



UNIVERSIDAD
EAFIT



Informe Mensual de Ruido Ambiental Abril de 2021

Contrato CCT 871 de 2020

Elaborado por:
Universidad EAFIT



Monitoreo, análisis en tiempo real de variables **hidrológicas, meteorológicas, seguimiento de condiciones morfodinámicas y sísmicas, y de calidad del aire y demás variables atmosféricas** que permitan hacer el análisis holístico en el territorio metropolitano y la región vecina para la toma de decisiones e investigación científica y aplicada para la gestión del riesgo en el contexto de los subprocesos de conocimiento, reducción del riesgo y manejo del desastre mediante el desarrollo, fortalecimiento y operación del SIATA.

Elaborado por:
Juan David Berrío Bernal, Analista de datos.

Revisado y Autorizado por:
Laura Herrera Mejia, Directora de la Red.



Fecha de emisión:
18 de mayo del 2021

Código:
F-GAA-RA-76
Versión:
2

Nota: Este informe no puede ser replicado sin autorización del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.



Contenido

1. Introducción	1
2. Descripción de la Red de Ruido Ambiental	2
Descripción de las estaciones de monitoreo de Ruido Ambiental	6
3. Resultados de las Mediciones de Ruido	11
Nivel de Presión Sonora	11
Nivel de presión sonora diurna	14
Nivel de presión sonora nocturna	14
Nivel día noche	15
Estadísticos de Ruido	17
Indicadores de Ruido ambiental	18
Ciclo Diurno	23
4. Meteorología	25
Ciclo diurno temperatura, humedad relativa y presión	25
Precipitación	26
Vientos	28
5. Anexos	32
Anexo 1. Métodos de medición	32

Anexo 2. Cálculo Indicadores	32
--	----

Índice de Figuras

2.1. Estaciones de monitoreo de Ruido Ambiental	2
2.2. Localización de sonómetro en la estación GIR-BOTJ	6
2.3. Localización de sonómetro en la estación CEN-TRAF	7
2.4. Localización de sonómetro en la estación ITA-ACUA	9
2.5. Localización de sonómetro en la estación ITA-SAMA	9
2.6. Localización de sonómetro en la estación SAB-SEMS	10
3.1. Continuación	11
3.1. Continuación	12
3.1. Continuación	13
3.2. Nivel de presión sonora Diurna	14
3.3. Nivel de presión sonora Nocturna	14
3.4. Nivel de Presión Sonora Día Noche para las estaciones de monitoreo de Ruido Ambiental	15
3.5. Niveles de presión sonora equivalente semanal diurnos	17
3.6. Niveles de presión sonora equivalente semanal nocturnos	17
3.7. Nivel de ruido de tráfico diurno y nocturno	19
3.8. Factor de clima sonoro diurno y nocturno	20
3.9. Nivel de contaminación por ruido diurno y nocturno	21
3.10. Nivel de exposición sonora diurno y nocturno	22
3.11. Diferencia de presión sonora diurno-nocturno	23
3.12. Ciclo diurno de los niveles de presión sonora	23
3.12. Continuación	24
4.1. Presión, Temperatura y Humedad Relativa para las distintas estaciones	26
4.2. Precipitación horaria y acumulada para las distintas estaciones	27
4.3. Rosas de Viento diurnas para las distintas estaciones	29
4.4. Rosas de Viento nocturnas para las distintas estaciones	30

4.5. Rosas de Viento totales para las distintas estaciones	31
--	----

Índice de Tablas

2.1. Tipo de filtro utilizado en la medición de las estaciones de ruido.	3
2.2. Sector, subsector y estándares máximos de ruido ambiental para cada estación.	4
2.3. Porcentaje de datos válidos para el mes de Abril del 2021	5
3.1. Nivel de presión sonora equivalente para cada día de la semana y para cada una de las estaciones.	16
3.2. Estadísticos para las estaciones de monitoreo de Ruido Ambiental.	18
4.1. Porcentaje de datos invalidados por condiciones meteorológicas para el mes de Abril del 2021	25
4.2. Estadísticos Precipitación	28
5.1. Método utilizado dentro de la red de ruido	32

1 Introducción

El Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá (SIATA), es un proyecto de Ciencia y Tecnología y una estrategia para la gestión de riesgos del Área Metropolitana del Valle de Aburrá y la Alcaldía de Medellín, que cuenta con el apoyo y los aportes de EPM e ISAGEN.

El SIATA tiene como tarea fundamental alertar en tiempo real a los organismos gestores de riesgos y a la comunidad, frente a la posible ocurrencia de un fenómeno natural que pueda generar una emergencia, con este fin se realiza monitoreo en tiempo real de condiciones hidrometeorológicas de la región; desarrollo de modelos de pronóstico meteorológico e hidrológico, ajustados a las condiciones de la región; y entrega oportuna de información. El SIATA posee y opera equipos de monitoreo a lo largo y ancho del Valle del Aburrá y en menor proporción fuera de él. Las sedes de investigación y desarrollo del proyecto se ubica en el sector Estadio (Calle 50 # 71-147) y Aguacatala (Carrera 48A # 10Sur-123), de la ciudad de Medellín (teléfono: 403 88 70).

Desde el 1 de Agosto de 2016 el SIATA se constituye como operador de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (REDMCA), encargándose de la operación permanente de la red y la activación de protocolos de contingencia en caso de falla del sistema. De igual forma, debe apoyar de manera priorizada la gestión de eventos críticos relacionados con la calidad del aire de los municipios de la jurisdicción, entregando reportes de situaciones críticas de manera permanente y ante alteraciones de las condiciones ambientales de la región que puedan ser monitoreadas por el sistema.

Las condiciones meteorológicas han sido identificadas como un elemento esencial para el pronóstico, entendimiento y planificación de la calidad del aire dentro de nuestra región metropolitana, siendo la atmósfera el medio donde se liberan, transportan y dispersan los contaminantes. La topografía compleja del Valle de Aburrá favorece, bajo condiciones de estabilidad atmosférica, la acumulación de contaminantes cerca de la superficie, especialmente durante las primeras horas de la mañana y durante las horas posteriores al atardecer.

En este informe se presenta el análisis de los registros obtenidos de la Red de Monitoreo de Ruido Ambiental del Valle de Aburrá.

2 Descripción de la Red de Ruido Ambiental

Durante el mes la Red de Monitoreo de Ruido Ambiental estuvo constituida por 8 puntos de monitoreo ubicados en 4 de los 10 municipios que conforman el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. En dichas estaciones se realizaron mediciones tanto de nivel de presión sonora en bandas de frecuencia de tercios de octava, como de parámetros meteorológicos adicionales que pueden afectar las mediciones de nivel de presión sonora y son requeridos por la normativa nacional. La Figura 2.1 presenta un mapa con la ubicación geográfica de las distintas estaciones de monitoreo.

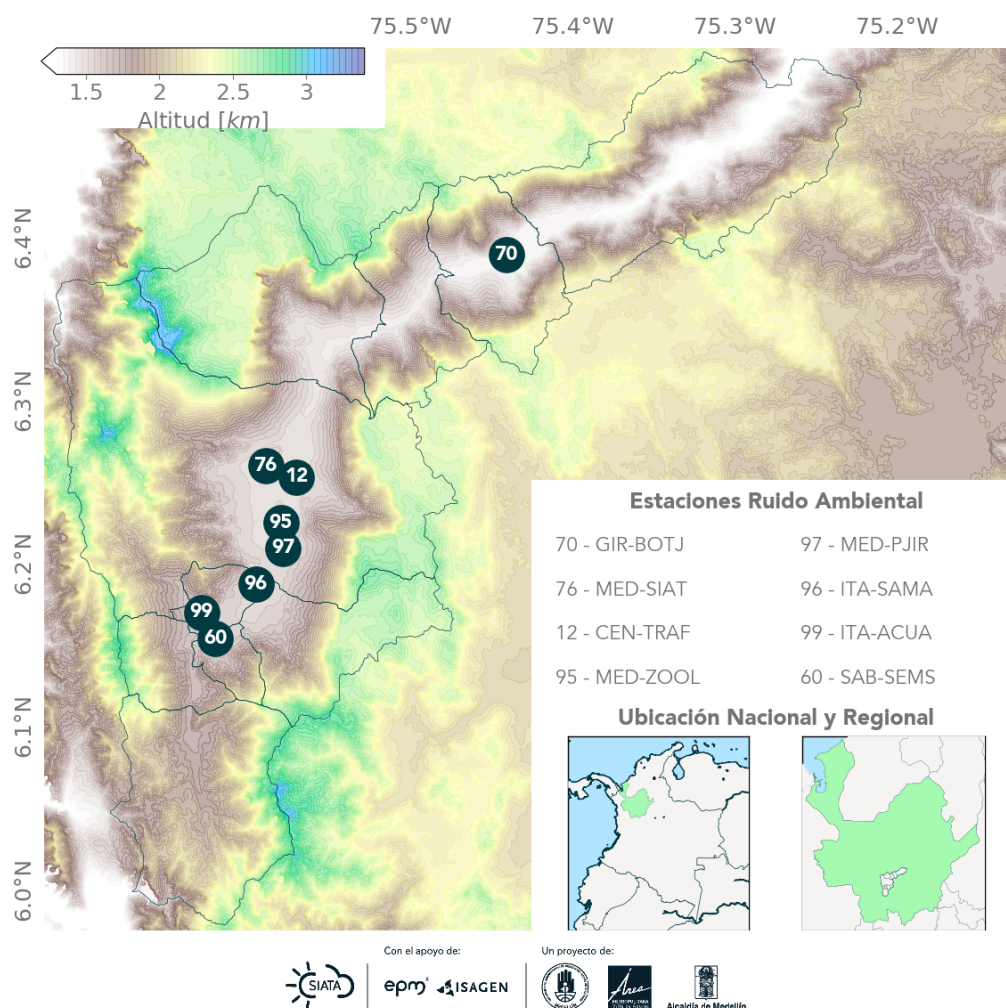


Figura 2.1: Estaciones de monitoreo de Ruido Ambiental

Algunas estaciones de la red utilizan un filtro de ponderación A, el cual está diseñado para simular la percepción del oído humano ante el ruido: ya que el oído humano no presenta la misma sensibilidad a todas las frecuencias. Así pues, este filtro atenúa las frecuencias bajas y en menor medida las altas, de forma que su rango de mayor sensibilidad esta entre los 500 Hz y 6000 Hz. Los equipos de las demás estaciones utilizan un filtro frecuencial tipo Z, el cual es un filtro de frecuencias plano que responde a las frecuencias entre 10 Hz y 20000 Hz; al procesar los datos, los registros de dichos equipos se adaptan a filtro de ponderación A como requisito de la Resolución 0627 del 2006. La Tabla 2.1 presenta un resumen del tipo de filtro utilizado por el equipo de medición en cada una de las estaciones.

Tabla 2.1: Tipo de filtro utilizado en la medición de las estaciones de ruido.

ESTACIÓN	SIGLA	FILTRO
Droguería Botica Junín	GIR-BOTJ	A
Torre SIATA	MED-SIAT	Z
Tráfico Centro	CEN-TRAF	A
Zoológico Santa Fe	MED-ZOOL	A
Politécnico Jaime Isaza Cadavid – Regional	MED-PJIC	Z
Acuaparque Ditaires	ITA-ACUA	A
Santa María	ITA-SAMA	A
Secretaria de Educación de Sabaneta	SAB-SEMS	A

Nota: Los datos de las estaciones que miden con filtro de poderación Z se corrigen usando un filtro de ponderación A al procesar los datos

La Resolución 0627 de 2006 del MAVDT (actual MADS) define los estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido para los periodos diurno y nocturno, de acuerdo al tipo de zona en donde se ubique la estación. La Tabla 2.2 establece el sector, el subsector y los niveles máximos permisibles de emisión de ruido en el horario diurno (entre las 07:01 y 21:00) y la nocturno (entre las 21:01 y 07:00) para cada una de las estaciones de la Red de Monitoreo de Ruido Ambiental, esta clasificación fue realizada de acuerdo al Plan de Ordenamiento Territorial de los respectivos municipios.

Tabla 2.2: Sector, subsector y estándares máximos de ruido ambiental para cada estación.

ESTACIÓN	SECTOR	SUBSECTOR	NORMA (dB)	
			DIURNA	NOCTURNA
GIR-BOTJ	C	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, discotecas, bingos, casinos	70	55
MED-SIAT	C	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, discotecas, bingos, casinos.	70	55
CEN-TRAF	C	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, discotecas, bingos, casinos.	80	70
MED-ZOOL	C	Zonas con usos institucionales.	65	50
MED-PJIR	B	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.	65	50
ITA-SAMA	C	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, discotecas, bingos, casinos.	70	55
SAB-SEMS	C	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, discotecas, bingos, casinos.	70	55
ITA-ACUA	C	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, discotecas, bingos, casinos.	70	55

Los niveles de presión sonora equivalentes ponderados A en un periodo de tiempo T ($LAeqT$) son corregidos por ajuste de tonalidad y contenido de información frecuencial, para obtener los niveles corregidos de presión sonora continuos equivalentes ponderados A ($LRAeqT$) con los cuales se realiza la comparación con los estándares máximos permisibles de emisión de ruido y ruido ambiental, este procedimiento se efectúa de acuerdo con la metodología establecida en la Resolución 0627 de 2006. De igual forma se invalidan los datos en los periodos con precipitaciones o donde la velocidad del viento supera 3 metros por segundo.

En la Tabla 2.3 se organizan los porcentajes de datos válidos para cada variable de ruido ambiental por estación de la Red. Se hace énfasis en que los niveles de presión sonora continuo equivalente diurno ($LRAeq, d$) y nocturno ($LRAeq, n$) son obtenidos a partir del promedio logaritmico de los niveles de presión sonora horario ($LRAeqh$), en su respectivo periodo del día.

Tabla 2.3: Porcentaje de datos válidos para el mes de Abril del 2021

Estaciones	$LRAeqh$	$LRAeq, d$	$LRAeq, n$
GIR-BOTJ	88.9	100.0	100.0
MED-SIAT	93.1	100.0	100.0
CEN-TRAF	92.9	100.0	100.0
MED-ZOOL	73.2	80.0	80.0
MED-PJIR	72.8	83.3	83.3
ITA-SAMA	92.2	100.0	100.0
ITA-ACUA	75.3	83.3	83.3
SAB-SEMS	91.1	100.0	100.0

Los equipos de ruido pertenecientes a la red poseen un mantenimiento semanal, en donde se lleva a cabo la limpieza general, revisión de conexiones eléctricas y la descarga de los datos; además de otras actividades que sean necesarias. En ocasiones los equipos presentan algún inconveniente técnico que no permite el registro satisfactorio de los datos, y será solo evidente en el momento de su descarga.

En la estación MED-PJIR se encontró el fusible del regulador quemado en la revisión semanal del 13 de abril, por lo que no se lograron obtener datos de la semana del 07 al 13 de abril. Dado lo anterior, se logra obtener únicamente el 79.3 % de los datos del mes, de los cuales el 72.8 % fueron validos y el 6.5 % fueron inválidos por meteorología, por lo que no se logra la meta del 75 % de datos validos para el mes.

Finalmente, la operación de la estación MED-ZOOL estuvo suspendida desde el 30 de marzo hasta el 07 de abril por problemas de energía en el sector. Así pues, se logra obtener el 78.5 % de los datos del mes, de los cuales el 73.2 % fueron validos y el 5.3 % fueron inválidos por meteorología, por lo que no se logra la meta del 75 % de datos validos para el mes.

Vale la pena indicar que para los datos de $LAeqD$ y $LAeqN$ se logró superar la meta del 75 % de datos válidos para todas las estaciones.

Nota: 1. Debido a las condiciones técnicas de medición que se presentan en los equipos que componen la red de ruido ambiental, en las cuales se dificulta conocer cada una las fuentes específicas que causan el ruido y resulta imposible apagarlas, no es posible hacer el seguimiento de los niveles de ruido residual según lo requerido en la Resolución 0627 de 2006. En este sentido, y como estimación del ruido residual

contemplada en dicha resolución para los casos donde no es posible apagar la fuente, se reporta el Nivel Percentil L90 para cada estación.

Los resultados presentados en este informe se calculan a partir de los niveles de presión sonora sometidos a muestreo durante el mes de Abril, en responsabilidad del proyecto SIATA. Los calculos se realizan según lo definido en el procedimiento P-GAA-RA-14 Ruido Ambiental

Los equipos de la red de monitoreo de ruido son calibrados anualmente por parte de los proveedores de los dispositivos, estos son INTECCON y TEKSEN, ambos cuentan con laboratorios acreditados bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025

Descripción de las estaciones de monitoreo de Ruido Ambiental

Estación GIR-BOTJ

La estación GIR-BOTJ, ubicada en el municipio de Girardota se encuentra en una esquina del parque municipal, en el local comercial de la Droguería Botica Junín, con dirección: Carrera 15 No 6 - 05. Esta estación tiene como coordenadas $6^{\circ} 22' 49,3''$ N y $75^{\circ} 26' 56,1''$ W y una altura sobre el nivel del mar de 1424 m.

La estación está influenciada por las actividades inherentes al parque municipal; como almacenes y locales comerciales, bares, discotecas y por flujos vehiculares del sector, que generan un aporte importante al Ruido Ambiental de la zona.

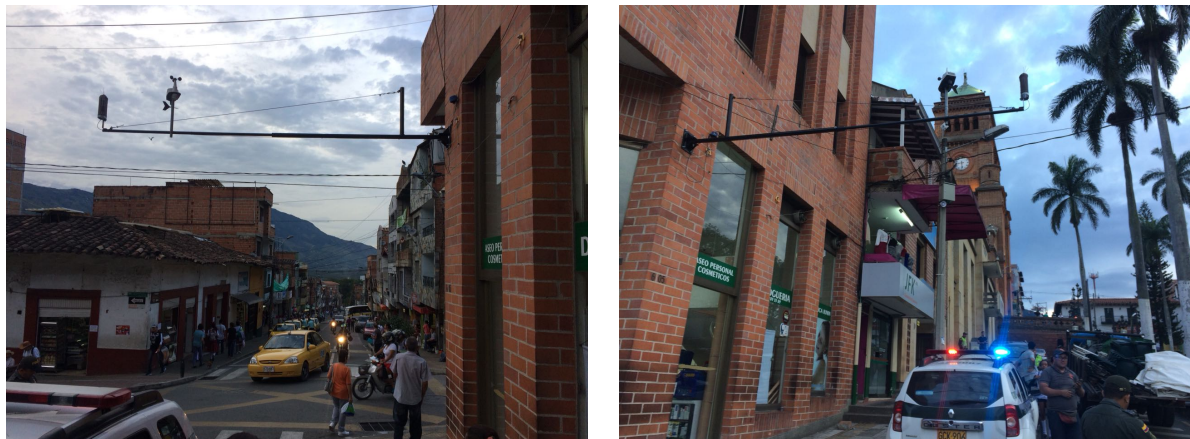


Figura 2.2: Localización de sonómetro en la estación GIR-BOTJ

Estación MED-PJIR

La estación MED-PJIR se encuentra ubicada dentro del Politecnico Jaime Isaza Cadavid en la carrera 48 N 7 -151, en un parqueadero cercano a la Av. Regional. Su principal fuente de ruido es el tráfico rodante que circula por dicha avenida, que incluye motos, autos y tráfico pesado (buses, camiones, tractomulas). El punto de instalación tiene como coordenadas $06^{\circ} 12' 24,8''$ N y $75^{\circ} 34' 44,4''$ W y una altura sobre el nivel del mar de 1532 m.



Estación CEN-TRAF

La estación CEN-TRAF se encuentra ubicada en la carrera 53 N° 52-51, en un parqueadero localizado en el centro de la ciudad de Medellín, con coordenadas 6°15' 9.2"N y 75°34'10.488"W, a una altura de 1472 msnm. Su ubicación le confiere un ambiente permeado por el quehacer social y comercial de la ciudad, caracterizado por la confluencia constante de personas provenientes de diferentes lugares de la ciudad y fuera de ella.

Su principal fuente de ruido está dada por el denso flujo vehicular que lo rodea, al encontrarse en cercanía de una intersección vehicular por la que transitan diferentes rutas de buses y diversos tipos de vehículos como motocicletas, camiones medianos y vehículos livianos. El ruido en el sector además está influenciado por la presencia de venteros ambulantes, almacenes comerciales y restaurantes.



Figura 2.3: Localización de sonómetro en la estación CEN-TRAF

Estación MED-ZOOL

La estación MED-ZOOL se localiza en la carrera 52 N° 20-63, en el Parqueadero del Parque Zoológico Santa Fe de la ciudad de Medellín, contiguo a la avenida Guayabal. Posee coordenadas de 6°13'28,1"N y 75°34'45,2"W a una altura sobre el nivel del mar de 1486 msnm.

De su ubicación, la principal fuente de ruido es la avenida Guayabal, una de las principales vías del suroccidente de Medellín, que es transitada por diversos tipos de vehículos, incluyendo motos, camiones y varias rutas de buses. En sus proximidades se encuentran las instalaciones del Zoológico Santa Fe y el Parque Confenalco Guayabal; donde se realizan ocasionalmente eventos y espectáculos sociales que también pueden constituir una fuente importante de ruido.



Estación MED-SIAT

La estación MED-SIAT se encuentra ubicada en la calle 50 con carrera 71, dentro de la unidad deportiva Atanasio Girardot, tiene como coordenadas $6^{\circ} 15' 33,2''$ N y $75^{\circ} 35' 19,1''$ W y una altura sobre el nivel del mar de 1484 m. Se encuentra en una de las zonas residenciales más centrales de la ciudad, en el centro occidente de Medellín, en donde confluyen dos importantes vías: la avenida 70, que corre de sur a norte y la avenida Colombia que corre de oriente a occidente.



Estación ITA-ACUA

La estación ITA-ACUA se encuentra ubicada en el Acuparque Ditaíres con dirección calle Cl. 36 # 59-69. Esta estación está influenciada por locales comerciales, restaurantes, bares y discotecas que se encuentran a su alrededor, por el parque recreativo y por el Estadio Metropolitano del municipio, los cuales pueden generar un aporte importante de ruido ambiental de la zona. Tiene como coordenadas $6^{\circ} 18.0841''$ N y $75^{\circ} 37' 37.0247''$ W y una altura sobre el nivel del mar de 1668 m.



Figura 2.4: Localización de sonómetro en la estación ITA-ACUA

Estación ITA-SAMA

La estación ITA-SAMA se encuentra ubicada en el parqueadero de la distribuidora Milenium, Cra 52 N 77 b-10, barrio Santa María. Junto a la estación se encuentra un alto flujo vehicular que genera aportes significativos de ruido ambiental en la zona. Tiene como coordenadas $6^{\circ} 11' 12.8''$ N y $75^{\circ} 35' 41.2''$ W y una altura sobre el nivel del mar de 1530.



Figura 2.5: Localización de sonómetro en la estación ITA-SAMA

Estación SAB-SEMS

La estación SAB-SEMS se encuentra ubicada en la Secretaria de Educación de Sabaneta sobre la vía que conduce al parque municipal en la dirección carrera 45 N 72 sur-25 y está rodeada de locales comerciales, restaurantes, bares y discotecas. Estos factores generan un aporte importante en ruido ambiental de la zona. Tiene como coordenadas $6^{\circ} 9' 13,0''$ N y $75^{\circ} 37' 11,2''$ W y una altura sobre el nivel del mar de 1618.



Figura 2.6: Localización de sonómetro en la estación SAB-SEMS

3 Resultados de las Mediciones de Ruido

Nivel de Presión Sonora

Las Figura 3.1 presenta los niveles corregidos de presión sonora continuo equivalente diurno ($LRAeq,d$) y los niveles de presión sonora continuo equivalente nocturno ($LRAeq,n$) para cada estación de la red. Todos los resultados reportados son validados por condiciones meteorológicas, (mediciones en presencia de precipitaciones no son tenidas en cuenta para el procesamiento de la información), y corregidos por ajuste de componentes tonales y horario. Los datos no son corregidos por componentes impulsivos puesto que los equipos no permiten la medición simultánea en filtro de ponderación slow (S) e Impulsive (I).

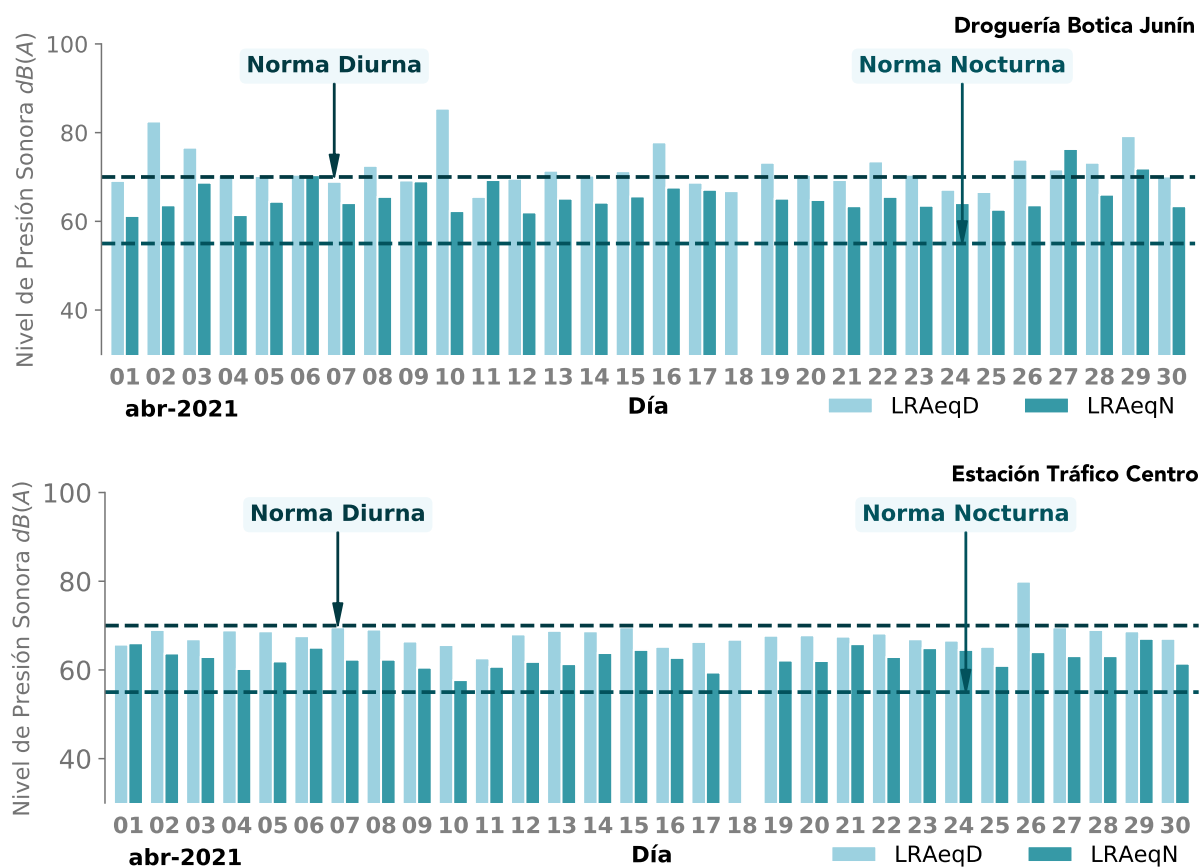


Figura 3.1: Continuación

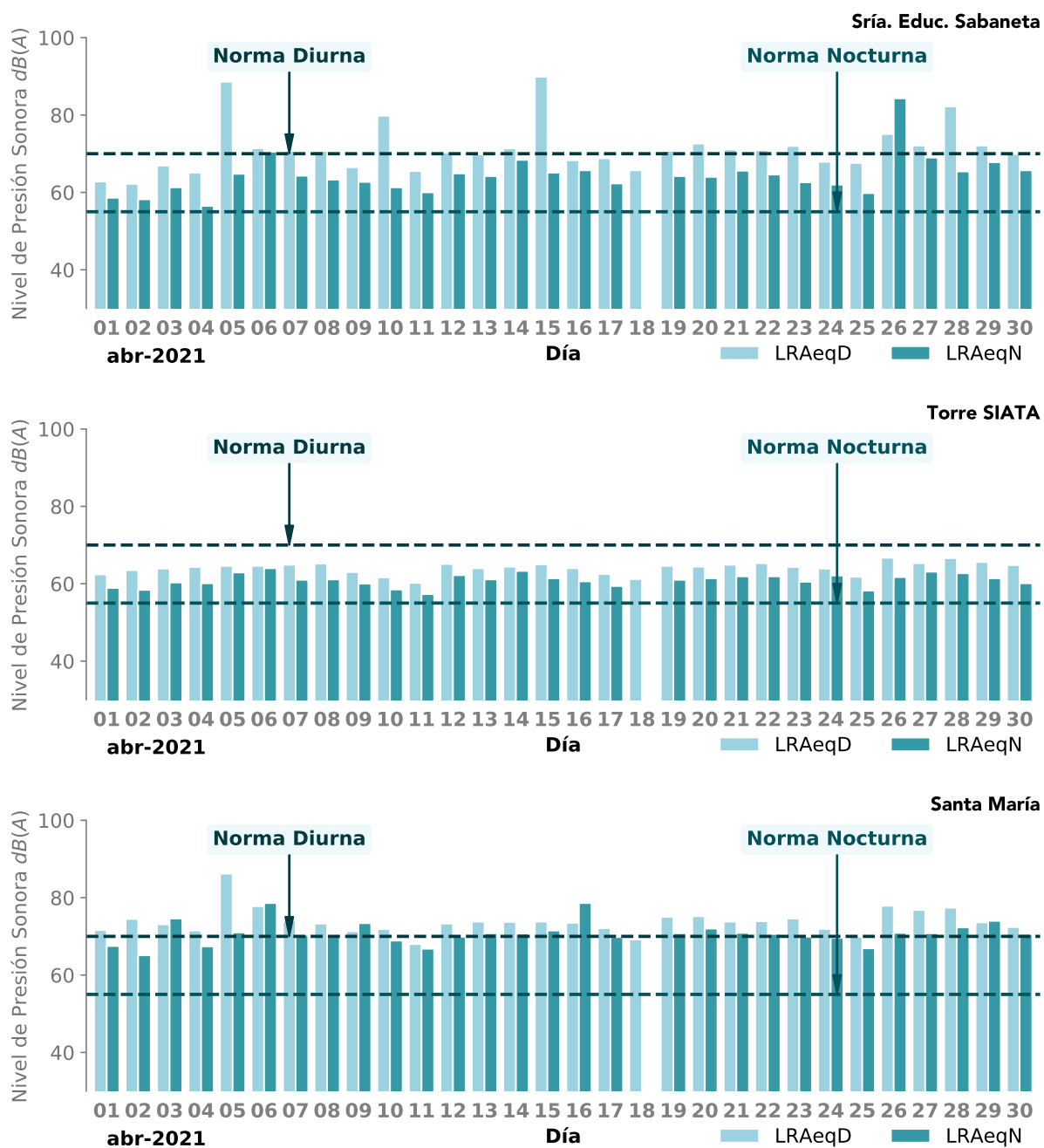


Figura 3.1: Continuación

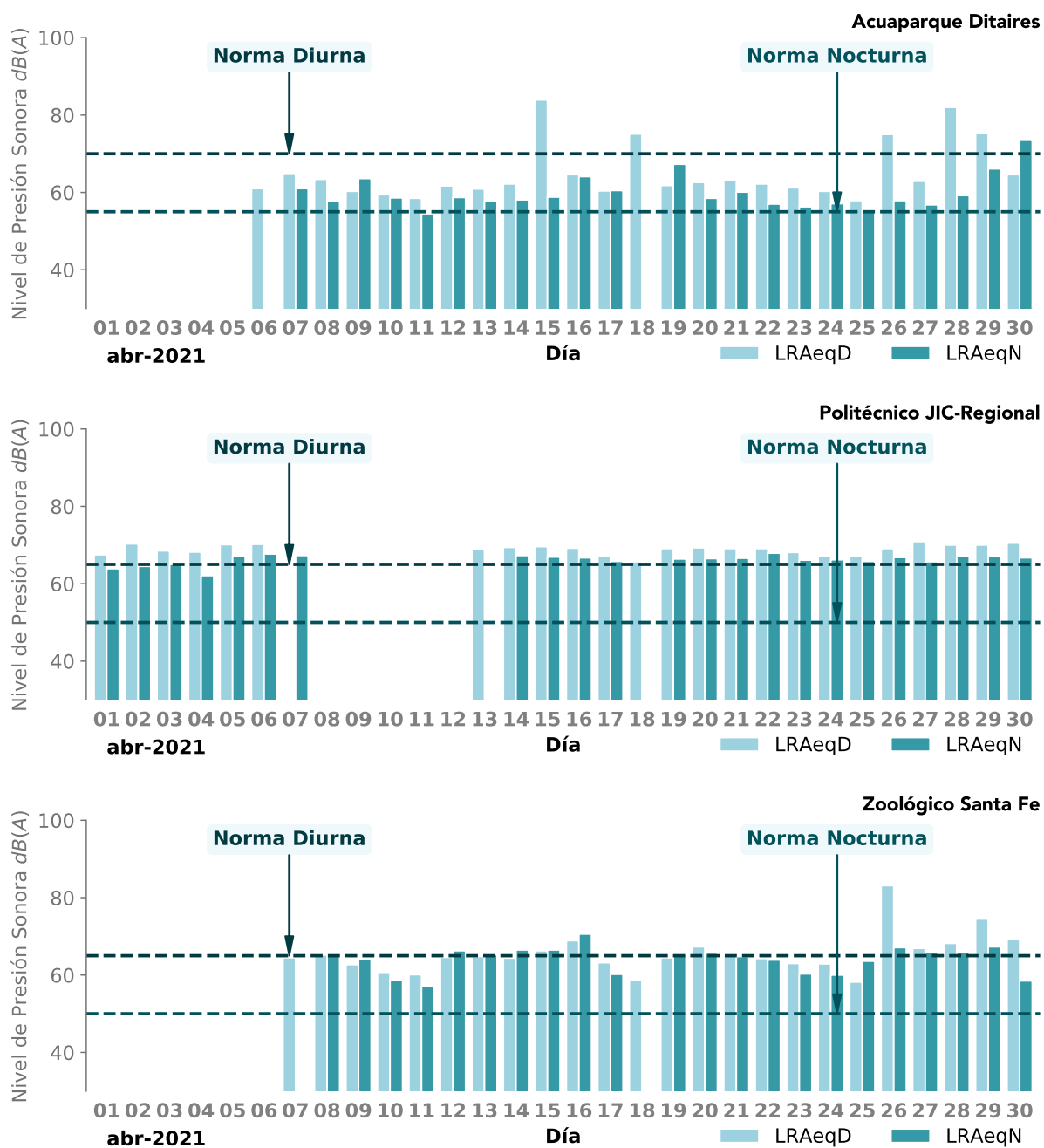


Figura 3.1: Continuación

De acuerdo con los resultados obtenidos es posible observar como la estación ['MED-PJIR'] es la única que presenta excedencias a la norma diurna, para el total de sus muestras, el porcentaje de excedencias a la norma es igual a 100.0%. Mientras que en la estación MED-SIAT no se registró excedencias a la norma diurna.

Con respecto a la norma nocturna, las estaciones CEN-TRAF, GIR-BOTJ, ITA-SAMA, MED-PJIR,

Informe Mensual de Ruido Ambiental Abril de 2021

MED-SIAT, MED-ZOOL y SAB-SEMS, para el total de sus muestras, presentan los mayores porcentajes de excedencias igual a 100.0% . La estación ITA-ACUA tiene el menor porcentaje de excedencias a la norma nocturna equivalente a 95.7%.

Adicionalmente, se añaden los valores correspondientes a los Niveles de presión sonora corregida Diurna y Nocturna en las figuras siguientes

Nivel de presión sonora diurna

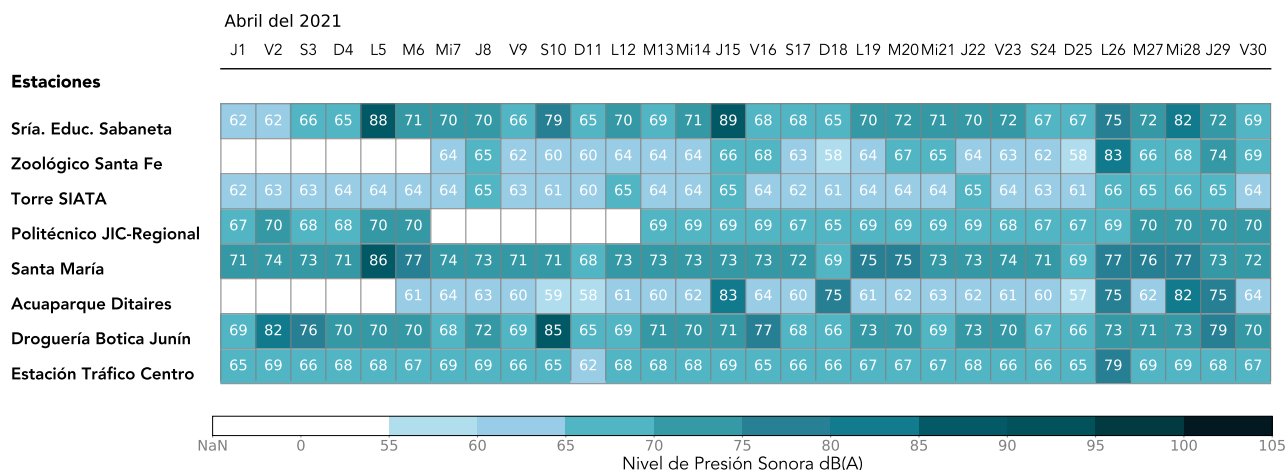


Figura 3.2: Nivel de presión sonora Diurna

Nivel de presión sonora nocturna

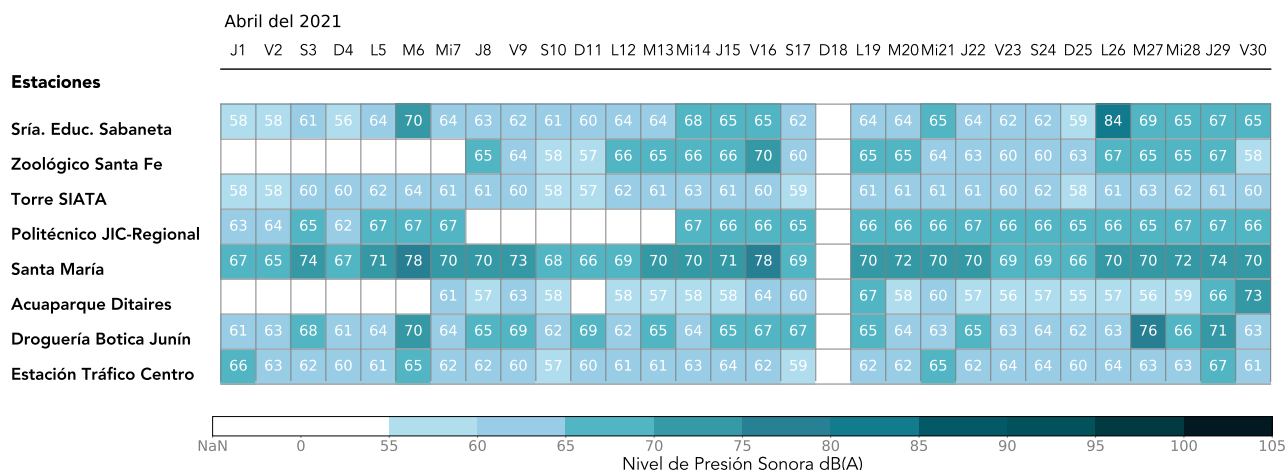


Figura 3.3: Nivel de presión sonora Nocturna

Nivel día noche

Otro parámetro utilizado en la evaluación de ruido ambiental y que deriva de los niveles diurnos y nocturnos, es el nivel día noche. Este surgió en la Unión Europea y luego dio lugar al $LRAeq, dn$, un nivel equivalente de 24 horas que penaliza el nivel de presión sonora continuo equivalente del periodo nocturno en 10dB, asumiendo que el horario diurno incluye 14 horas y el nocturno 10. Este parámetro busca cuantificar la molestia recibida por el ruido ocasionado en la noche y por eso penaliza las mediciones nocturnas con 10dB(A). Los resultados del nivel día noche para cada una de las estaciones se presentan en la Figura 3.4.

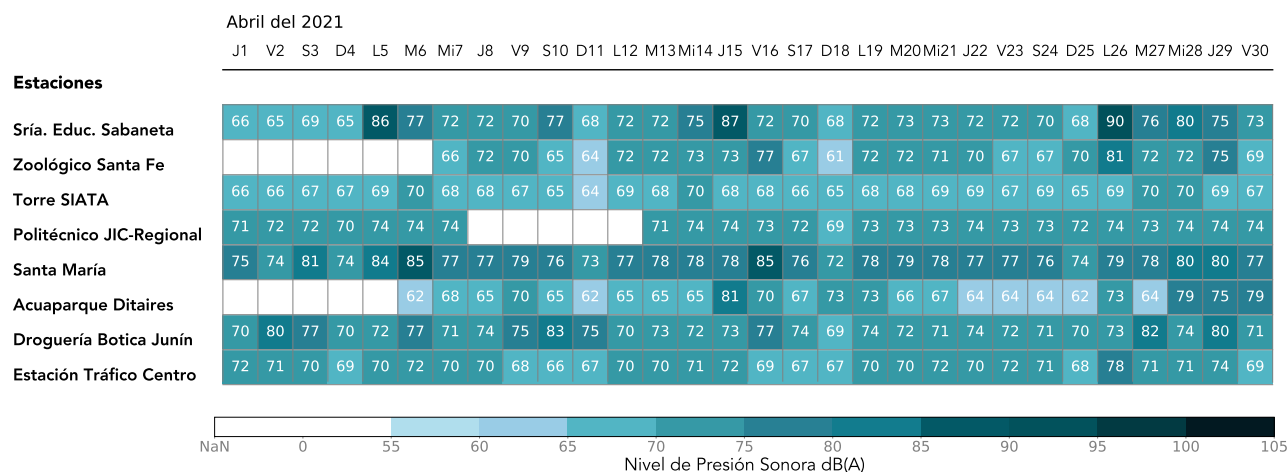


Figura 3.4: Nivel de Presión Sonora Día Noche para las estaciones de monitoreo de Ruido Ambiental

El Nivel de presión sonora equivalente para cada día de la semana es presentado en la Tabla 3.1 para cada una de las estaciones. Estos valores son el resultado de sumar logarítmicamente el nivel de presión sonora de cada día de medición válido y posteriormente dividir por el número de días de medición válidos para el mes, con lo cual se puede calcular un equivalente promedio en el mes, por ejemplo, todos los lunes con datos válidos se suman y posteriormente se divide por el número de lunes con datos válidos en el mes para buscar un valor equivalente mensual del día lunes.

Tabla 3.1: Nivel de presión sonora equivalente para cada día de la semana y para cada una de las estaciones.

Estación		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	L-V	S-D
CEN-TRAF	Diurna	74.67	68.53	68.77	68.45	67.08	66.38	66.45	70.31	66.42
	Nocturna	62.55	63.08	63.95	64.90	62.92	61.92	60.61	63.61	61.41
GIR-BOTJ	Diurna	72.11	71.06	70.78	74.62	77.29	80.05	67.80	74.19	77.29
	Nocturna	63.92	71.75	64.54	67.41	66.11	66.24	65.91	67.68	66.10
ITA-ACUA	Diurna	70.62	61.94	76.16	78.49	63.10	60.06	70.50	74.17	67.87
	Nocturna	63.51	57.72	59.73	61.71	68.40	58.96	54.86	64.06	57.74
ITA-SAMA	Diurna	81.23	76.16	75.03	73.32	73.44	72.28	69.84	76.75	71.23
	Nocturna	70.67	74.48	71.14	71.26	73.76	71.40	67.04	72.56	70.03
MED-PJIR	Diurna	69.46	69.92	69.52	69.15	69.63	67.62	67.15	69.55	67.39
	Nocturna	66.78	66.71	67.08	66.66	66.09	65.69	64.33	66.67	65.20
MED-SIAT	Diurna	65.34	64.60	65.28	64.84	63.96	63.08	62.16	64.80	62.64
	Nocturna	62.01	62.57	62.31	61.05	59.99	60.29	58.69	61.59	59.67
MED-ZOOL	Diurna	78.45	66.46	65.88	69.83	67.02	62.40	59.08	72.18	61.05
	Nocturna	66.35	65.64	65.76	65.91	65.96	59.68	61.45	65.93	60.48
SAB-SEMS	Diurna	82.90	71.60	77.08	83.09	68.87	74.55	66.09	79.80	72.12
	Nocturna	78.42	67.84	66.21	64.77	63.72	61.75	59.03	71.96	60.78

L-V: Lunes a Viernes, S-D: Sábado a Domingo

El mayor nivel de contaminación acústica del mes en horario diurno, igual a $89.9 \text{ dB}(A)$, se presentó el día jueves, 15 de abril en la estación SAB-SEMS; esta estación también presentó el mayor nivel de presión equivalente nocturno, con un valor de 84.3 para el lunes 26 de abril.

Las Figuras 3.5 y 3.6 corresponden a la representación gráfica de la información anterior, de acuerdo a esto puede observarse como los niveles de presión sonora equivalente semanal nocturnos para los días de la semana son más altos que los fines de semana para las estaciones de ruido ITA-ACUA, MED-ZOOL y SAB-SEMS. Los niveles de presión sonora equivalente semanal diurnos para los días de la semana son más altos que los fines de semana para las estaciones de ruido CEN-TRAF, ITA-ACUA, ITA-SAMA, MED-ZOOL y SAB-SEMS.

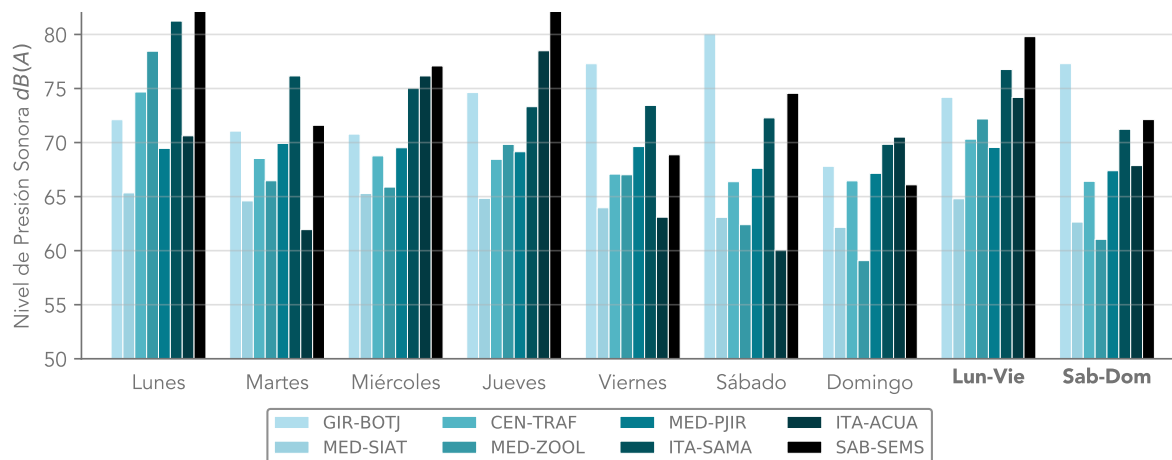


Figura 3.5: Niveles de presión sonora equivalente semanal diurnos

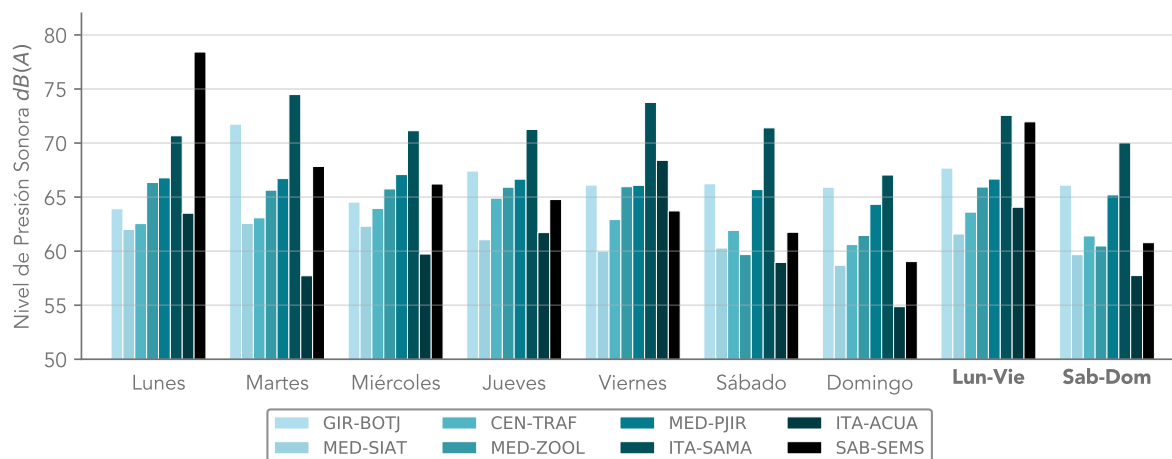


Figura 3.6: Niveles de presión sonora equivalente semanal nocturnos

Estadísticos de Ruido

Los parámetros estadísticos para las estaciones de ruido del Área Metropolitana del Valle de Aburrá se muestran en la Tabla 3.2. Estos datos fueron calculados con los resultados de nivel de presión sonora corregido continuo equivalente diurno y nocturno por medio de herramientas estadísticas. Así mismo, se presenta el Nive Percentil L90 calculado a partir de los registros de nivel de presión sonora corregido continuo equivalente horario, y que se interpreta como una estimación del ruido residual en el lugar de medición.

Tabla 3.2: Estadísticos para las estaciones de monitoreo de Ruido Ambiental.

Estación		Muestras	Media [dB(A)]	Mínimo [dB(A)]	Máximo [dB(A)]	L90 [dB(A)]	NEN
CEN-TRAF	Diurna	30	69.57	62.60	79.90	62.00	1
	Nocturna	29	63.17	57.70	67.00	53.68	29
GIR-BOTJ	Diurna	30	75.25	65.50	85.40	65.30	20
	Nocturna	29	67.35	61.20	76.30	54.94	29
ITA-ACUA	Diurna	25	73.29	57.90	83.90	58.29	5
	Nocturna	23	63.27	54.50	73.50	50.21	22
ITA-SAMA	Diurna	30	75.83	68.00	86.20	68.84	27
	Nocturna	29	72.07	65.10	78.60	64.60	29
MED-PJIR	Diurna	24	69.10	65.70	70.90	66.42	24
	Nocturna	23	66.39	62.10	67.90	59.90	23
MED-SIAT	Diurna	30	64.32	60.20	66.70	60.76	0
	Nocturna	29	61.20	57.30	64.00	54.82	29
MED-ZOOL	Diurna	24	71.04	58.20	83.10	59.20	10
	Nocturna	22	65.16	57.00	70.60	52.25	22
SAB-SEMS	Diurna	30	78.71	62.20	89.90	63.50	17
	Nocturna	29	70.87	56.50	84.30	49.30	29

Indicadores de Ruido ambiental

Los indicadores de ruido ambiental, así como cualquier otro de tipo ambiental, busca de una manera sencilla y con validación científica, brindar información sobre la magnitud de un suceso, simplificando los procesos de comunicación y sirviendo de herramienta para los tomadores de decisiones y el público en general.

En esta sección se presentan algunos de los indicadores más usados para la descripción y el seguimiento del ruido ambiental al que está expuesta la población del Valle de Aburrá; estos son: Nivel de ruido de tráfico (NRT), factor de clima sonoro (CS), nivel de contaminación por ruido (L_{NP}), nivel de exposición sonora (NES) y finalmente la diferencia Día-Noche. Las ecuaciones para el cálculo de los indicadores se presentan en el Anexo 2.

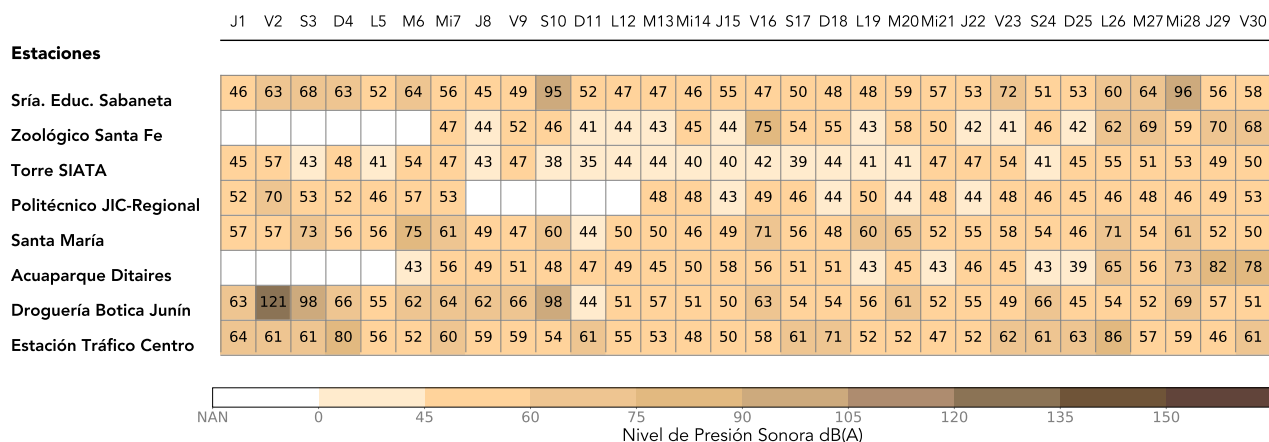
El **nivel de ruido de tráfico** es un método usado para estimar las molestias producidas por el

Informe Mensual de Ruido Ambiental Abril de 2021

ruido de tráfico, considerando que estas se asocian a la amplitud de la fluctuación del ruido. Este índice contiene a su vez el **factor de clima sonoro** que indica la amplitud de las fluctuaciones para el periodo seleccionado, estimadas como la diferencia entre el promedio de los picos más altos de ruido (considerado como el nivel percentil L_{10}), y el nivel de ruido de fondo (considerado como el nivel percentil L_{90}).

El nivel de ruido de tráfico además de contar con la fluctuación del factor de clima sonoro, da importancia al ruido de fondo. A continuación se presenta los resultados de el nivel de ruido de tráfico para el mes Abril.

Abril del 2021 - Índice de ruido de tráfico diurno



Abril del 2021 - Índice de ruido de tráfico nocturno

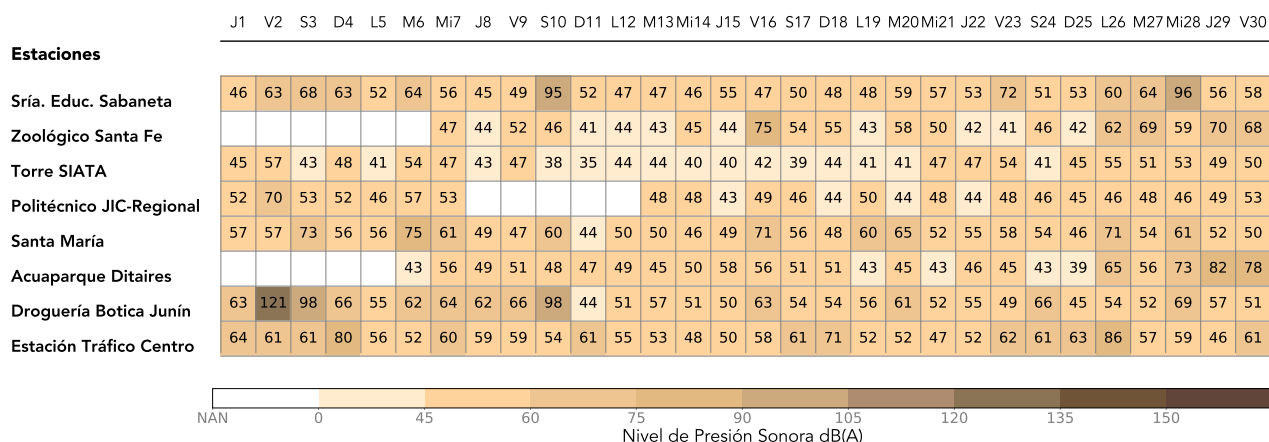


Figura 3.7: Nivel de ruido de tráfico diurno y nocturno

En la Figura 3.8 se observa el cálculo del factor de clima sonoro para cada una de las estaciones de la Red de Ruido en los periodos diurno y nocturno, en esta se puede observar que para las diferentes estaciones la fluctuación durante la noche es mayor que durante el día.

Informe Mensual de Ruido Ambiental Abril de 2021

Abril del 2021 - Factor de clima sonoro diurno

J1 V2 S3 D4 L5 M6 Mi7 J8 V9 S10 D11 L12 M13Mi14 J15 V16 S17 D18 L19 M20Mi21 J22 V23 S24 D25 L26 M27Mi28 J29 V30

Estaciones

Sría. Educ. Sabaneta	4	9	9	8	3	7	5	1	3	15	5	2	2	2	4	2	3	4	2	5	4	3	9	4	5	5	6	14	4	5
Zoológico Santa Fe							4	3	6	4	3	3	2	3	2	11	6	7	2	6	4	2	2	4	4	7	9	7	9	9
Torre SIATA	3	7	3	4	2	5	4	2	4	2	2	2	3	2	1	2	2	4	2	2	3	3	6	2	4	5	4	4	4	4
Politécnico JIC-Regional	4	8	4	4	2	5	3						3	2	1	3	3	2	3	1	2	1	3	3	2	2	2	2	3	4
Santa María	5	5	8	4	3	8	5	2	1	5	2	2	2	1	1	8	4	2	4	5	2	3	4	3	2	7	3	4	2	2
Acuaparque Ditaíres						3	6	5	6	5	6	5	4	5	7	7	5	6	3	4	3	4	4	4	3	9	7	11	13	12
Droguería Botica Junín	7	22	15	8	4	6	8	6	8	16	2	3	4	3	3	7	4	5	4	6	4	4	3	9	3	5	3	8	4	3
Estación Tráfico Centro	8	8	7	13	5	4	6	6	7	6	8	5	4	3	3	7	7	10	4	4	3	4	7	7	8	13	5	6	2	7



Abril del 2021 - Factor de clima sonoro nocturno

J1 V2 S3 D4 L5 M6 Mi7 J8 V9 S10 D11 L12 M13Mi14 J15 V16 S17 D18 L19 M20Mi21 J22 V23 S24 D25 L26 M27Mi28 J29 V30

Estaciones

Sría. Educ. Sabaneta	4	9	9	8	3	7	5	1	3	15	5	2	2	2	4	2	3	4	2	5	4	3	9	4	5	5	6	14	4	5
Zoológico Santa Fe							4	3	6	4	3	3	2	3	2	11	6	7	2	6	4	2	2	4	4	7	9	7	9	9
Torre SIATA	3	7	3	4	2	5	4	2	4	2	2	2	3	2	1	2	2	4	2	2	3	3	6	2	4	5	4	4	4	4
Politécnico JIC-Regional	4	8	4	4	2	5	3						3	2	1	3	3	2	3	1	2	1	3	3	2	2	2	2	3	4
Santa María	5	5	8	4	3	8	5	2	1	5	2	2	2	1	1	8	4	2	4	5	2	3	4	3	2	7	3	4	2	2
Acuaparque Ditaíres						3	6	5	6	5	6	5	4	5	7	7	5	6	3	4	3	4	4	4	3	9	7	11	13	12
Droguería Botica Junín	7	22	15	8	4	6	8	6	8	16	2	3	4	3	3	7	4	5	4	6	4	4	3	9	3	5	3	8	4	3
Estación Tráfico Centro	8	8	7	13	5	4	6	6	7	6	8	5	4	3	3	7	7	10	4	4	3	4	7	7	8	13	5	6	2	7



Figura 3.8: Factor de clima sonoro diurno y nocturno

También en búsqueda de la amplitud de la fluctuación del ruido durante un tiempo específico, **el nivel de contaminación de ruido**, hace uso de la disviación estándar del ruido y el nivel de presión sonora continuo equivalente del periodo de interés. A continuación se presenta el cálculo de el nivel de contaminación de ruido para el mes de Abril.

Informe Mensual de Ruido Ambiental Abril de 2021

Abril del 2021 - Nivel de Contaminación por ruido diurno

J1 V2 S3 D4 L5 M6 Mi7 J8 V9 S10 D11 L12 M13Mi14 J15 V16 S17 D18 L19 M20Mi21 J22 V23 S24 D25 L26 M27Mi28 J29 V30

Estaciones

Sría. Educ. Sabaneta	68	71	77	75	109	80	76	74	70	100	70	73	73	78	112	71	74	69	74	81	77	75	82	72	75	86	79	99	78	76
Zoológico Santa Fe							69	69	68	66	64	69	68	68	72	81	70	68	69	76	71	67	67	69	68	104	77	78	90	84
Torre SIATA	66	70	68	69	68	71	70	69	69	64	63	69	68	68	67	67	66	68	67	68	69	69	70	67	66	74	71	74	70	70
Politécnico JIC-Regional	73	79	74	73	72	75	76						73	73	73	75	70	68	73	72	72	71	72	70	70	71	75	75	73	77
Santa María	79	85	82	77	103	89	80	76	74	78	71	76	78	75	75	84	76	72	80	82	77	77	82	76	75	88	86	85	77	75
Acuaparque Ditaíres						65	75	67	67	65	65	68	65	67	109	73	67	92	72	66	69	66	68	66	62	94	70	104	92	90
Droguería Botica Junín	78	105	91	79	76	78	77	79	77	109	69	74	78	76	73	92	73	72	83	77	73	83	80	76	71	74	76	81	93	74
Estación Tráfico Centro	77	83	75	83	74	76	76	76	75	74	72	73	73	71	74	73	74	78	72	72	71	73	77	76	75	99	74	76	71	75



Abril del 2021 - Nivel de Contaminación por ruido nocturno

J1 V2 S3 D4 L5 M6 Mi7 J8 V9 S10 D11 L12 M13Mi14 J15 V16 S17 D18 L19 M20Mi21 J22 V23 S24 D25 L26 M27Mi28 J29 V30

Estaciones

Sría. Educ. Sabaneta	68	71	77	75	109	80	76	74	70	100	70	73	73	78	112	71	74	69	74	81	77	75	82	72	75	86	79	99	78	76
Zoológico Santa Fe							69	69	68	66	64	69	68	68	72	81	70	68	69	76	71	67	67	69	68	104	77	78	90	84
Torre SIATA	66	70	68	69	68	71	70	69	69	64	63	69	68	68	67	67	66	68	67	68	69	69	70	67	66	74	71	74	70	70
Politécnico JIC-Regional	73	79	74	73	72	75	76						73	73	73	75	70	68	73	72	72	71	72	70	70	71	75	75	73	77
Santa María	79	85	82	77	103	89	80	76	74	78	71	76	78	75	75	84	76	72	80	82	77	77	82	76	75	88	86	85	77	75
Acuaparque Ditaíres						65	75	67	67	65	65	68	65	67	109	73	67	92	72	66	69	66	68	66	62	94	70	104	92	90
Droguería Botica Junín	78	105	91	79	76	78	77	79	77	109	69	74	78	76	73	92	73	72	83	77	73	83	80	76	71	74	76	81	93	74
Estación Tráfico Centro	77	83	75	83	74	76	76	76	75	74	72	73	73	71	74	73	74	78	72	72	71	73	77	76	75	99	74	76	71	75



Figura 3.9: Nivel de contaminación por ruido diurno y nocturno

El nivel de exposición sonora, a diferencia de los anteriores, es usado para estimar el acumulado del ruido durante el periodo diurno y nocturno. En La Figura 3.10 se presenta el cálculo del nivel de exposición sonora en los periodos definidos.

Los cálculos de nivel de exposición sonora en el periodo diurno y nocturno no son directamente comparables, debido a que el periodo nocturno posee menos horas que el periodo diurno.

Informe Mensual de Ruido Ambiental Abril de 2021

Abril del 2021 - Nivel de exposición sonora diurno

J1 V2 S3 D4 L5 M6 Mi7 J8 V9 S10 D11 L12 M13Mi14 J15 V16 S17 D18 L19 M20Mi21 J22 V23 S24 D25 L26 M27Mi28 J29 V30

Estaciones

Sría. Educ. Sabaneta	74	73	78	77	99	83	82	82	78	91	77	82	82	83	100	80	80	77	82	84	83	83	83	79	79	86	84	93	83	80
Zoológico Santa Fe							75	77	74	72	71	77	76	76	77	80	75	72	77	79	77	76	75	75	72	94	79	79	85	78
Torre SIATA	74	74	76	76	76	77	77	77	74	73	72	77	76	76	76	75	74	74	76	76	77	77	76	75	73	77	76	78	76	75
Politécnico JIC-Regional	79	81	80	80	81	82	78						76	81	81	81	79	77	81	81	81	81	80	79	79	80	82	81	82	80
Santa María	83	85	85	83	97	90	86	85	82	83	80	85	86	85	84	87	84	81	87	87	85	86	86	83	81	89	88	88	85	82
Acuaparque Ditaíres						69	76	74	72	71	69	73	73	74	94	76	72	86	76	74	74	74	73	72	69	86	74	93	86	82
Droguería Botica Junín	81	92	88	82	81	82	80	84	80	97	77	81	83	82	81	89	79	78	84	82	81	85	81	79	77	80	82	83	90	81
Estación Tráfico Centro	79	80	79	81	79	79	81	81	78	77	74	80	80	80	80	77	77	79	79	79	79	80	79	79	77	91	80	80	77	77



Abril del 2021 - Nivel de exposición sonora nocturno

J1 V2 S3 D4 L5 M6 Mi7 J8 V9 S10 D11 L12 M13Mi14 J15 V16 S17 D18 L19 M20Mi21 J22 V23 S24 D25 L26 M27Mi28 J29 V30

Estaciones

Sría. Educ. Sabaneta	74	73	78	77	99	83	82	82	78	91	77	82	82	83	100	80	80	77	82	84	83	83	83	79	79	86	84	93	83	80
Zoológico Santa Fe							75	77	74	72	71	77	76	76	77	80	75	72	77	79	77	76	75	75	72	94	79	79	85	78
Torre SIATA	74	74	76	76	76	77	77	77	74	73	72	77	76	76	76	75	74	74	76	76	77	77	76	75	73	77	76	78	76	75
Politécnico JIC-Regional	79	81	80	80	81	82	78						76	81	81	81	79	77	81	81	81	81	80	79	79	80	82	81	82	80
Santa María	83	85	85	83	97	90	86	85	82	83	80	85	86	85	84	87	84	81	87	87	85	86	86	83	81	89	88	88	85	82
Acuaparque Ditaíres						69	76	74	72	71	69	73	73	74	94	76	72	86	76	74	74	74	73	72	69	86	74	93	86	82
Droguería Botica Junín	81	92	88	82	81	82	80	84	80	97	77	81	83	82	81	89	79	78	84	82	81	85	81	79	77	80	82	83	90	81
Estación Tráfico Centro	79	80	79	81	79	79	81	81	78	77	74	80	80	80	80	77	77	79	79	79	79	80	79	79	77	91	80	80	77	77



Figura 3.10: Nivel de exposición sonora diurno y nocturno

Finalmente, **la diferencia día-noche**, indica que tan alejados están los niveles de presión sonora diurno y nocturno; de modo que entre mayor sea el valor absoluto, más diferente será el ruido entre los dos periodos; además, indica que para valores positivos, mayor es el ruido durante el día; mientras que para valores negativos, es mayor el niveles de presión sonora durante la noche. Como se observa en la Figura 3.11, las estaciones SAB-SEMS y GIR-BOTJ, presentan los valores más negativos en la diferencia día-noche.

Abril del 2021 - Diferencia Diurno Nocturno

J1 V2 S3 D4 L5 M6 Mi7 J8 V9 S10 D11 L12 M13Mi14 J15 V16 S17 D18 L19 M20Mi21 J22 V23 S24 D25 L26 M27Mi28 J29 V30

Estaciones

Sría. Educ. Sabaneta	2	4	5	8	26	2	7	9	4	19	5	8	8	4	26	3	7	6	8	9	6	7	10	6	8	9	6	18	6	4
Zoológico Santa Fe							4	0	1	4	3	1	0	1	0	2	5	3	0	2	1	1	4	4	2	16	6	3	7	11
Torre SIATA	4	6	4	5	5	4	5	5	3	3	3	5	5	3	5	4	4	4	5	5	6	5	4	2	2	6	4	6	5	5
Politécnico JIC-Regional	5	7	5	7	5	3	6						5	3	4	3	2	3	4	4	4	2	3	2	1	3	8	3	4	4
Santa María	4	10	0	4	17	0	4	4	1	4	1	4	4	3	3	3	3	1	5	4	3	4	5	2	3	8	7	6	0	2
Acuaparque Ditaíres						6	7	0	2	1	2	3	4	4	26	1	2	17	2	5	3	6	5	4	4	18	6	24	9	9
Droguería Botica Junín	8	19	9	10	7	2	5	9	1	23	3	7	7	7	0	9	0	5	9	6	7	9	8	3	3	6	4	6	8	7
Estación Tráfico Centro	6	5	5	11	8	3	7	6	6	7	3	7	8	5	5	3	3	10	7	5	2	5	6	6	7	15	4	6	1	2

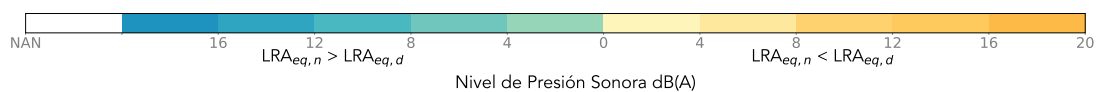


Figura 3.11: Diferencia de presión sonora diurno-nocturno

Ciclo Diurno

El ciclo diurno del ruido ambiental tiene un comportamiento típico modulado principalmente por el tráfico vehicular, el cual afecta la mayor parte del territorio urbano en los municipios del Valle de Aburrá [AMVA (2012)]. El ruido ambiental presenta un mínimo en horas de la madrugada y máximo en la mañana alrededor de las 7; posteriormente permanece constante hasta las 19 en donde comienzan a decaer los niveles de presión sonora. De igual manera cada estación posee diferentes fuentes de ruido que pueden condicionar el ciclo diurno de los niveles de presión sonora.

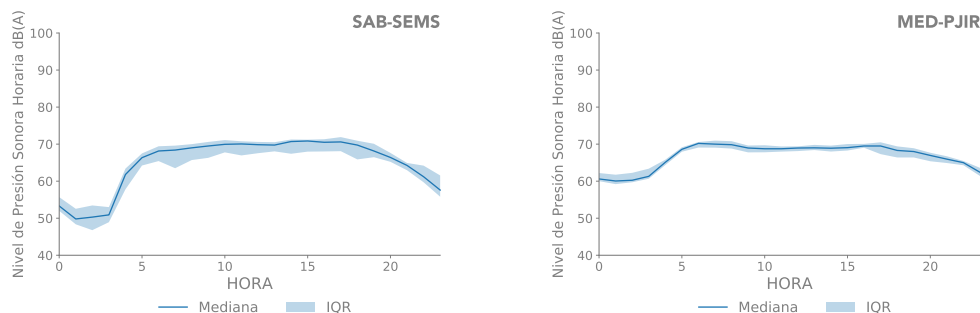


Figura 3.12: Ciclo diurno de los niveles de presión sonora

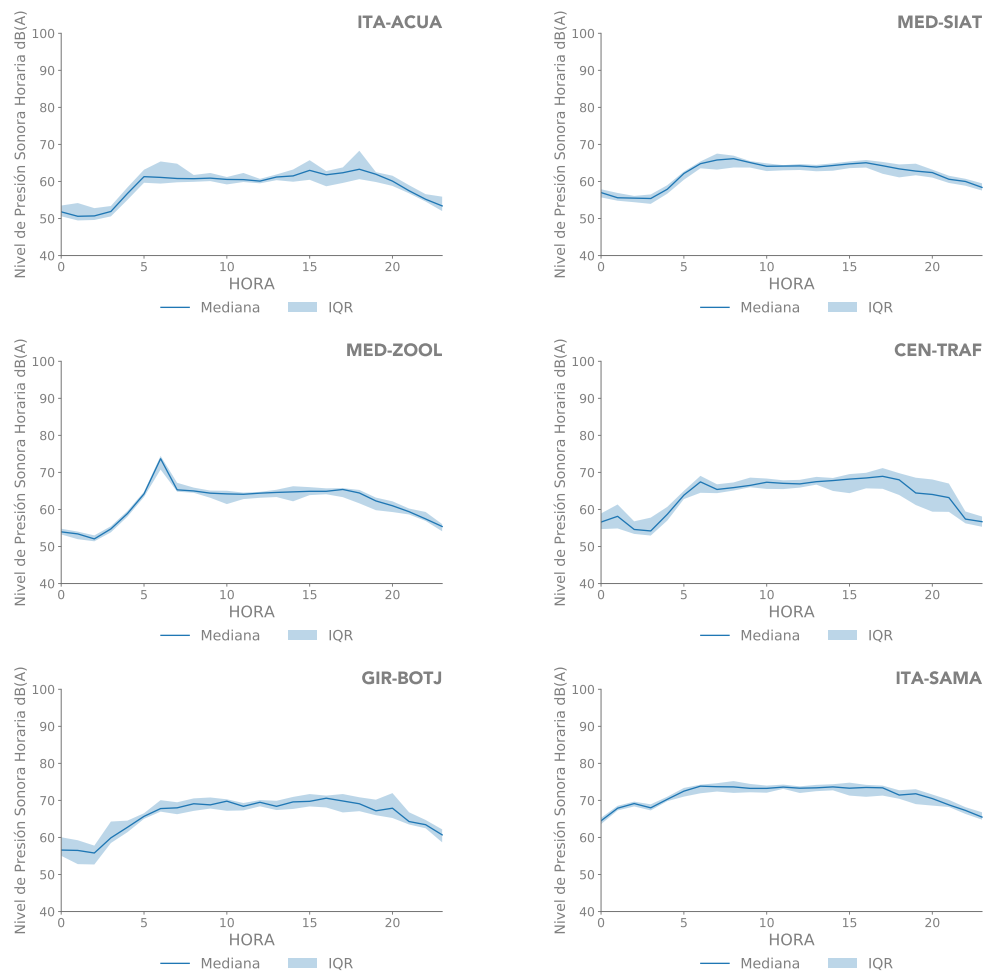


Figura 3.12: Continuación

4 Meteorología

El sonido requiere de un medio para propagarse, por lo que las características del ambiente tales como la meteorología son de especial importancia para su seguimiento. Las 8 estaciones pertenecientes a la red de ruido ambiental cuentan con equipos de monitoreo de variables meteorológicas, las cuales son usadas para la validación de los datos, en concordancia con la resolución 0627 del 2006 del ahora ministerio de ambiente y desarrollo sostenible.

De acuerdo con la Resolución 0627 del 2006, las mediciones tomadas bajo condiciones de velocidad del viento superiores a 3m/s o precipitación, deben ser invalidas. En la Tabla 4.1 se observa el porcentaje de datos invalidados por estación y por variable meteorológica.

Tabla 4.1: Porcentaje de datos invalidados por condiciones meteorológicas para el mes de Abril del 2021

Estaciones	Precipitación	Velocidad del Viento
GIR-BOTJ	10.0	1.1
MED-SIAT	6.9	0.0
CEN-TRAF	7.1	0.0
MED-ZOOL	5.3	0.0
MED-PJIR	6.5	0.0
ITA-SAMA	7.8	0.0
ITA-ACUA	6.0	0.0
SAB-SEMS	8.9	0.0

Ciclo diurno temperatura, humedad relativa y presión

La Figura 4.1 presenta el ciclo diurno de las variables meteorológicas temperatura (T), humedad relativa (HR) y presión (P). Como es de esperarse la temperatura posee una variabilidad forzada principalmente por la radiación solar, es por eso que presenta una forma de campana con máximo cercano al medio día. La variación de la humedad relativa se puede asociar a su vez a la temperatura, pues esta se define como la cantidad de agua que presenta la atmósfera a cierta temperatura frente al potencial que puede almacenar, y entre más caliente la atmósfera más agua puede albergar. La temperatura y la humedad condicionan la velocidad y atenuación del sonido. La velocidad del sonido presenta una relación directa con la temperatura, que al igual que el sonido dependen de la velocidad de las moléculas; mientras que la humedad presentará una relación inversa con la atenuación. Por otro lado, la presión atmosférica es utilizada para la medición del ruido ambiental, ya que al ser el sonido una variación de presión en un tiempo relativamente corto; la diferencia entre la presión total y la atmosférica dará como resultado la presión asociadas al sonido, variable reportada a o largo de este informe.

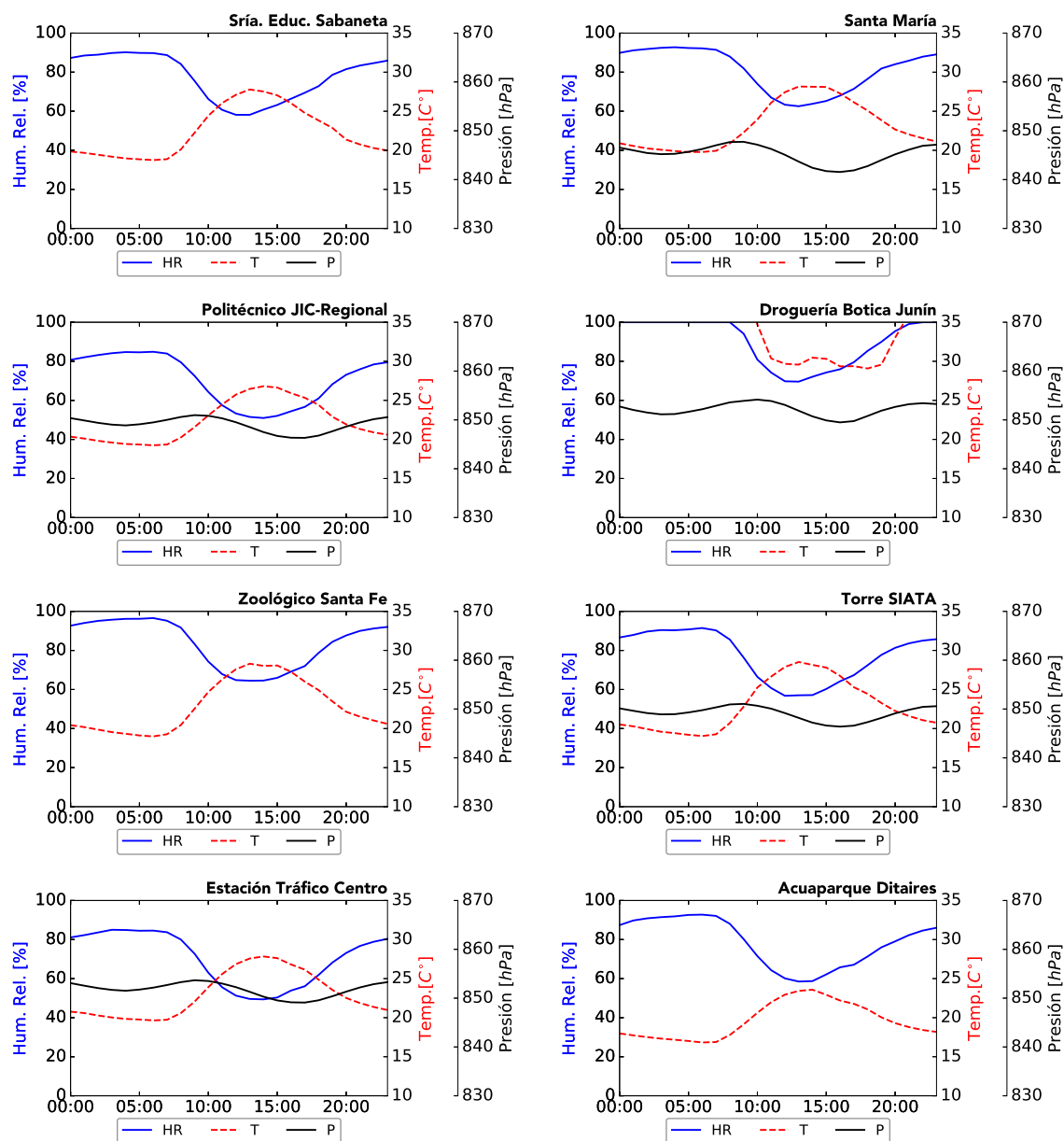


Figura 4.1: Presión, Temperatura y Humedad Relativa para las distintas estaciones

Precipitación

De acuerdo a la Resolución 0627 del 2006, las mediciones de los niveles equivalentes de presión sonora ponderados A_{eq} deben efectuarse en tiempo seco, sin precipitación de ningún tipo. La Figura 4.2 presenta la precipitación horaria y acumulada para el mes de Abril de 2021, adicionalmente la Tabla 4.2 muestra el máximo acumulado horario, máximo acumulado diario, el acumulado mensual y los días sin precipitación para las distintas estaciones de monitoreo meteorológico.

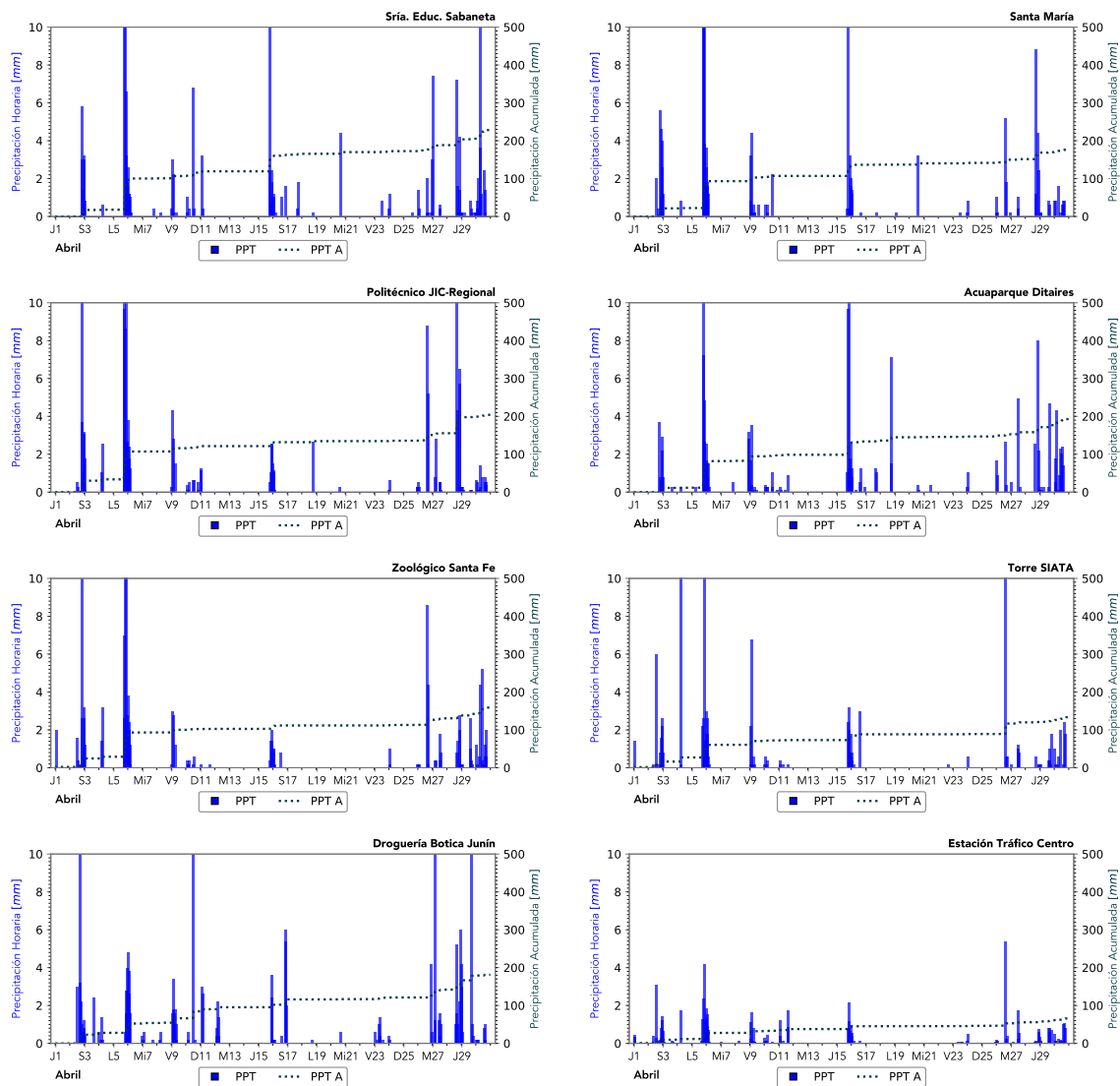


Figura 4.2: Precipitación horaria y acumulada para las distintas estaciones

Tabla 4.2: Estadísticos Precipitación

Estación	Acumulado Mensual (mm)	Días Sin Precipitación	Máximo Acumulado Diario (mm)	Máximo Acumulado Horario (mm)
GIR-BOTJ	181.2	9.0	21.4	17.4
MED-SIAT	133.4	13.0	27.6	26.4
CEN-TRAF	65.7	9.0	9.6	5.4
MED-ZOOL	158.8	13.0	51.6	22.0
MED-PJIR	204.1	12.0	61.5	26.7
ITA-SAMA	176.2	12.0	60.2	20.4
ITA-ACUA	192.7	9.0	62.4	46.2
SAB-SEMS	228.2	8.0	74.2	35.4

Vientos

De acuerdo a la Resolución 0627 del 2006, las mediciones de los niveles equivalentes de presión sonora ponderados A , L_{Aeq} deben tomarse en condiciones de velocidad del viento no superior a tres metros por segundo (3 m/s). Las Figuras 4.3, 4.4 y 4.5 presentan las rosas de vientos diurnas, nocturnas y totales, respectivamente, para las diferentes estaciones meteorológicas. Estas brindan información acerca de la distribución de las velocidades de los vientos y de la frecuencia con la que estos se presentan con determinada orientación a lo largo del día.

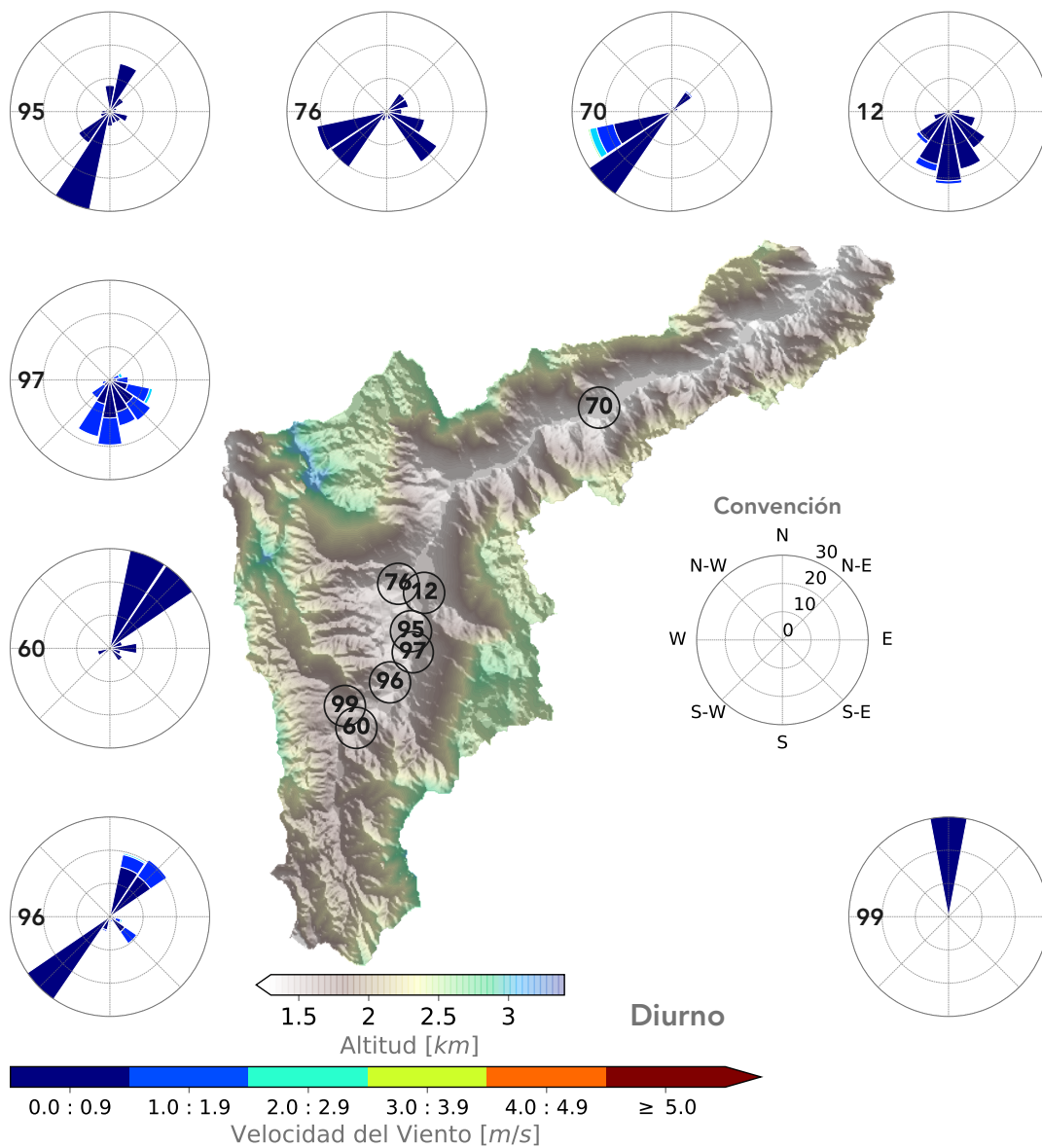


Figura 4.3: Rosas de Viento diurnas para las distintas estaciones

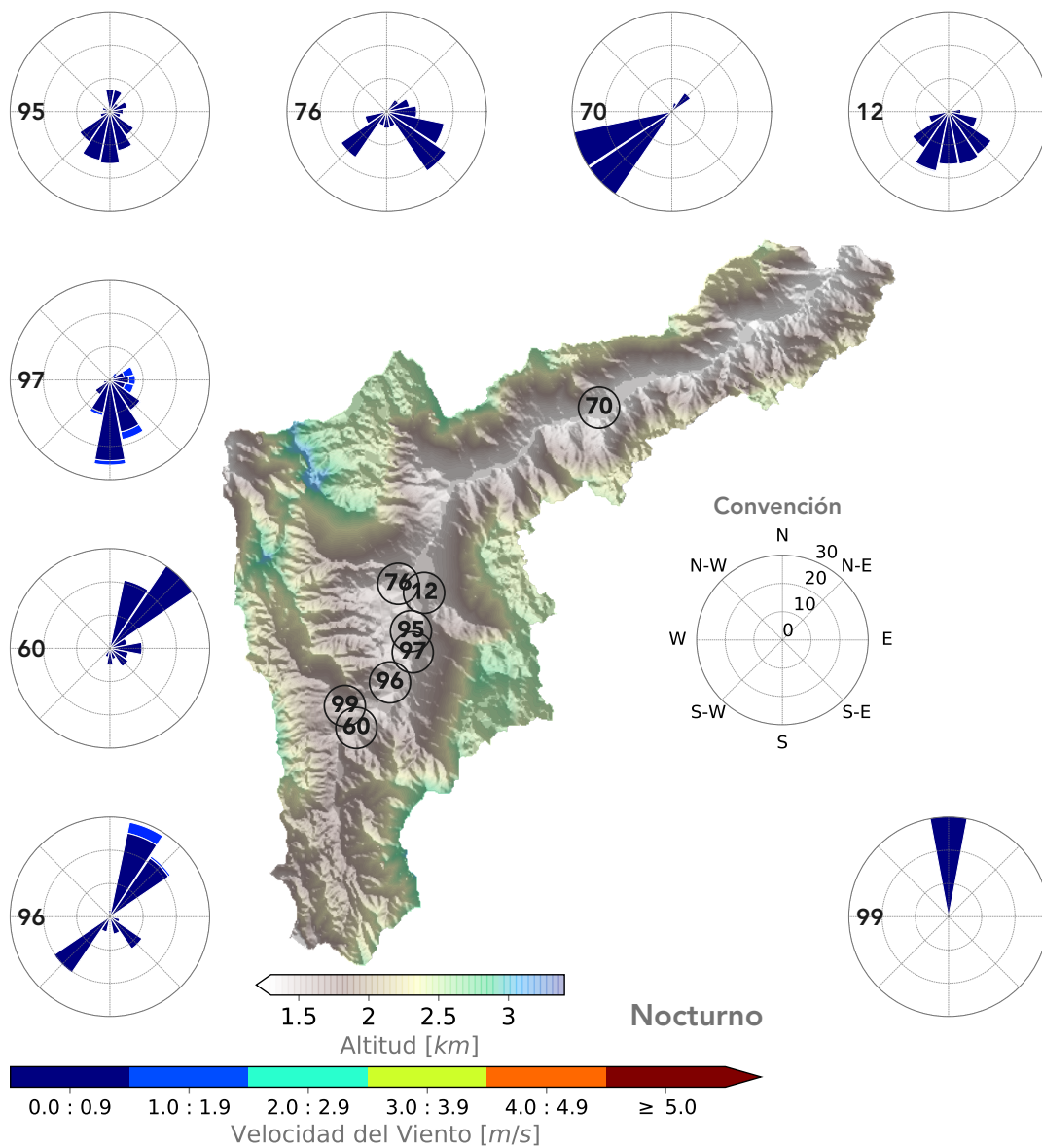


Figura 4.4: Rosas de Viento nocturnas para las distintas estaciones

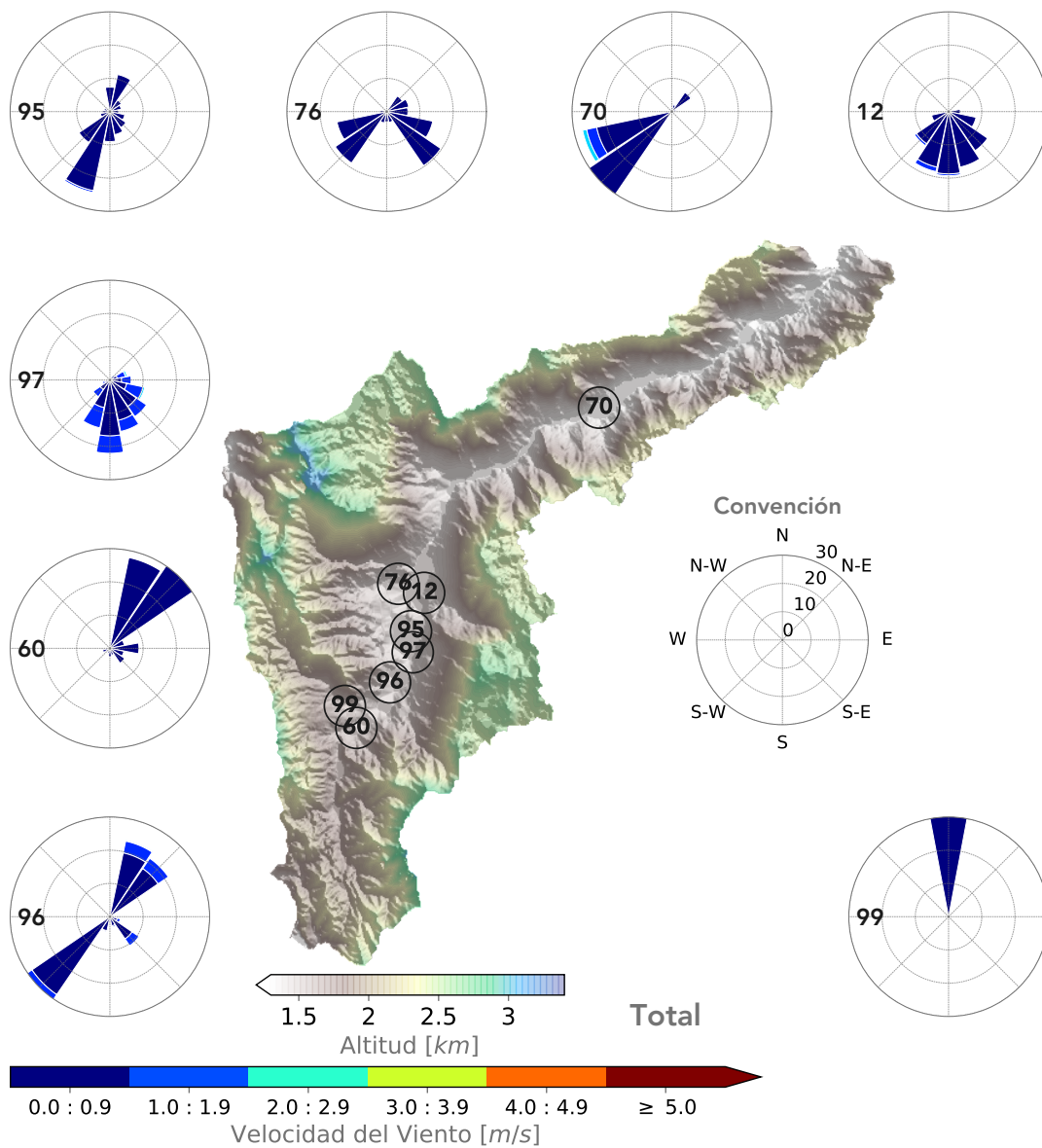


Figura 4.5: Rosas de Viento totales para las distintas estaciones

5 Anexos

Anexo 1. Métodos de medición

Tabla 5.1: Método utilizado dentro de la red de ruido

Variable	Método
Ruido Ambiental	Procedimiento de Medición para Ruido Ambiental. Capítulo II, Anexo 3 de la Resolución 0627 del 7 de abril de 2006 del entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Sostenible. Procedimiento P-GAA-RA-14.

Anexo 2. Cálculo Indicadores

La Ecuación 5.5 requiere los niveles equivalente de presión sonora diurna ($L_{Aeq,D}$) y nocturna ($L_{Aeq,N}$).

Nivel de Ruido por Tráfico

$$NRT = 4(L_{10} - L_{90}) + L_{90} - 30 \quad (5.1)$$

Factor de Clima Sonoro

$$CS = L_{10} - L_{90} \quad (5.2)$$

Nivel de Contaminación por Ruido

$$NCR = L_{Aeq,T} + 2,56\sigma \quad (5.3)$$

Nivel de exposición sonora

$$NES = 10 \log_{10} \left(\sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_{Aeq,1hi}}{10}} \right) \quad (5.4)$$

Diferencia Día-Noche

$$DiffDN = L_{Aeq,D} - L_{Aeq,N} \quad (5.5)$$

Cálculo de promedio de nivel de presión sonora

$$L_{eq}(\text{Promedio}) = 10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(10^{\frac{L_i}{10}} \right) \right] \quad (5.6)$$

Referencias

PS-AAC ; AMVA. Informe actualización de los mapas de ruido de la zona urbana de los municipios de bello, itagüí y medellín. *DOCUMENTO - CO140019*, 2012.

FIN DEL INFORME
