos en esta estación, arrojaron un índice de calidad BUENO.

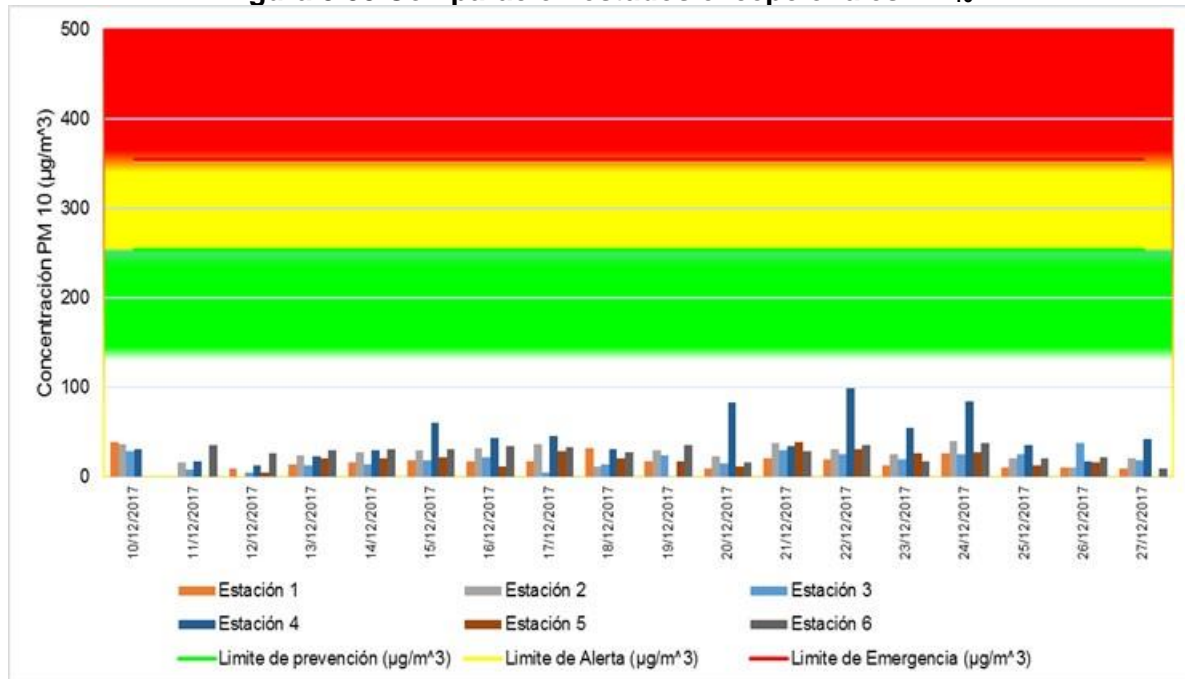
- Comparación con niveles de prevención, alerta o emergencia para contaminantes PM-10 y SO<sub>2</sub>

En el artículo 10 de la Resolución 2254 de 2017 se establecen las concentraciones de contaminantes criterio para declarar los niveles de prevención, alerta y emergencia en la zona evaluada, por lo tanto, se hace necesario comparar las concentraciones obtenidas en el presente estudio con los límites establecidos en el artículo en mención.

Estas comparaciones se harán solamente para los contaminantes PM<sub>10</sub> y SO<sub>2</sub>, debido a que para los contaminantes NO<sub>2</sub> y CO se requieren tiempos de medición de 1 hora y 8 horas respectivamente y en el muestreo las mediciones de estos contaminantes fueron de 24 horas para NO<sub>2</sub> y 1 hora para CO.

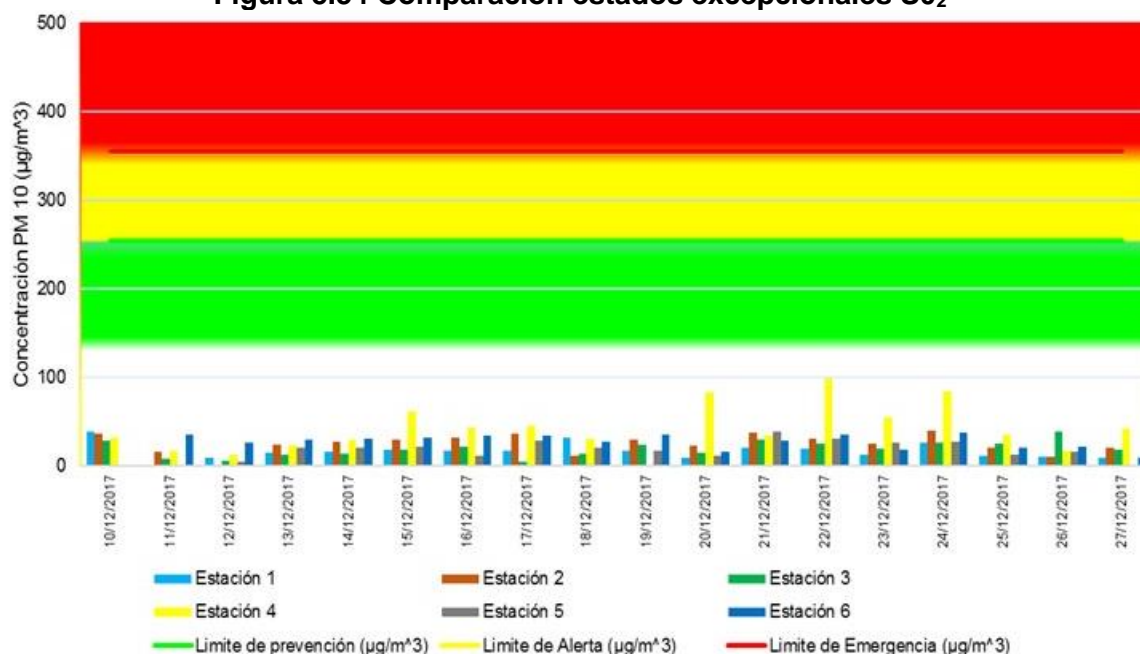
En la Figura 5.53 y Figura 5.54 se observa que durante los 18 días de muestreo en las seis estaciones, las concentraciones de PM<sub>10</sub> y SO<sub>2</sub> presentan valores muy inferiores a los estados excepcionales definidos en la norma de referencia, por tanto no es necesario declarar algún nivel de prevención, alerta o emergencia en la zona de estudio.

**Figura 5.53 Comparación estados excepcionales PM<sub>10</sub>**



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

**Figura 5.54 Comparación estados excepcionales SO<sub>2</sub>**



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

### • Conclusiones de Calidad del Aire

De acuerdo con los resultados obtenidos de la evaluación de contaminantes en el muestreo de calidad del aire en el marco del proyecto, se puede concluir que el nivel de contaminación es bajo, tal como lo indica la comparación con los límites normativos para los contaminantes PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y CO.

El mayor índice reportado de PM<sub>10</sub> se obtuvo en la estación 4, con un valor de 99,2 µg/m³, 0,8 % por debajo del límite normativo, resultado obtenido el 22 de diciembre de 2017, asociado al flujo vehicular de la vía de la vereda Tescua (sin pavimentar).

El mayor índice reportado de SO<sub>2</sub> se obtuvo el día 14 de noviembre, con un resultado <46,3 µg/m³ en la estación 2, encontrándose por debajo del límite normativo de 50 µg/m³.

El mayor índice de NO<sub>2</sub> se reporta en la estación 6, con un valor de 71,3 µg/m³ reportado el día 11 de diciembre de 2017, sin embargo, está por debajo del límite normativo de 150 µg/m³.

Las concentraciones horarias de monóxido de carbono obtenidas en todas las estaciones no exceden en ninguno de los 18 días de muestreo el límite normativo establecido en la Resolución 2254 de 2017 del MADS para tiempos de exposición de 1 hora (35000 µg/m³).

De acuerdo con los valores calculados del ICA para SO<sub>2</sub> en cada una de las estaciones, es posible determinar que la calidad del aire en el área de influencia del proyecto tiene una



calificación BUENA, indicando que actualmente no hay efector desfavorables por parte de este componente para la población de la zona.

De acuerdo con los valores calculados del ICA para  $PM_{10}$  en cada una de las estaciones, se determina que la calidad del aire en el área de influencia del proyecto tiene una calificación BUENA, indicando que actualmente no hay efectos desfavorables por parte de este componente para la población de la zona.

Durante los 18 días de muestreo en las seis estaciones, las concentraciones de  $PM_{10}$  y  $SO_2$  presentan valores muy inferiores a los estados excepcionales definidos en la norma de referencia, por tanto, no es necesario considerar declarar ningún nivel de prevención, alerta o emergencia en la zona de estudio.

#### 5.1.10.4 Ruido

En la actualidad, el crecimiento de las poblaciones, el aumento en el tráfico vehicular, la construcción de edificios y obras públicas, las actividades industriales y de comercio, se han convertido en un factor de contaminación constante que aumenta los niveles de ruido ambiental, causando deterioro de la calidad de vida y salud de la población.

Uno de los principales efectos sobre la salud a causa del ruido es la pérdida de audición o hipoacusia, también generan trastornos del sueño, y a corto plazo se presentan alteraciones como la dificultad para conciliarlo, alteraciones de la intensidad del sueño e interrupciones de este. Por otra parte, las alteraciones a largo plazo se relacionan con la fatiga, modificaciones del carácter y comportamiento (Observatorio Ambiental de Bogotá, 2015)

El sonido se define como la sensación percibida por el órgano auditivo, debida generalmente a la incidencia de ondas de comprensión (longitudinales) propagadas en el aire. Por extensión, se aplica el calificativo del sonido a toda perturbación que se propaga en un medio elástico, produciendo sensación audible o no (Resolución 627 del 7 de abril de 2006). Se entiende como emisión de ruido la presión sonora que, generada en cualesquiera condiciones, trasciende al medio ambiente o al espacio público (Resolución 0627 de 2006), esta se mide en nivel de presión sonora que es la cantidad expresada en decibeles (dB).

El ruido puede clasificarse de la siguiente manera (Cortés Díaz, 2007):

- i. Ruido de impacto: es aquel en el que el nivel de presión acústica (NPA) decrece exponencialmente con el tiempo y las variaciones entre dos máximos consecutivos de nivel acústico se efectúa en un tiempo superior a un segundo, con un tiempo de actuación inferior o igual a 0,2 segundos.
- ii. Ruido continuo: es aquel en el que el nivel de presión acústica se mantiene constante en el tiempo y si posee máximos estos se dan en intervalos menores de un segundo.
- iii. Ruido variable: Cuando el nivel de presión acústica oscila más de 5 dB a lo largo del tiempo.

#### 5.1.10.4.1 Inventario de fuentes generadoras de ruido

Se realizó un inventario de fuentes generadoras y se programó una campaña de monitoreo de calidad de presión sonora en las zonas que de acuerdo con lo observado se consideraron de interés por la evidente incidencia de ruido. Este inventario se llevó a cabo en el mes de noviembre del 2017.

En la Tabla 5.34 se muestra el inventario total de las fuentes emisoras de ruido identificadas.

**Tabla 5.34 Inventario fuentes de emisión de ruido**

ID	Municipio	Vereda o corregimiento	Nombre del generador	Coordenadas Magna Sirgas Origen Colombia Bogotá	
				Este	Norte
R01	Pamplonita	El Colorado	Mina Santa Isabel	1159865,51	1314157,87
R02		San Rafael	Centro educativo Camilo Daza. Además del centro educativo, existe una marranera con actividades de cría y sacrificio	1159273,52	1315767,52
R03		San Antonio	Estadero La Miguelera. Actividades como cría, sacrificio y procesamiento de pollos de engorde. Además, flujo vehicular.	1159284,35	1319096,70
R04		Buenos Aires	Escuela educativa San Antonio. Caserío con establecimientos comerciales	1159386,38	1320056,82
R05			Establecimiento comercial	1159168,92	1320576,64
R06			Concretos y Triturados Pamplonita	1159254,45	1320095,92
R07		La Palmita	Estadero La Palmita. Sitio de eventos, deportes y actividades agropecuarias	1159142,35	1322239,18
R08			Estadero Guayabales (Sitio de eventos, hospedaje, deportes, restaurante)	1159198,58	1322318,56
R09			Centro educativo rural "Los Guayabales" (Balneario, restaurantes)	1159169,06	1322357,38
R10			Centros vacacionales (Balneario, restaurantes)	1159208,86	1322421,28
R11			Restaurante Rancho Grande	1159111,14	1321072,92
R12			Restaurante La Falda	1159030,55	1323207,63
R13			Caserío La Palmita	1159094,33	1323684,15
R14			Avícola El Trapiche	1159095,61	1320881,84
R18		Matajira	Villa Marina - Granja Experimental, Universidad de Pamplona.	1159097,50	1325088,00
R15	Bochalema		Trituradora de agregados para concretos y morteros	1158798,59	1329719,89
R16			Cordillera Country Club	1159128,84	1330850,34
R17		Zarcuta	Trituradora Saenz. Sistema de explotación a cielo abierto por banqueo conformando terrazas descendentes. Existen actividades de conformación de botaderos, descapote, arranque, perforación y voladura.	1158566,90	1330132,22
R20		Peñaviva	Finca Villa Rica	1159501,05	1332262,36
R22		Calaluna	Termales Raizón	1161342,54	1338224,38
R23			Termales El Azufral	1161614,59	1338486,56

ID	Municipio	Vereda o corregimiento	Nombre del generador	Coordenadas Magna Sirgas Origen Colombia Bogotá	
				Este	Norte
R19	Chinácota	Nuevo Diamante	Concretos y Morteros. Planta de trituración de concreto.	1159035,33	1330059,87
R21		Urengue Rujas	Trituradora R&R Fronteras S.A.S. Explotación de material de arrastre del río Pamplonita.	1159774,42	1333373,48

Fuente: Aecom-ConCol, 2017

- Asentamientos poblacionales con incidencia por niveles de ruido**

A lo largo de la unidad funcional se identifican cinco centros poblados ubicados en el área de influencia del proyecto (Tabla 5.35). Esta es una fuente de emisión de ruido debido a las actividades realizadas y concentradas en la zona donde se encuentran viviendas, restaurantes, entre otras actividades generadoras de ruido referenciadas en la Tabla 5.34

**Tabla 5.35 Asentamientos poblacionales**

Municipio	Asentamientos poblacionales	Coordenadas Magna Sirgas Origen Colombia Bogotá	
		Este	Norte
Pamplonita	La Palmita	1159194,38	1322334,22
	El Diamante	1159367,39	1328499,97
Chinácota	La Nueva Donjuana	1162491,85	1342247,7
	Nuevo Diamante	1159322,34	1328605,07
Los Patios	Corozal	1166565,36	1346202,07

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

A lo largo del corredor vial se presenta movimiento continuo y permanente de vehículos, tanto particulares, de transporte público como buses y microbuses, de carga pesada como camiones y tracto multas y motocicletas. A partir de la noción de que es la vía que de Bucaramanga conduce a Cúcuta, se presenta tráfico vehicular de tipo público, generando cambios en los niveles de presión sonora que son percibidos por la población.

**Fotografía 5.8 Tráfico vehicular sobre vía existente Pamplona-Cúcuta**



Fuente: Google Earth, 2017 – Aecom - Concol, 2017

#### 5.1.10.4.2 Monitoreo y Evaluación de Ruido

La evaluación de ruido ambiental para el área de influencia del proyecto se realizó entre los días 28 de enero y 4 de febrero de 2018. Ésta se ejecutó bajo los lineamientos establecidos en la Resolución 0627 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Este estudio busca identificar áreas sensibles en el área de influencia a fin de caracterizar los niveles de presión sonora ambiental actuales en concordancia con las metodologías establecidas en la resolución. En el área de influencia del proyecto se ubicaron 16 puntos de monitoreo en horario diurno y nocturno y en jornadas de día hábil y no hábil, lo anterior fue desarrollado por el laboratorio Corporación Integral del Medio Ambiente –CIMA el cual se encuentra acreditado por el IDEAM mediante Resolución 2085 de 01 de octubre de 2015 bajo la norma NTC/IEC 17025:2005. El informe detallado de ruido ambiental se encuentra en el anexo 5. CARACTERIZACION\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.5 Atmosférico\B Anexos Ruido, incluido un segundo modelamiento.

En la Tabla 5.36 se muestra la localización de los puntos de monitoreo, los cuales se representan en la Figura 5.55.

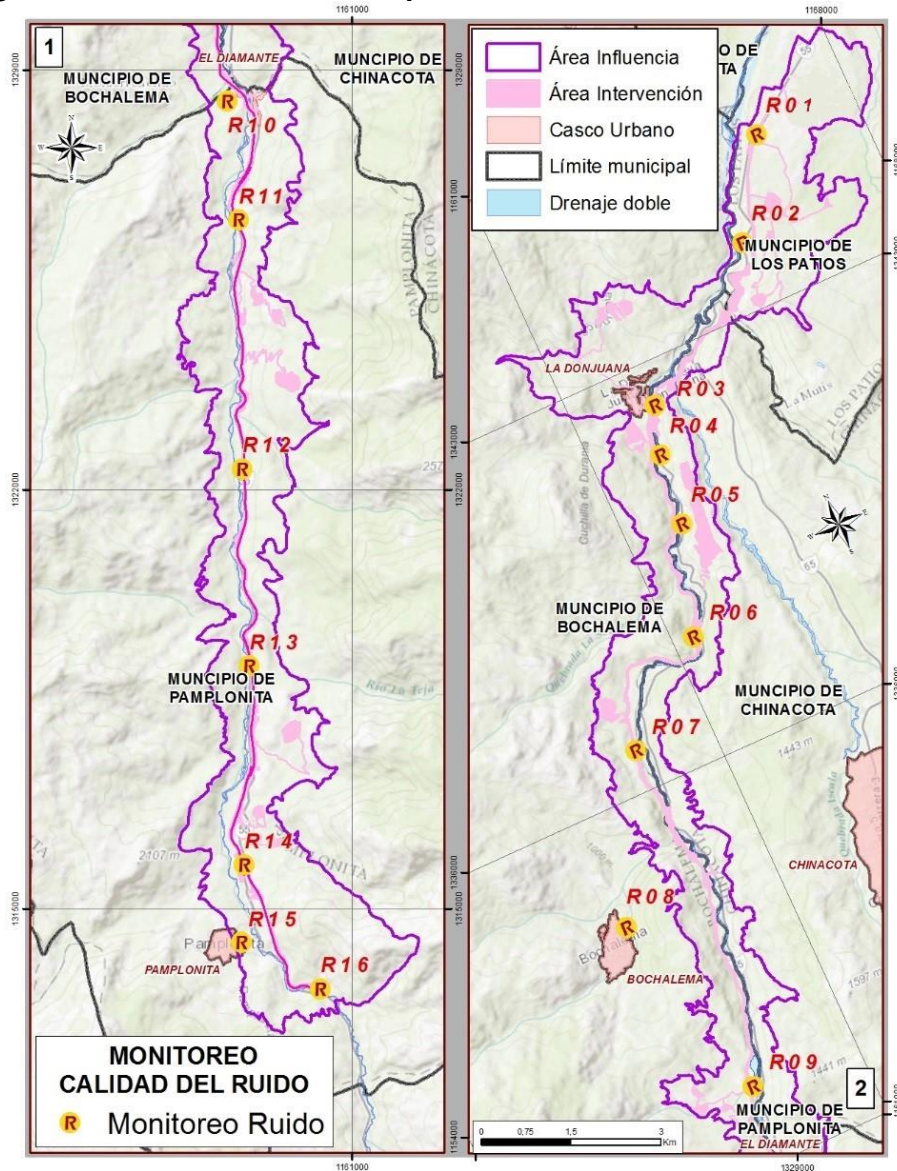
**Tabla 5.36 Puntos de medición de ruido ambiental**

Punto	Nombre del punto	Coordenadas Geográficas		Coordenadas Planas Magna Sirgas	
		Latitud	Longitud	Norte	Este
P01	R01	7°43'15.7"	72°34'18.1"	1345859,654	1166135,278
P02	R02	7°42'22.3"	72°34'51.9"	1344214,982	1165104,933
P03	R03	7°41'17.7"	72°36'17.8"	1342220,643	1162478,535
P04	R04	7°40'50.2"	72°36'27.2"	1341374,567	1162193,270
P05	R05	7°40'08.2"	72°36'32.7"	1340083,313	1162029,080
P06	R06	7°39'06.2"	72°36'54.4"	1338175,765	1161370,305
P07	R07	7°38'19.9"	72°37'52.8"	1336746,911	1159584,648
P08	R08	7°36'48.9"	72°38'40.8"	1333945,580	1158122,304
P09	R09	7°34'54.0"	72°38'12.7"	1330417,577	1158995,609
P10	R10	7°33'51.1"	72°38'15.0"	1328484,434	1158931,488
P11	R11	7°32'46.4"	72°38'09.1"	1326496,811	1159118,986
P12	R12	7°30'31.3"	72°38'07.7"	1322345,353	1159175,608
P13	R13	7°28'44.3"	72°38'04.1"	1319057,627	1159296,816
P14	R14	7°26'56.2"	72°38'07.2"	1315735,430	1159212,603
P15	R15	7°26'14.5"	72°38'09.1"	1314453,810	1159158,503
P16	R16	7°25'48.9"	72°37'26.2"	1313671,430	1160476,965

Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018



**Figura 5.55 Localización de los puntos de medición de ruido ambiental**



Fuente: Aecom - ConCol, 2017

Para el estudio de ruido ambiental se debe desarrollar una calibración acústica del micrófono del sonómetro que luego se ubica a una altura de 4,00 m. Las mediciones se toman empleando la escala de ponderación A (dBA) y en respuesta lenta (slow) o ponderado lento (S). Estos parámetros de medida son establecidos por el artículo 4 de la Resolución 0627 de 2006 como los principales parámetros para la medida de ruido. La escala de ponderación A, pretende simular la respuesta del oído a niveles de presión acústica bajos, por lo que tiene una correlación muy fuerte con el riesgo de daño auditivo e incluso con la sensación de molestia, para el rango usual de niveles sonoros (Giménez, 2007).

Cada medición debe constar de cinco mediciones parciales distribuidas en tiempo iguales, cada uno de las cuales debe tener una posición orientada del micrófono, norte, sur, este, oeste y vertical. El formato utilizado para la recolección de información describe los siguientes parámetros:




**Tabla 5.37 Datos generales de la 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: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017

Los equipos utilizados para la medición de emisión de ruido ambiental corresponden a sonómetros marca QUEST Sound Pro (Tabla 5.38), para la calibración de los equipos se emplearon calibradores acústicos marca Quest QC; ambos equipos cuentan con los certificados de calibración vigente al momento de desarrollar las mediciones (Ver anexo 5. CARACTERIZACION\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.5 Atmosférico\B Anexos Ruido).

**Tabla 5.38 Equipos utilizados para la medición**

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EQUIPO		
	Sonómetro Quest SoundPro DL 2-1/3 BIN030016 RU-150-EM	
	Clase	Tipo 2
	Precisión	± 1 dBA
	Sensibilidad	Sensibilidad de micrófono independiente de la frecuencia.
	Funciones	Lectura en tiempo real con analizador frecuencias en tercios de octava.
	Características Generales	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.
	Normatividad	Cumple norma IEC 61672-1:2002
	Certificados	Certificado de calibración vigente adjunto en el Anexo 1
	Calibrador acústico Quest AC 300 AC300002716	
	Nivel de calibración	94 dB y 114 dB.
	Normatividad	Cumple norma IEC 60942:2003.
	Certificados	Certificado de calibración vigente, adjunto en el Anexo 1
	SOFTWARE	
	Referencia	QuestSuite® Professional II
	Versión	4.2.2296
	Características	Descarga datos de los estudios realizados por el sonómetro

Trípode	
	<p>Características Generales</p> <p>Ajustable a altura de cuatro (4) metros. Capacidad de giro de 360 grados. Desarmable. Orientación variable.</p>

Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017

#### • Datos meteorológicos

Las características meteorológicas influyen en las mediciones de ruido ambiental, por tal razón en la Tabla 5.39 se presenta el comportamiento de dichas variables a partir de la información medida durante el monitoreo en cada punto. Las mediciones de ruido ambiental fueron realizadas en ausencia de precipitaciones tal como se indica en la (Resolución 0627 de 2006). La presión atmosférica fue de 646,6 mmHg.

**Tabla 5.39 Principales variables meteorológicas – Monitoreo de Ruido**


		Velocidad del viento (m/s)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
<b>Día hábil</b>	Promedio	0,5	23,8	75,1
	Máximo	1,7	28,5	92,3
	Mínimo	0,1	18,7	60,1
<b>Día no hábil</b>	Promedio	0,2	23,1	80,3
	Máximo	1,5	27,1	88,9
	Mínimo	0,1	17,8	66,3

Fuente: (Corporación Integral del Medio Ambiente - CIMA, 2018)



De acuerdo con los resultados obtenidos es posible evidenciar que en la totalidad de las mediciones se presentaron velocidades de viento inferiores a 3 m/s, (siendo el valor máximo 1,7 m/s), motivo por el cual no es necesario aplicar la respectiva corrección.

#### • Localización puntos de medición


A continuación, en la Tabla 5.40 se presentan los puntos de monitoreo de ruido ambiental con sus respectivas coordenadas y descripción y en la Figura 5.55 se muestra su ubicación geográfica.



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 3 - 4 - 5 SECTOR PAMPLONITA - LOS ACACIOS CAPITULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA- MEDIO ABIÓTICO</b>
<b>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</b>	


**Tabla 5.40 Puntos de monitoreo de ruido**



Punto de Monitoreo		Coordenadas Gauss Krüger, Datum Magna Sirgas - Origen Central		Aspectos		Registro Fotográfico	
R01	N:	1345859,654	Climático	Predominó el tiempo soleado, no se presentaron lluvias.			
	E:	1166135,278	Fuentes potenciales de ruido	Tránsito continuo de vehículos livianos, de carga pesada y motos en vía principal.			
	m.s.n.m	2198					
	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUNTO: Punto ubicado sobre la vía principal, cerca del peaje						
R02	N:	1344214,982	Climático	Predominó el tiempo soleado, no se presentaron lluvias.			
	E:	1165104,933	Fuentes potenciales de ruido	Tránsito continuo de vehículos livianos, de carga pesada y motos en vía principal. Fauna local y doméstica.			
	m.s.n.m	2237					
	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUNTO: Punto ubicado sobre la vía principal.						





 <b>Unión Vial</b> <b>Río Pamplonita</b> <small>INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS</small> <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 3 - 4 - 5</b> <b>SECTOR PAMPLONITA - LOS ACACIOS</b> <b>CAPITULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA-MEDIO ABIÓTICO</b>
<b>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</b>	


Punto de Monitoreo		Coordenadas Gauss Krüger, Datum Magna Sirgas - Origen Central		Aspectos		Registro Fotográfico
R03	N:	1342220,643	Climático	Predominó el tiempo nublado, no se presentaron lluvias.		
	E:	1162478,535		Fuentes potenciales de ruido Flujo de vehículos livianos, de carga pesada y motos por vía nacional a 100 m. Música proveniente de viviendas. Animales domésticos.		
	m.s.n.m	1908				
	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUNTO: Punto ubicado en una zona suburbana habitada.					
Punto de Monitoreo		Coordenadas Gauss Krüger, Datum Magna Sirgas - Origen Central		Aspectos		Registro Fotográfico
R04	N:	1341374,567	Climático	Predominó el tiempo nublado, no se presentaron lluvias.		
	E:	1162193,270		Fuentes potenciales de ruido Flujo de vehículos livianos, de carga pesada y motos. Actividades realizadas en el estadero aledaño.		
	m.s.n.m	1831				
	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUNTO: Punto ubicado sobre la vía principal.					



 <b>Unión Vial</b> <b>Río Pamplonita</b> <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN  DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 3 - 4 - 5  SECTOR PAMPLONITA - LOS ACACIOS  CAPITULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA-  MEDIO ABIÓTICO</b>
<b>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</b>	

Punto de Monitoreo		Coordenadas Gauss Krüger, Datum Magna Sirgas - Origen Central		Aspectos		Registro Fotográfico	
R05	N:	1340083,313	Climático	Predominó el tiempo nublado, no se presentaron lluvias.			
	E:	1162029,080	Fuentes potenciales de ruido	Flujo de vehículos livianos, de carga pesada y motos, aproximadamente a 100 m. Cuerpo hídrico (Río) aproximadamente a 60 metros. Actividades realizadas en viviendas aledañas.			
	m.s.n.m	1732					
	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUNTO: Punto ubicado sobre la vía principal junto a un caserío.						
R06	N:	1338175,765	Climático	Predominó el tiempo soleado, no se presentaron lluvias.			
	E:	1161370,305	Fuentes potenciales de ruido	Cuerpo hídrico (Río) aproximadamente a 80 metros. Paso de vehículos por vía terciaria. Actividades realizadas en vivienda aledaña.			
	m.s.n.m	2198					
	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUNTO: Punto ubicado en una zona rural con afluencia turística.						


	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 3 - 4 - 5 SECTOR PAMPLONITA - LOS ACACIOS CAPITULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA- MEDIO ABIÓTICO</b>
<b>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</b>	



Punto de Monitoreo		Coordenadas Gauss Krüger, Datum Magna Sirgas - Origen Central		Aspectos		Registro Fotográfico	
R07	N:	1336746,911	Climático	Predominó el tiempo soleado, no se presentaron lluvias.			
	E:	1159584,648	Fuentes potenciales de ruido	Flujo de vehículos livianos, de carga pesada y motos por vía principal ubicada a 300 m. Animales domésticos. Fauna silvestre. Actividades realizadas en vivienda aledaña.			
	m.s.n.m	911					
	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUNTO: Punto ubicado en zona rural, relativamente cerca a la vía principal.						
R08	N:	1333945,580	Climático	Predominó el tiempo nublado, no se presentaron lluvias.			
	E:	1158122,304	Fuentes potenciales de ruido	Flujo de vehículos livianos, de carga pesada y motos por vía ubicada a 100 m. Cuerpo hídrico (Río) aproximadamente a 50 metros. Actividades realizadas en viviendas aledañas. Animales domésticos.			
	m.s.n.m	1024					
	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUNTO: Punto ubicado sobre la vía principal a la entrada de un centro rural.						


	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 3 - 4 - 5 SECTOR PAMPLONITA - LOS ACACIOS CAPITULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA- MEDIO ABIÓTICO</b>
<b>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</b>	



Punto de Monitoreo		Coordenadas Gauss Krüger, Datum Magna Sirgas - Origen Central		Aspectos		Registro Fotográfico	
R09	N:	1330417,577	Climático	Predominó el tiempo nublado, no se presentaron lluvias.			
	E:	1158995,609	Fuentes potenciales de ruido	Cuerpo hídrico (Río) aproximadamente a 60 metros. Tránsito de vehículos por vías veredales. Actividades realizadas en viviendas aledañas.			
	m.s.n.m	1021					
	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUNTO: Punto ubicado sobre vía veredal con presencia de viviendas.						
Punto de Monitoreo		Coordenadas Gauss Krüger, Datum Magna Sirgas - Origen Central		Aspectos		Registro Fotográfico	
R10	N:	1328484,434	Climático	Predominó el tiempo nublado, no se presentaron lluvias.			
	E:	1158931,488	Fuentes potenciales de ruido	Fauna silvestre. Animales domésticos. Actividades realizadas en las viviendas aledañas. Paso de vehículos por vía veredal.			
	m.s.n.m	1054					
	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUNTO: Punto ubicado en zona rural cerca de viviendas y zonas de clara vocación agrícola.						






	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 3 - 4 - 5 SECTOR PAMPLONITA - LOS ACACIOS CAPITULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA- MEDIO ABIÓTICO</b>
<b>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</b>	

Punto de Monitoreo		Coordenadas Gauss Krüger, Datum Magna Sirgas - Origen Central		Aspectos		Registro Fotográfico	
R11	N:	1326496,811	Climático	Predominó el tiempo soleado, no se presentaron lluvias.			
	E:	1159118,986	Fuentes potenciales de ruido	Tránsito continuo de vehículos livianos, de carga pesada y motos en vía principal localizada a 100 metros. Ruido estacionario por río cercano. Actividades realizadas en viviendas aledañas.			
	m.s.n.m	1139					
	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUNTO: Punto ubicado en una zona rural, con la vía principal localizada a 100 metros aproximadamente.						
R12	N:	1322345,353	Climático	Predominó el tiempo soleado, no se presentaron lluvias.			
	E:	1159175,608	Fuentes potenciales de ruido	Tránsito continuo de vehículos livianos, de carga pesada y motos en vía principal. Actividades realizadas en viviendas aledañas. Fauna silvestre.			
	m.s.n.m	1265					
	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUNTO: Punto ubicado sobre la vía principal, junto a un colegio y a un centro rural.						

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 3 - 4 - 5 SECTOR PAMPLONITA - LOS ACACIOS CAPITULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA- MEDIO ABIÓTICO</b>
<b>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</b>	

Punto de Monitoreo		Coordenadas Gauss Krüger, Datum Magna Sirgas - Origen Central		Aspectos		Registro Fotográfico	
R13	N:	1319057,627	Climático	Predominó el tiempo nublado, no se presentaron lluvias.			
	E:	1159296,816	Fuentes potenciales de ruido	Flujo de vehículos livianos, de carga pesada y motos en vía nacional. Ruido proveniente del parador y edificaciones cercanas.			
	m.s.n.m	1398					
	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUNTO: Punto ubicado sobre la vía principal, junto a un paradero de camiones						
R14	N:	1315735,430	Climático	Predominó el tiempo nublado, no se presentaron lluvias.			
	E:	1159212,603	Fuentes potenciales de ruido	Flujo de vehículos livianos, de carga pesada y motos en vía nacional ubicada a 300 metros. Actividades realizadas en viviendas aledañas			
	m.s.n.m	1605					
	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUNTO: Punto ubicado sobre la vía principal, junto a viviendas rurales.						

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 3 - 4 - 5 SECTOR PAMPLONITA - LOS ACACIOS CAPITULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA- MEDIO ABIÓTICO</b>
<b>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</b>	

Punto de Monitoreo		Coordenadas Gauss Krüger, Datum Magna Sirgas - Origen Central		Aspectos		Registro Fotográfico	
R15	N:	1314453,810	Climático	Predominó el tiempo nublado, no se presentaron lluvias.			
	E:	1159158,503	Fuentes potenciales de ruido	Paso de vehículos por vía terciaria. Actividades realizadas en asentamiento rural.			
	m.s.n.m	1684					
	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUNTO: Punto ubicado sobre la vía terciaria con presencia de viviendas y edificaciones						
Punto de Monitoreo		Coordenadas Gauss Krüger, Datum Magna Sirgas - Origen Central		Aspectos		Registro Fotográfico	
R16	N:	1313671,430	Climático	Predominó el tiempo soleado, no se presentaron lluvias.			
	E:	1160476,965	Fuentes potenciales de ruido	Tránsito continuo de vehículos livianos, de carga pesada y motos en vía principal. Fauna local. Animales domésticos.			
	m.s.n.m	1749					
	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUNTO: Punto ubicado sobre vía principal en una zona rural.						

## • Resultados

Los resultados obtenidos de las mediciones se compararon con los valores de referencia tomados de la Resolución 0627 de 2006. Los valores de referencia son tomados del capítulo III, artículo 17, tabla 2 de la misma resolución, de la fila referente al sector B, C y sector D.

Los valores de referencia o estándares máximos permisibles de niveles de ruido de acuerdo con la legislación se muestran en la Tabla 5.41. En esta tabla se subrayan con color azul los sectores y subsectores cuyos valores de referencia aplican en el presente estudio y son, por lo tanto, susceptibles de comparación.

**Tabla 5.41 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. Ruído Intermédio 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, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales.	80	70
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: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018; de resolución 627 del 07 de abril de 2006, emitida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.



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

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

La medición realizada en el R12 fue comparada con los estándares máximos permisibles establecidos para este sector, debido a la cercanía con el colegio.

- ii. 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 1, 2, 4, 5, 8, 13, 14 y 16 fueron comparadas con los estándares máximos permisibles fijados para este sector, debido a la cercanía con una vía nacional.

- iii. Sector D: Zona suburbano o rural de tranquilidad y ruido moderado. Subsector, Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.

Las mediciones realizadas en los puntos 3, 6, 7, 9, 10, 11, 15 fueron comparadas con los estándares máximos permisibles establecidos para este sector, debido a la cercanía con viviendas y zonas rurales.

- Ruido ambiental día hábil

La jornada de monitoreo diurno inició el 31 de enero de 2018 a las 07:23 horas y finalizó a las 17:55 horas del mismo día. El monitoreo nocturno se llevó a cabo los días 29 y 30 de enero de 2018 desde las 21:05 horas y finalizó a la 05:44 horas del 30 de enero, con un punto el día 31 de enero a las 6:35 horas, llevando a cabo el monitoreo de ruido ambiental en dieciséis (16) puntos.

- Ruido ambiental diurno hábil

En la Tabla 5.225 se presentan los resultados obtenidos para el monitoreo ambiental diurno.

**Tabla 5.42 Resultados corregidos en jornada día hábil- horario diurno**

ID	Nombre del punto	LAeq, dBA	Ki	Kt	LAeq, d dBA	Sector	Límite normativo dBA	%T*
P01	R01	75,6	0	6	81,6	C	80,0	2,0
P02	R02	72,4	0	0	72,4	C	80,0	-9,5
P03	R03	56,1	0	0	56,1	D	55,0	2,0
P04	R04	73,1	0	0	73,1	C	80,0	-8,6
P05	R05	73,4	0	0	73,4	C	80,0	-8,2

ID	Nombre del punto	LAeq, dBA	Ki	Kt	LRAeq, d dBA	Sector	Límite normativo dBA	%T*
P06	R06	58,4	0	6	64,4	D	55,0	17,1
P07	R07	68,7	0	3	71,7	D	55,0	30,4
P08	R08	75,4	0	6	81,4	C	80,0	1,8
P09	R09	55,6	0	0	55,6	D	55,0	1,1
P10	R10	61,1	0	6	67,1	D	55,0	22,0
P11	R11	56,2	0	6	62,2	D	55,0	13,1
P12	R12	75,6	0	3	78,6	B	65,0	20,9
P13	R13	68,7	0	0	68,7	C	80,0	-14,1
P14	R14	75,2	0	0	75,2	C	80,0	-6,0
P15	R15	70,5	0	0	70,5	D	55,0	28,2
P16	R16	74,5	0	0	74,5	C	80,0	-6,9

\*%T: Porcentaje de trasgresión de la normatividad, valores positivos indican sobrepaso del valor establecido.

Fuente: Modificado por Aecom-Concol de CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018

**Corrección Ki Horario Diurno Hábil:** Aplicando la metodología definida en el anexo 2 de la resolución 627 de 2006, “Determinación de los valores de ajuste K”, se encontró que ninguno de los puntos evaluados reporta componentes impulsivos de ningún tipo, ni neto ni fuerte, por lo tanto, no se debe realizar correcciones asociadas a este tipo de ajuste para las mediciones realizadas en los dieciséis puntos.

**Corrección por tono y contenido de información Kt diurno hábil:** En horario diurno, se presenta percepción neta y fuerte de componentes tonales. Respecto a la percepción neta de componentes tonales, se presenta en los puntos 7 y 12, por lo cual, realizando la debida corrección, se deben sumar tres (3) dBA a los datos obtenidos en campo. Los demás puntos no presentan componentes tonales.

Por su parte, los puntos 1, 6, 8, 10 y 11 presentan percepción fuerte de componentes tonales; realizando la debida corrección, se deben sumar seis (6) dBA a los datos obtenidos en campo para dicho punto. Los nueve (9) puntos restantes no presentan componentes tonales.

Es importante tener en cuenta que el nivel de presión sonora continua equivalente ponderado A (LAeq, T) debe ser corregido por un solo factor K, que es el de mayor valor en dB(A). El valor corregido se muestra en la Tabla 5.42 en la columna “LRAeq, d”, tal valor ajustado es el que debe ser comparado con la normatividad.

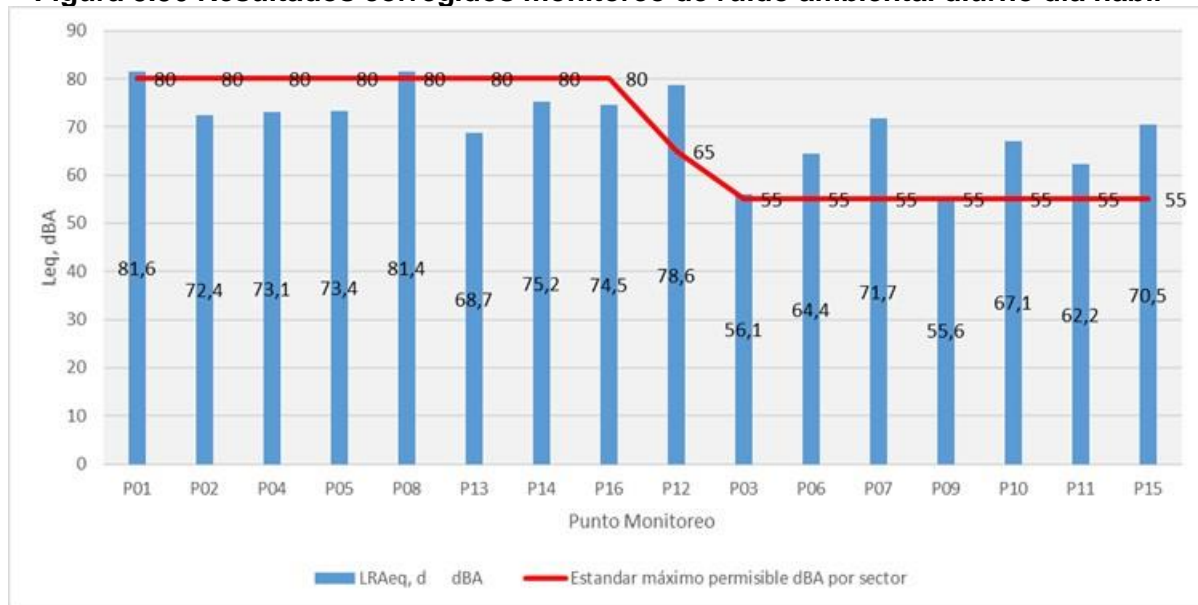
Ahora bien, al comparar los resultados obtenidos después de realizar los ajustes correspondientes contra el estándar máximo permisible para este sector en el horario diurno (Figura 5.56) es posible establecer lo siguiente:

El punto 12, único catalogado en el sector B- Tranquilidad y ruido moderado, subsector de universidades, colegios, etc, supera el límite respectivo de 65 dBA. Para este punto en particular las principales fuentes de ruido son el tráfico de vehículos por la vía nacional localizada frente al colegio, las actividades realizadas en las viviendas aledañas y en el colegio mismo, entre otros.

Todos los puntos de monitoreo clasificados en el sector D zona suburbana o rural, presentaron niveles de presión sonora con valores superiores al límite de 55 dBA; el mayor nivel de presión sonora tuvo lugar en el punto 7 con un valor de 71,7 dBA, seguido por el punto 15 en donde los niveles de presión sonora fueron de 70,5 dBA. Las principales fuentes de ruido determinadas en estos puntos son el flujo de vehículos que transitan por las vías nacionales y veredales, las actividades que tienen lugar en las viviendas aledañas y los animales de la zona, tanto domésticos como silvestres.

Sólo dos puntos, R01 y R08 de monitoreo clasificados en el sector C – trasgreden el límite normativo (80 dBA), en 2,0% y 1,8% respectivamente.

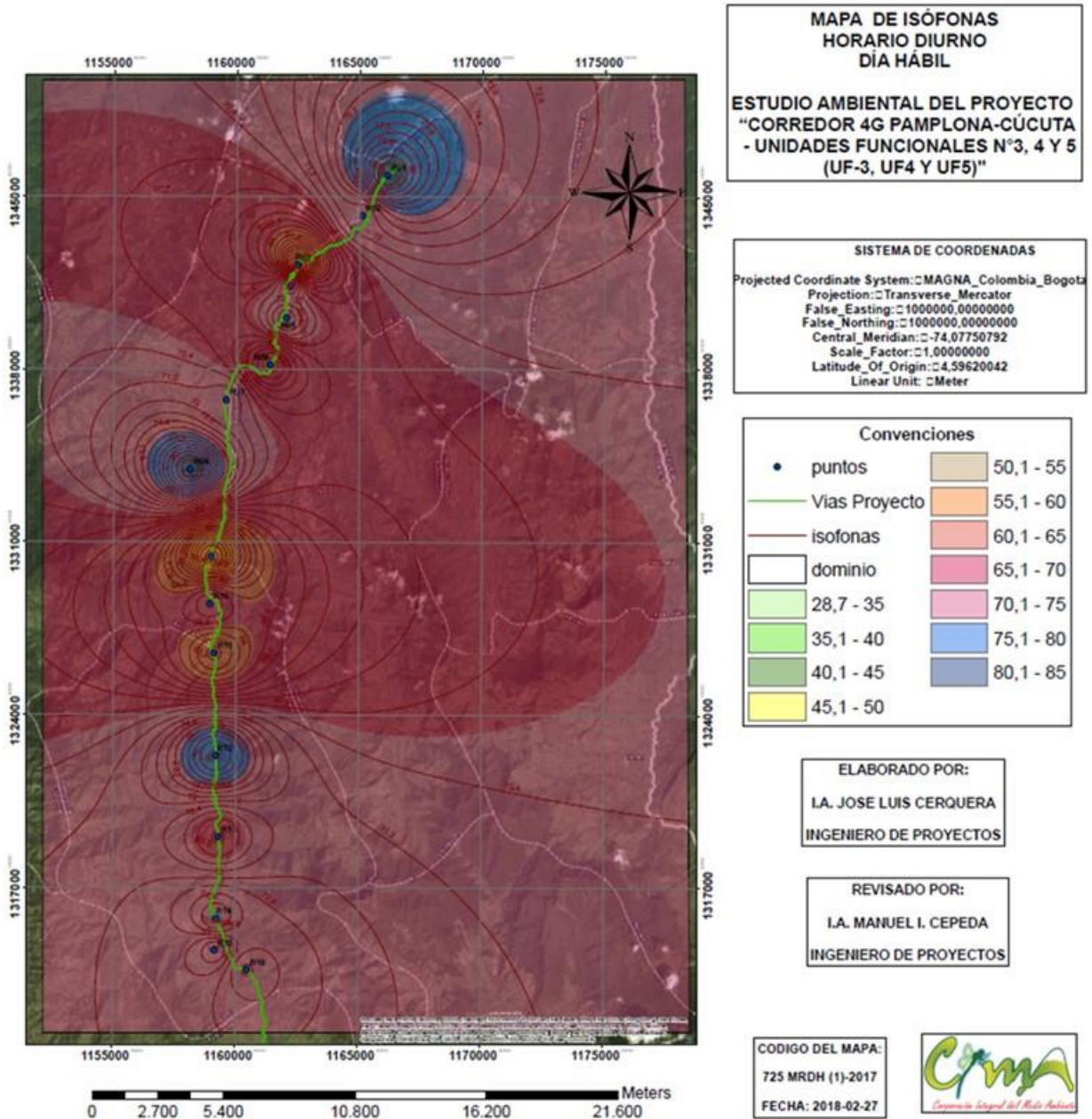
**Figura 5.56 Resultados corregidos monitoreo de ruido ambiental diurno día hábil**



Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018

En la Figura 5.57 se muestra el mapa de isófonas a partir de los niveles de presión sonora corregidos, obtenidos en las mediciones de la jornada diurno día hábil.

Figura 5.57 Mapa de isófonas horario diurno día hábil



Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018

Un mapa de ruido es una representación de datos sobre la situación acústica existente o pronosticada en función de un indicador de ruido, en el que se muestra si se supera un límite y las áreas afectadas. Este permite visualizar el estado ambiental actual de contaminación por ruido por lo que es usada como herramienta de planificación, donde es posible identificar zonas críticas y posibles fuentes de contaminación. En la Figura 5.57 que



corresponde al mapa de isófonas diurno de día hábil es posible evidenciar los valores mínimos y máximos de ruido además de su distribución a través del área de influencia.

Ahora bien, el comportamiento de las isófonas para horario diurno hábil refleja los mayores niveles de ruido en los puntos R01, R08 y R12, cuyas respectivas ubicaciones es en vía principal cercana al peaje Los Acacios, en la entrada al centro rural de Bochalema y, al lado del colegio localizado en la vereda La Palmita- Pamplonita sobre la vía principal.

Sin embargo, basado en el límite normativo establecido por sectores, estos puntos no trasgreden en mayor medida los niveles permitidos de ruido. Por otro lado, los principales puntos que exceden este límite son el R07 (trasgresión del 30,4%), R15 (trasgresión 28,2%) y R10 (trasgresión del 22,0%), todos categorizados en el sector D, con un límite de 55 dBA en horario diurno. La trasgresión se debe a la ubicación de estos puntos, ubicados cerca a la vía principal- vereda Calaluna de Bochalema, en vía terciaria que conduce al casco urbano de Pamplonita y el otro punto, cercano a la vía principal – vereda Tescua de Pamplonita.

▪ Ruido ambiental nocturno hábil

A continuación, en la Tabla 5.43 se presentan los resultados ya corregidos para los mismos puntos mencionados en horario nocturno hábil.

**Tabla 5.43 Resultados corregidos horario nocturno día hábil**

ID	Nombre del punto	LAeq, dBA	Ki	Kt	LR Aeq, d dBA	Sector	Límite normativo dBA	%T*
P01	R01	72,7	0	6	78,7	C	70,0	12,4
P02	R02	72,5	0	6	78,5	C	70,0	12,1
P03	R03	73,3	0	6	79,3	D	45,0	76,2
P04	R04	73,6	0	0	73,6	C	70,0	5,1
P05	R05	72,4	0	0	72,4	C	70,0	3,4
P06	R06	57,6	0	6	63,6	D	45,0	41,3
P07	R07	74,7	0	6	80,7	D	45,0	79,3
P08	R08	59,5	0	0	59,5	C	70,0	-15,0
P09	R09	56,8	0	0	56,8	D	45,0	26,2
P10	R10	59,2	0	3	62,2	D	45,0	38,2
P11	R11	52,8	0	0	52,8	D	45,0	17,3
P12	R12	70,4	0	0	70,4	B	50,0	40,8
P13	R13	65,4	0	3	68,4	C	70,0	-2,3
P14	R14	65,3	0	0	65,3	C	70,0	-6,7
P15	R15	56,3	0	3	59,3	D	45,0	31,8
P16	R16	68,9	0	0	68,9	C	70,0	-1,6

\*%T: Porcentaje de trasgresión de la normatividad, valores positivos indican sobrepaso del valor establecido.

Fuente: Modificado por Aecom-Concol de CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018

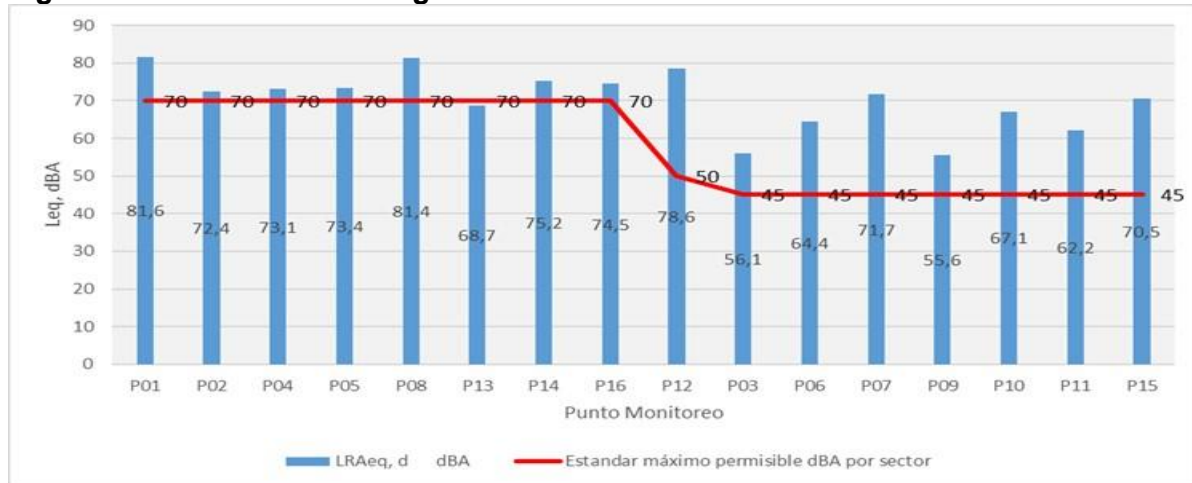
*Corrección Ki Horario nocturno Hábil:* Ninguna de las mediciones realizadas deben ser corregidas por los componentes impulsivos Ki en los lugares de la medición y durante el tiempo que tuvo lugar el monitoreo, ni por componentes impulsivos netos ni por componentes impulsivos fuertes.

*Corrección por tono y contenido de información Kt nocturno hábil:* En horario nocturno, ocho de los dieciséis puntos evaluados reportaron componentes tonales que generan la corrección correspondiente.

Para los puntos 1, 2, 3, 6 y 7 se presenta percepción fuerte de componentes tonales, y por lo tanto el ajuste correspondiente es de 6,0 dBA. Por su parte, en los puntos 10, 13 y 15 se reportaron percepciones netas de componentes tonales y en estos casos la corrección respectiva es de 3,0 dBA a la medida obtenida en campo. Los demás puntos no presentan componentes tonales que generen un ajuste al nivel equivalente resultante de las mediciones.

De acuerdo con los resultados corregidos del monitoreo en día hábil nocturno, y representados en la Figura 5.58, es posible concluir:

**Figura 5.58 Resultados corregidos monitoreo de ruido ambiental nocturno día hábil**



Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018

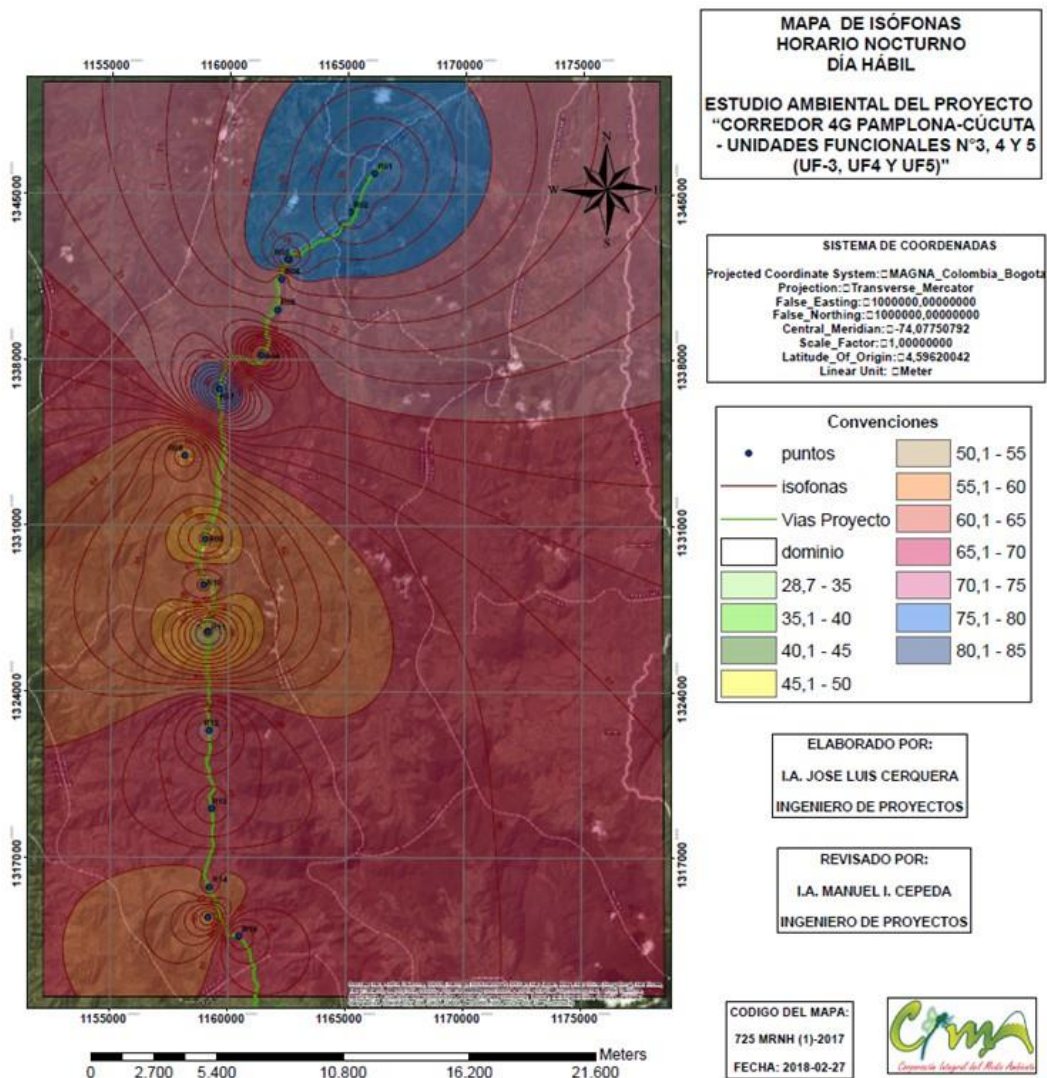
El sector B – Tranquilidad y ruido moderado, subsector de universidades, colegios, etc, con el punto 12 perteneciente en este sector, supera el límite respectivo de 50 dBA, teniendo en cuenta que el nivel equivalente resultante de la medición reportó un valor de 70,4 dBA. Para este punto en particular las principales fuentes de ruido son el tráfico de vehículos por la vía nacional localizada frente al colegio, las actividades realizadas en las viviendas aledañas y en el colegio mismo, entre otros.

De los ocho (8) puntos catalogados en el sector C – vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales; cuatro (4) presentan mediciones con valores inferiores al respectivo límite, el cual es de 70 dBA. Los cuatro puntos restantes que sobrepasaron dicho valor fueron los puntos 1, 2, 4 y 5 con valores de 78,7 dBA, 78,5 dBA, 73,6 dBA y 72,4 dBA, respectivamente, siendo la primera medición (punto 1) en donde se presentó el nivel de presión sonora más elevado. La principal fuente de emisión de estos puntos fue el flujo vehicular que transita por la vía nacional ubicada junto a los lugares de medición.

En la totalidad de los puntos correspondientes al sector D- zona suburbana o rural, se obtuvieron niveles equivalentes resultantes de las mediciones con valores superiores al límite respectivo, el cual es de 45,0 dBA. En el punto 7 se obtuvo el valor más alto, el cual fue de 80,7 dBA, mientras que para el punto 11 se reportó el nivel de presión sonora más bajo, siendo de 52,8 dBA. Las principales fuentes de ruido determinadas en estos puntos son el flujo de vehículos que transitan por las vías nacionales y veredales, las actividades que tienen lugar en las viviendas aledañas y los animales de la zona, tanto domésticos como silvestres.

En la Figura 5.59 se muestra el mapa de isófonas a partir de los niveles de presión sonora corregidos, obtenidos en las mediciones de la jornada nocturno día hábil.

**Figura 5.59 Mapa de isófonas horario nocturno día hábil**



Fuente: (Corporación Integral del Medio Ambiente - CIMA, 2018)

Ahora bien, de acuerdo con el mapa de isófonas para horario nocturno, día hábil (Figura 5.59), es claro que los puntos R01, R02 y R03 arrojan valores altos en niveles de ruido, consolidando a esta zona (vereda corozal-Los Patios y vereda Nueva Donjuana-Chinácota) como un área que excede los límites normativos. De igual manera, es visible el punto R07 como una zona con alto incremento en los niveles de ruido en horario nocturno-hábil. De igual manera, los puntos R03 y R07 coinciden en la conformación de los primeros dos monitoreos más altos en trasgresión (76,2% y 79,30% respectivamente) de acuerdo con el límite máximo estipulado según su clasificación, por la Resolución 627 de 2006.

- Ruido ambiental día no hábil

La jornada de monitoreo diurno se inició el día 28 de enero entre las 09:01 horas y las 20:40 horas del mismo día y finalizó el 04 de febrero entre las 7:02 horas y las 7:22 horas del mismo día. El monitoreo nocturno se realizó el día 28 de enero de 2018 desde las 01:20 horas hasta las 04:45 horas, continuó a las 21:05 horas de este, hasta las 22:20 horas y finalizó entre las 04:28 horas y las 6:00 horas del 04 de febrero, llevando a cabo el monitoreo de ruido ambiental en los dieciséis (16) puntos.

- Ruido ambiental diurno no hábil

En la Tabla 5.44 se presenta el resumen de los resultados obtenidos para el monitoreo ambiental diurno en día no hábil.

**Tabla 5.44 Resultados corregidos horario diurno día no hábil**

ID	Nombre del punto	LAeq, dBA	Ki	Kt	LRAeq, dBA	Sector	Límite normativo dBA	%T*
P01	R01	70,0	0	0	70,0	C	80,0	-12,5
P02	R02	69,4	0	3	72,4	C	80,0	-9,5
P03	R03	55,9	0	0	55,9	D	55,0	1,6
P04	R04	73,3	0	3	76,3	C	80,0	-4,6
P05	R05	76,5	0	0	76,5	C	80,0	-4,4
P06	R06	69,1	0	0	69,1	D	55,0	25,6
P07	R07	52,5	0	6	58,5	D	55,0	6,4
P08	R08	65,7	0	0	65,7	C	80,0	-17,9
P09	R09	79,0	0	6	85,0	D	55,0	54,5
P10	R10	48,8	0	3	51,8	D	55,0	-5,8
P11	R11	48,4	0	3	51,4	D	55,0	-6,5
P12	R12	67,2	0	3	70,2	B	65,0	8,0
P13	R13	56,8	0	6	62,8	C	80,0	-21,5
P14	R14	68,6	0	6	74,6	C	80,0	-6,8
P15	R15	66,0	0	3	69,0	D	55,0	25,5
P16	R16	76,3	0	0	76,3	C	80,0	-4,6

\*%T: Porcentaje de trasgresión de la normatividad, valores positivos indican sobrepaso del valor establecido  
Fuente: Modificado por Aecom-Concol de CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017

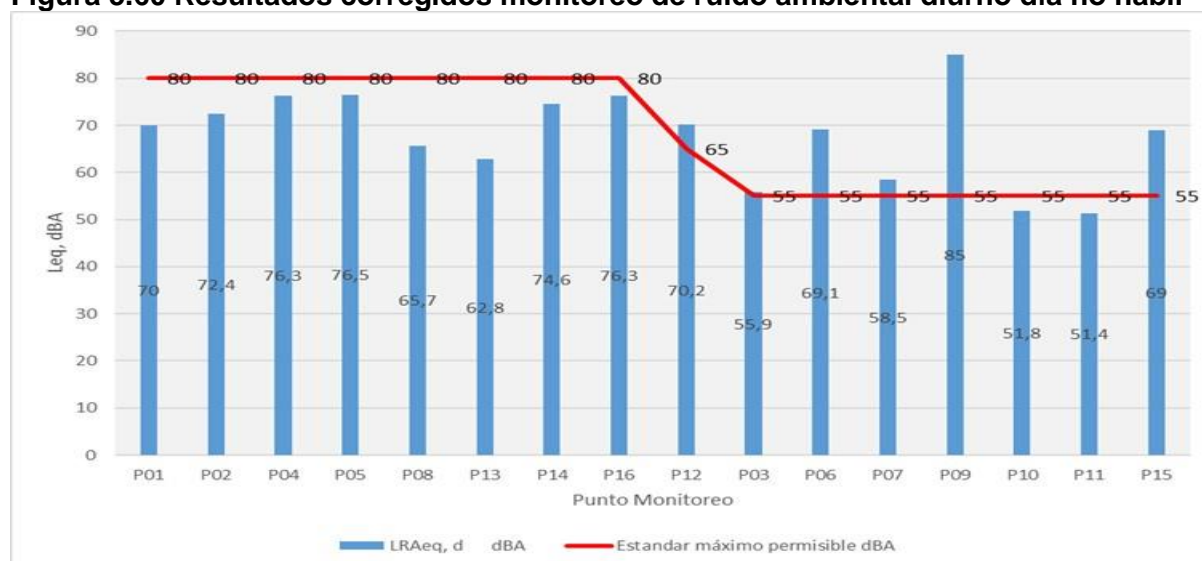
*Corrección Ki Horario Diurno No Hábil:* Para ninguno de los puntos evaluados se reportaron componentes impulsivos de ningún tipo, es decir que la percepción de componentes impulsivos en todos los casos es nula y no se debe realizar correcciones asociadas a este tipo de componentes a los niveles equivalentes resultantes de las mediciones.



*Corrección por tono y contenido de información Kt Diurno no hábil:* De los dieciséis (16) puntos que conforman el presente estudio, diez (10) presentaron corrección por tono; este fue el caso para los puntos 2, 4, 10, 12 y 15 se reportó percepción neta de componentes tonales, por lo tanto, el ajuste correspondiente es de 3,0 dBA a cada una de las mediciones realizadas en campo. En los puntos 7, 9, 13 y 14 fue determinada una percepción fuerte de componentes tonales, y en este sentido la corrección que debe efectuarse es de 6,0 dBA a los niveles equivalentes resultantes de sus mediciones.

Ahora bien, al comparar los resultados obtenidos después de realizar los ajustes correspondientes contra el estándar máximo permisible para este sector en el horario diurno no hábil (Figura 5.60 y Figura 5.56) es posible establecer lo siguiente:

**Figura 5.60 Resultados corregidos monitoreo de ruido ambiental diurno día no hábil**



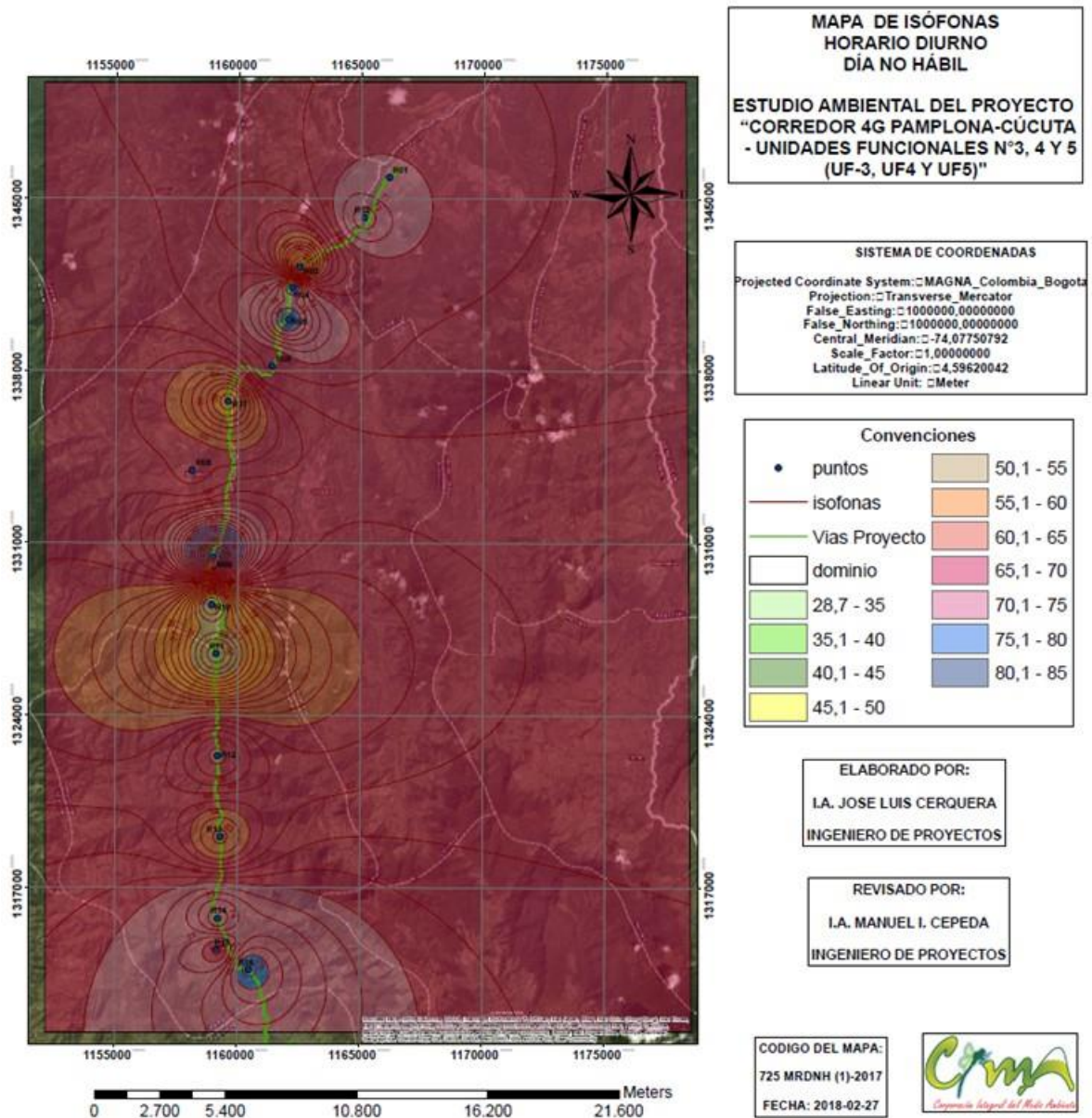
Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018

El punto 12, único catalogado en el sector B- Tranquilidad y ruido moderado, subsector de universidades, colegios, etc, supera el límite respectivo de 65 dBA. Para este punto en particular las principales fuentes de ruido son el tráfico de vehículos por la vía nacional localizada frente al colegio, las actividades realizadas en las viviendas aledañas y en el colegio mismo, entre otros.

Dos (2) de los siete (7) puntos de monitoreo clasificados en el sector D zona suburbana o rural, presentaron niveles de presión sonora con valores inferiores a 55 dBA; este fue el caso para los puntos 10 y 11 donde los valores reportados fueron de 51,8 dBA y 51,4 dBA respectivamente. Los otros cinco puntos presentaron niveles de presión sonora con valores superiores a dicho límite; el mayor nivel de presión sonora tuvo lugar en el punto 9 con un valor de 85,0 dBA, seguido por el punto 6 en donde los niveles de presión sonora fueron de 69,1 dBA. Las principales fuentes de ruido determinadas en estos puntos son el flujo de vehículos que transitan por las vías nacionales y veredales, las actividades que tienen lugar en las viviendas aledañas y los animales de la zona, tanto domésticos como silvestres.

Todos los puntos clasificados en el sector C – presentaron valores inferiores al respectivo límite, el cual es de 80 dBA. El valor más alto se registró en el punto 5, en donde el nivel de presión sonora determinado fue de 76,5 dBA, mientras que el menor valor tuvo lugar en el punto 13, con un nivel equivalente de 62,8 dBA. La principal fuente de emisión en estos puntos fue el flujo vehicular que transita por la vía nacional ubicada junto a los lugares de medición.

**Figura 5.61 Mapa de Isófonas Horario diurno día no hábil**



Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018

Ahora bien, de acuerdo con el mapa de isófonas para horario diurno, día no hábil (Figura 5.60), es evidente que los puntos R04, R05, R09 y R16 arrojan valores altos en niveles de ruido. Sin embargo, de los mencionados sólo el R09, categorizado en sector D- zona suburbana o rural de tranquilidad y ruido moderado, ubicado en vía veredal con tránsito de vehículos en la vereda Zarcuta de Bochalema, es el punto con mayor porcentaje de trasgresión del límite normativo (54,5%), debido a que presenta un valor máximo medido de 85 dBA, siendo el límite de 55 dBA. Esto a causa del ruido relacionado con actividades recreacionales presentes en el área. Además, el siguiente valor trasgredido en todos los puntos monitoreados es el R06, con un porcentaje de trasgresión de 25,6% y el R15 con 25,5% de trasgresión. El ruido registrado en estos puntos, en horario diurno no hábil, también categorizados en el sector D, es debido a afluencia turística en el R06 y en el R15 a causa del tránsito vehicular en la vía de acceso al casco urbano de Pamplonita.

- Ruido ambiental nocturno no hábil

A continuación, se presentan los resultados para horario nocturno de día no hábil para los puntos ya mencionados en la Tabla 5.45.

**Tabla 5.45 Resultados corregidos horario nocturno día no hábil**

ID	Nombre del punto	LAeq, dBA	Ki	Kt	LRAeq, d dBA	Sector	Límite normativo dBA	%T*
P01	R01	68,4	0	0	68,4	C	70,0	-2,3
P02	R02	69,2	0	6	75,2	C	70,0	7,4
P03	R03	61,4	0	6	67,4	D	45,0	49,8
P04	R04	70,5	0	0	70,5	C	70,0	0,7
P05	R05	72,7	0	0	72,7	C	70,0	3,9
P06	R06	55,0	0	6	61,0	D	45,0	35,6
P07	R07	69,2	0	6	75,2	D	45,0	67,1
P08	R08	56,3	0	6	62,3	C	70,0	-11,0
P09	R09	51,6	0	3	54,6	D	45,0	21,3
P10	R10	55,9	0	6	61,9	D	45,0	37,6
P11	R11	61,5	0	0	61,5	D	45,0	36,7
P12	R12	58,6	0	0	58,6	B	50,0	17,2
P13	R13	62,2	0	0	62,2	C	70,0	-11,1
P14	R14	60,5	0	6	66,5	C	70,0	-5,0
P15	R15	45,2	0	6	51,2	D	45,0	13,8
P16	R16	62,5	0	3	65,5	C	70,0	-6,4

\*%T: Porcentaje de trasgresión de la normatividad, valores positivos indican sobrepaso del valor establecido.

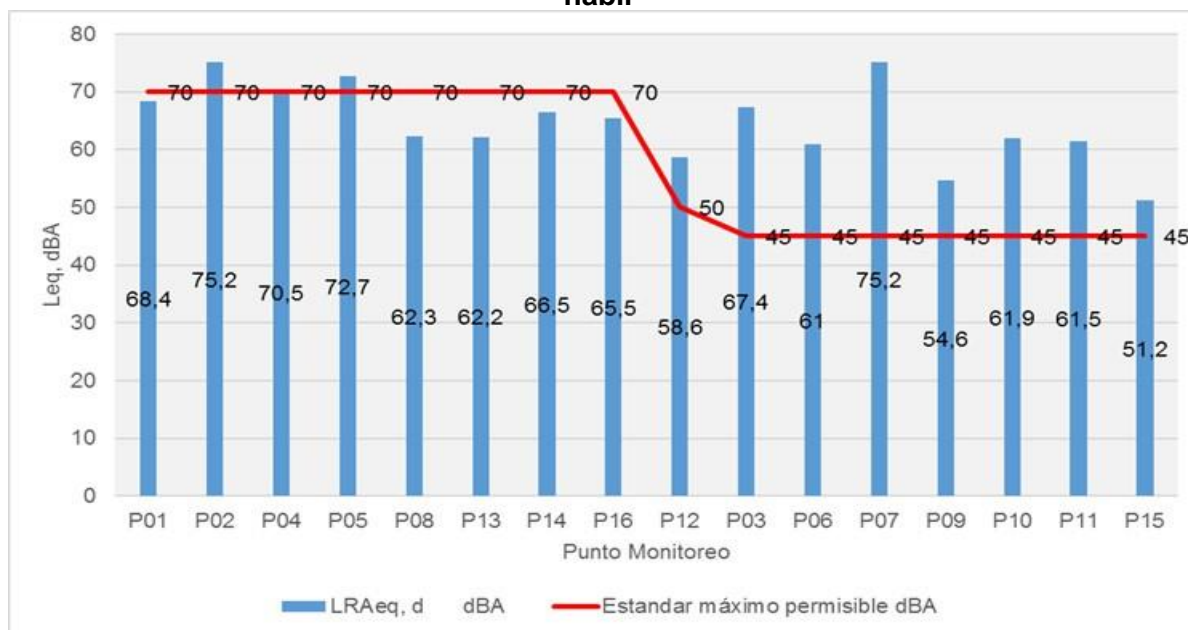
Fuente: Modificado por Aecom-Concol de CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017

**Corrección Ki Horario nocturno No Hábil:** En ninguno de los puntos evaluados se reportaron componentes impulsivos de ningún tipo (ni neto ni fuerte), por lo tanto, no se debe realizar correcciones asociadas a este tipo de componentes a los niveles equivalentes de las mediciones para este horario y jornada.

*Corrección por tono y contenido de información Kt nocturno no hábil:* De los dieciséis puntos que conforman el presente estudio, diez (10) presentaron corrección por tono; este fue el caso para los puntos 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 15 y 16. En este sentido, en los puntos 9 y 16 se reportó percepción neta de componentes tonales por lo tanto, el ajuste correspondiente es de 3,0 dBA a cada una de las mediciones realizadas en campo. En los puntos 2, 3, 6, 7, 8, 10, 14 y 15 fue determinada percepción fuerte de componentes tonales, y en ese sentido la corrección que debe efectuarse es de 6,0 dBA a los niveles equivalentes resultantes de las mediciones.

De acuerdo con los resultados corregidos del monitoreo en día hábil nocturno, y representados en la Figura 5.62, es posible concluir:

**Figura 5.62 Resultados corregidos monitoreo de ruido ambiental nocturno día no hábil**



Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017

El sector B – Tranquilidad y ruido moderado, subsector de universidades, colegios, etc, con el punto 12 perteneciente a este sector, supera el límite respectivo de 50 dBA, teniendo en cuenta que el nivel equivalente resultante de la medición reportó un valor de 58,6 dBA. Para este punto, las principales fuentes de ruido son el tráfico de vehículos por la vía nacional, las actividades realizadas en las viviendas aledañas y el colegio, entre otros.

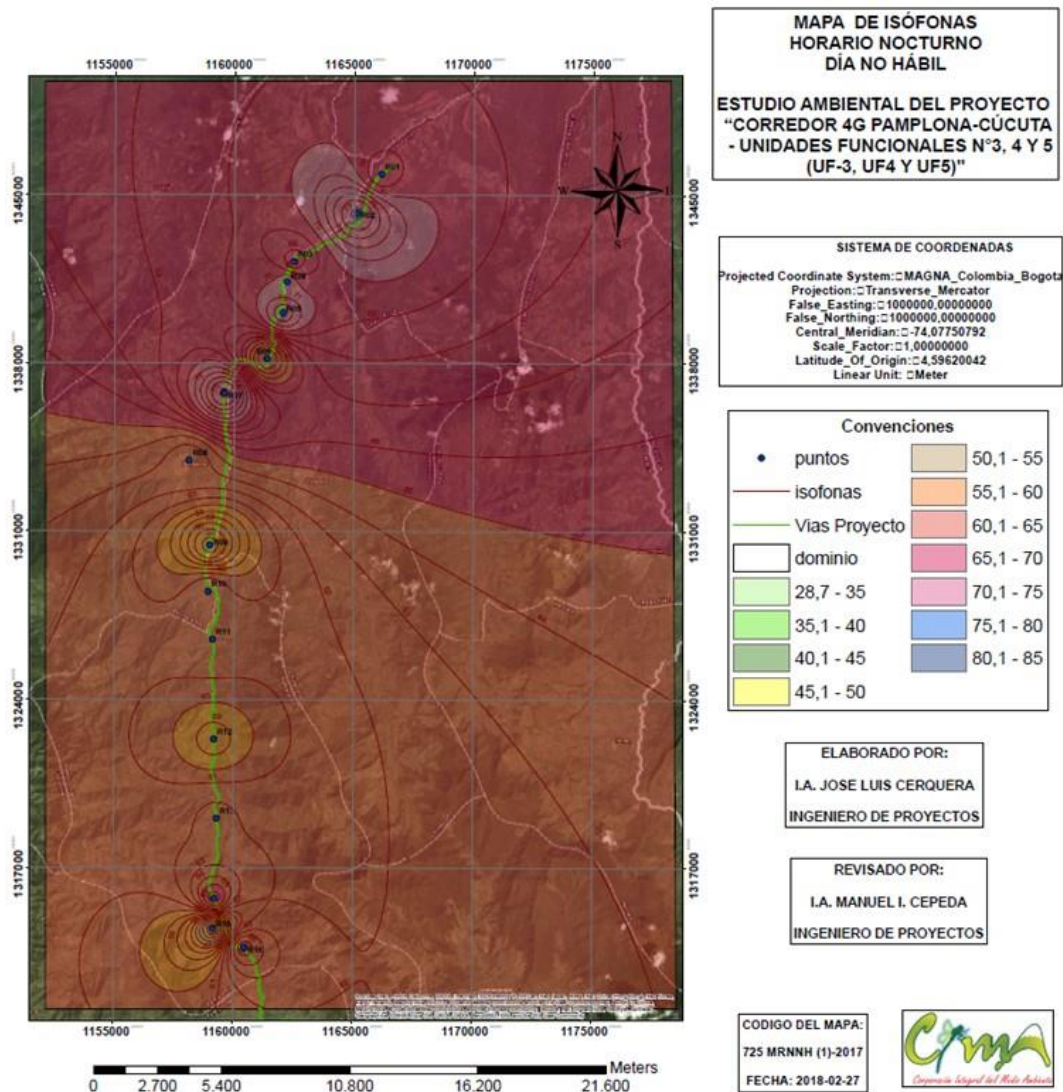
De los ocho (8) puntos catalogados en el sector C – vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales; cinco (5) presentan mediciones con valores inferiores al respectivo límite, el cual es de 70 dBA. Ese fue el caso para los puntos 1, 8, 13, 14 y 16. Los tres puntos restantes que sobrepasaron dicho valor fueron 2, 4 y 5, siendo el punto 2 el nivel de presión sonora más alto. La principal fuente de emisión de estos puntos fue el flujo vehicular que transita por la vía nacional ubicada junto a los lugares de medición.



En la totalidad de los puntos correspondientes al sector D- zona suburbana o rural, se obtuvieron niveles equivalentes resultantes de las mediciones con valores superiores al límite respectivo, el cual es de 45,0 dBA. En el punto 7 se obtuvo el valor más alto, el cual fue de 80,7 dBA, mientras que para el punto 11 se reportó el nivel de presión sonora más bajo, siendo de 52,8 dBA. Las principales fuentes de ruido determinas en estos puntos son el flujo de vehículos que transitan por las vías nacionales y veredales, las actividades que tienen lugar en las viviendas aledañas y los animales de la zona, tanto domésticos como silvestres.

En la Figura 5.63 se muestra el mapa de isófonas a partir de los niveles de presión sonora corregidos, obtenidos en las mediciones de la jornada nocturno día no hábil.

**Figura 5.63 Mapa de isófonas horario nocturno día no hábil**



Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017

Ahora bien, de acuerdo con el mapa de isófonas para horario nocturno, día no hábil (Figura 5.63), es evidente que los puntos R02, R05 y R07 arrojan valores altos en niveles de ruido. Sin embargo, de los mencionados sólo el R07, categorizado en sector D- zona suburbana o rural de tranquilidad y ruido moderado, ubicado en vía veredal con tránsito de vehículos en la vereda Calaluna de Bochalema, es el punto con mayor porcentaje de trasgresión del límite normativo (67,1%), debido a que presenta un valor máximo medido de 75,2 dBA, siendo el límite de 45 dBA. Esto a causa del ruido relacionado con el flujo de vehículos en vía principal ubicada a 300 metros, así como ruido de fauna silvestre y animales domésticos. Por otra parte, el siguiente valor trasgredido en todos los puntos monitoreados es el R03, con un porcentaje de trasgresión de 49,8% y el R10 con 37,6% de trasgresión. El ruido registrado en estos puntos, en horario nocturno no hábil, también categorizados en el sector D, es debido al flujo de vehículos por vía nacional a 100 metros, música proveniente de viviendas y animales domésticos en el R03, y en el R10 a causa de fauna silvestre y animales domésticos.