

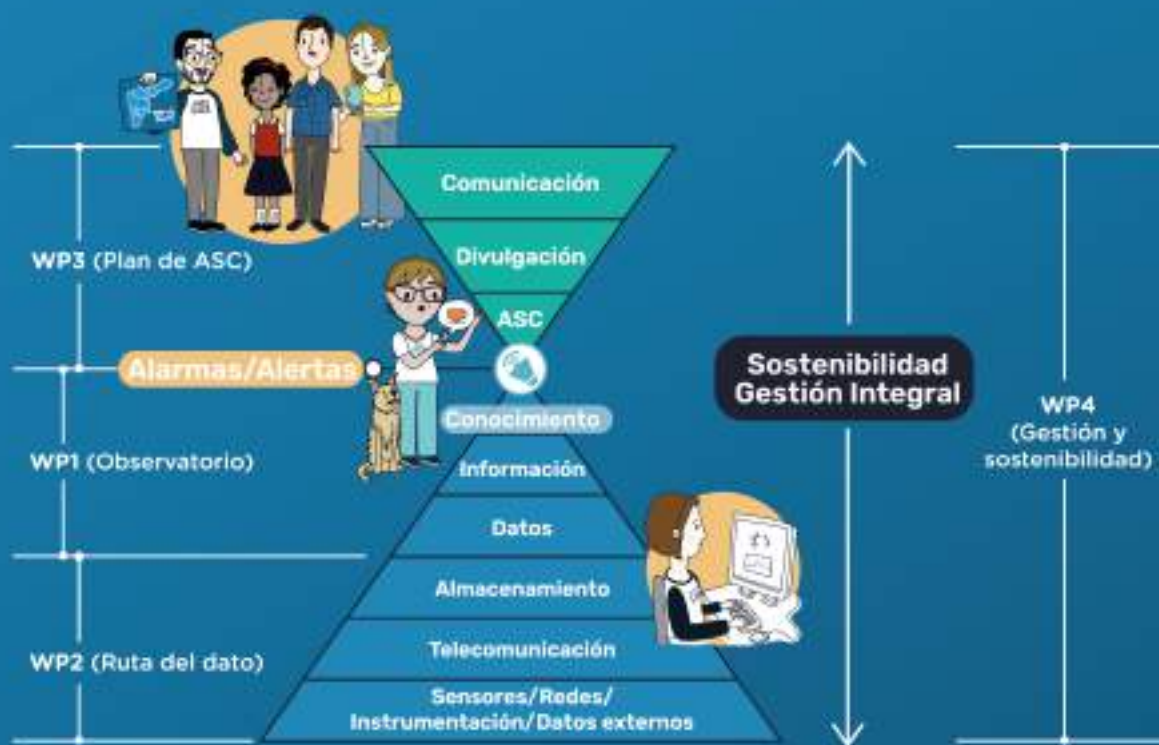
Informe mensual octubre 2024

Resúmenes



CCT 016
de 2024

Desarrollar actividades de **investigación aplicada, desarrollo tecnológico y apropiación social del conocimiento para la acción preventiva, la toma de decisiones oportuna para una gestión efectiva del riesgo** (incluyendo variabilidad y cambio climático), y el seguimiento y análisis integral de variables relacionadas con la calidad del aire en el territorio metropolitano, **apoyando el proceso de formulación de políticas públicas y el fortalecimiento de la gobernanza por parte del Área Metropolitana del Valle de Aburrá**, garantizando el estricto cumplimiento de las actividades de carácter obligatorio reguladas por el marco legal vigente.



Contenido

Resumen WP1: Observatorio de amenazas y riesgos	1
Resumen WP2: Ruta del dato	5
Resumen WP3: Plan de Apropiación Social del Conocimiento	7
Resumen WP4: Gestión y sostenibilidad de SIATA	8
WP1.1. Observación, pronóstico meteorológico y de calidad de aire, y proyecciones climáticas	10
WP1.1.1. Generación continua de pronósticos meteorológicos	10
WP1.1.2. Evaluación de los efectos relacionados con el cambio climático a nivel local	12
WP1.1.3. Análisis integral de las variables y procesos ambientales que influyen en la calidad del aire . .	13
WP1.1.4. Generación de pronósticos estadísticos que permitan prever eventos de crecientes extremas en el río Aburrá-Medellín y sus afluentes	25
WP1.2. Estudio/modelación de amenaza/riesgo	26
WP1.2.1. (Amenaza meteorológica) Seguimiento, caracterización y evaluación de fenómenos hidrometeorológicos	26
WP1.2.2. (Inundaciones, Sequías, Av. Torrenciales, Mov. Masa, Incendios) Optimización de los modelos hidrológicos e hidráulicos usados en el SIATA	28
WP1.2.3. (Inundaciones) Desarrollo e implementación de un piloto para cuantificar y evaluar el riesgo por inundaciones	31
WP1.2.4. (Sequías, Mov. Masa) Monitoreo y evaluación de movimientos en masa y cambios en el paisaje, con herramientas de teledetección	32
WP1.2.5. (Av. Torrenciales) Evaluación de metodologías y modelos para el análisis de avenidas torrenciales	32
WP1.2.6. (Av. Torrenciales, Mov. Masa, Sismos) Implementación de metodologías para la caracterización del ruido sísmico	32
WP1.2.7. (Mov. Masa) Evaluación de umbrales de lluvia como detonantes de movimientos en masa . .	34
WP1.2.8. (Mov. Masa, Incendios) Evaluación de umbrales de humedad en el terreno como detonantes de eventos	34
WP1.2.9. (Mov. Masa, Sismos) Modelación de la estabilidad de laderas	35

WP1.2.10. (Mov. Masa, Sismos) Actualización y/o generación de insumos para el cálculo del riesgo sísmico	36
WP1.2.11. (Sismos) Actualización y/o generación de insumos para el cálculo de afectaciones en edificios	40
WP1.2.12. (Calidad del aire) Seguimiento, caracterización y evaluación de variables de escala local y global relacionadas con la calidad del aire	43
WP1.2.13. (Inundaciones, Sequías, Av. Torrenciales, Mov. Masa, Sismos, Incendios) Desarrollo de metodologías para la clasificación de coberturas de suelo	69
WP1.3. Insumos técnicos para herramientas operacionales/atención de emergencias	74
WP1.3.1. Revisión, análisis y evaluación de las capacidades existentes del proyecto para el acompañamiento en la atención de emergencias	74
WP1.3.2. Desarrollo y mejoramiento continuo de herramientas operativas que permitan la generación de alertas	74
WP2.1. Medición y seguimiento	75
WP2.1.1. (Calidad del aire) Garantizar el cumplimiento de los requisitos de micro-localización de las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire	75
WP2.1.2. Garantizar el correcto funcionamiento de los sensores de monitoreo que hacen parte de las redes de monitoreo	75
WP2.1.3. Gestionar e implementar algoritmos, procesos y técnicas que garanticen la calidad de los datos	76
WP2.1.4. Generar información oportuna sobre amenazas	77
WP2.1.5. Identificar e instalar nuevas estaciones de monitoreo en las diversas redes de monitoreo	77
WP2.1.6. Llevar a cabo mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones en las diferentes redes de monitoreo	78
WP2.1.7. Generar información oportuna sobre los procesos físicos relacionados con la meteorología y climatología de la región. (Calidad del aire) Toda esta información soporta decisiones relacionadas con calidad del aire, especialmente durante los períodos de gestión de episodios, de manera que permitan definir la pertinencia de activar el POECA.	78
WP2.1.8. Brindar apoyo a la Entidad en el monitoreo de puntos críticos	79
WP2.1.9. Monitorear y capturar datos de interés a diferentes escalas temporales haciendo uso de VANTS	80
WP2.1.10. Brindar apoyo a la Entidad para el acompañamiento en la atención de emergencias	80
WP2.2. Fortalecimiento	83
WP2.2.1. (Calidad del aire) Implementar y fortalecer las estrategias tecnológicas, logísticas y operativas para garantizar el correcto funcionamiento de las redes de Calidad de Aire y Ruido Ambiental, y el programa de Ciudadanos Científicos	83

WP2.2.2. Gestionar e implementar algoritmos, procesos y técnicas que garanticen la calidad de los datos registrados en las redes hidrometeorológicas	96
WP2.2.3. (Calidad del aire) Gestionar e implementar algoritmos, procesos y técnicas que garanticen la calidad y validez de los datos registrados en la red de Calidad del Aire	96
WP2.2.4. Gestionar el intercambio de la información registrada por todas las redes de monitoreo del proyecto SIATA a través de la respuesta a las solicitudes de información	96
WP2.2.5. Proveer sostenibilidad a las redes	96
WP2.2.6. Generar información oportuna sobre las consecuencias generadas por sismos	96
WP2.2.7. Garantizar el seguimiento de las redes de monitoreo sísmico	98
WP2.2.8. Fortalecer y desarrollar la infraestructura IT para la gestión del conocimiento y el cumplimiento de las actividades misionales	99
WP2.2.9. Establecer un ecosistema tecnológico para la gestión de datos	99
WP2.2.10. Optimizar los aplicativos de difusión de alertas en tiempo real	99
WP2.2.11. Investigar, evaluar y fortalecer el uso de nuevas tecnologías (sensores para medición y protocolos de intercambio de información Internet de las Cosas - IoT)	99
WP2.2.12. Propender por la actualización tecnológica, el mejoramiento y la densificación de las redes de monitoreo	100

WP2.3. Innovación 101

WP2.3.1. (Calidad del aire) Generar información complementaria a la Red de Monitoreo de Calidad de Aire, a partir de la implementación de campañas de medición de variables físicoquímicas	101
WP2.3.2. Gestionar el intercambio de la información registrada por todas las redes de monitoreo del proyecto SIATA a través de la respuesta a las solicitudes de información	101
WP2.3.3. Proveer mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones de las diferentes redes de monitoreo	101
WP2.3.4. Generar información oportuna sobre de los procesos físicos relacionados con la meteorología y climatología de la región	102
WP2.3.5. Avanzar en la implementación de técnicas de teledetección para el monitoreo de movimientos en masa	103
WP2.3.6. Implementar sensores de humedad	103
WP2.3.7. Propender por la sostenibilidad de las redes de monitoreo sísmico	103
WP2.3.8. Fortalecer y desarrollar la infraestructura IT para la gestión del conocimiento y el cumplimiento de las actividades misionales	104
WP2.3.9. Establecer un ecosistema tecnológico para la gestión de datos	104
WP2.3.10. Monitorear y capturar datos de interés a diferentes escalas temporales haciendo uso de VANTs	104

WP2.3.11. Acondicionar los subsistemas de un VANT destinado a prevenir el riesgo en las labores de inspección en espacios confinados, estructuras en riesgos de colapso o de difícil acceso	104
WP2.3.12. Identificar potenciales herramientas para la teledetección	105
WP2.3.13. Investigar, evaluar y fortalecer el uso de nuevas tecnologías (sensores para medición y protocolos de intercambio de información IoT)	105
WP2.4. Ciclo de vida del dato	106
WP2.4.1. Gestionar e implementar algoritmos, procesos y técnicas que garanticen la calidad de los datos	106
WP2.4.2. Proveer sostenibilidad a las redes	106
WP2.4.3. Propender por el sostenimiento de las redes de monitoreo sísmico	106
WP2.4.4. Monitorear y capturar datos de interés a diferentes escalas temporales haciendo uso de VANTs	106
WP2.4.5. Generar una infraestructura de almacenamiento con la información más relevante	107
WP3.1. Comunicación	108
WP3.1.1. Construir y ejecutar un Plan de Comunicaciones que incluya plan de medios masivos, pauta en redes y presupuesto	108
WP3.1.2. Gestionar el sitio web, Geoportal y aplicativos del proyecto SIATA	114
WP3.1.3. Conceptualizar, diseñar y generar contenido técnico	115
WP3.1.4. Generar espacios académicos y de intercambio de experiencias e información con otros modelos de CTel	117
WP3.1.5. Diseñar una estrategia piloto para la creación de un Laboratorio de Innovación Social y Deliberativa	119
WP3.1.6. (Calidad del aire) Realizar campañas de sensibilización y difusión con la ciudadanía y los actores interesados	121
WP3.2. Educación	124
WP3.2.1. Potenciar los procesos de Apropiación Social del Conocimiento por medio de prácticas experienciales con públicos priorizados	124
WP3.2.2. Fortalecer los procesos educativos de la red de Semilleros de Ciudadanos Científicos	124
WP3.2.3. Fortalecer los procesos educativos de la Red de Educadores Científicos	128
WP3.2.4. Fortalecer la estrategia Territorio al aire: diálogo de saberes	129
WP3.2.5. Diseñar y construir material edu-comunicativo, lúdico y pedagógico con enfoque en inclusión	132
WP3.2.6. Realizar procesos educativos y de transferencia del conocimiento relacionados con calidad del aire y ruido ambiental	133

WP3.3. Relacionamiento, articulación y gestión con actores estratégicos	135
WP3.3.1. Adelantar procesos de articulación con organizaciones de carácter público y/o privado	135
WP3.3.2. Fortalecer los procesos sociales con las comunidades y los públicos de interés	136
WP3.3.3. Participar de diferentes espacios técnicos y de gobernanza	145
WP3.3.4. Gestionar las estrategias y redes con grupos de interés para la identificación de potencialidades y la implementación de acciones	145
WP3.3.5. Fortalecer los procesos con los gestores de riesgo, organismos de socorro, UMGRD y público de interés	146
WP3.3.6. Apoyar al AMVA en los espacios de gobernanza donde se promuevan conversaciones ciudadanas	149
WP3.4. Gestión del conocimiento técnico y científico	150
WP3.4.1. Generar los boletines técnicos e informes especializados de cada uno de los componentes del proyecto	150
WP3.4.2. Documentar, administrar y socializar procedimientos, protocolos y manuales de los diferentes procesos	150
WP3.4.3. Responder a las solicitudes del AMVA, entidades públicas y privadas, ciudadanía y medios de comunicación	151
WP3.4.4. Realizar procesos de investigación en temas relacionados y de interés del proyecto y de la Entidad	151
WP3.4.5. Brindar soporte tecnológico para la gestión documental y de información generada por los diferentes componentes del proyecto	152
WP4.1. Gestionar las labores de instalación, mantenimiento, verificación y calibración (según aplique) de las redes de instrumentación	153
WP4.1.1. Planificar la instalación de nuevas estaciones e instrumentos en las diversas redes del proyecto	153
WP4.1.2. Gestionar y verificar la ejecución de compras necesarias en el proyecto	153
WP4.1.3. Gestionar la logística de transporte para la ejecución de las actividades del proyecto	154
WP4.1.4. Gestionar protocolos de verificación y calibración inicial de los equipos adquiridos	154
WP4.1.5. Planificar el mantenimiento de estaciones e instrumentos de las diversas redes del proyecto .	154
WP4.1.6. Garantizar el adecuado funcionamiento de infraestructura de las estaciones de monitoreo . . .	155
WP4.1.7. (Calidad del aire) Garantizar el cumplimiento del plan de aseguramiento metrológico	157
WP4.1.8. Revisar y formalizar las acometidas de la red del proyecto	157
[WP4.1.9.] Velar por la gestión del inventario eficaz que garantice el suministro oportuno de insumos, consumibles, materiales, herramientas y repuestos	158
WP4.2. Gestionar los procesos para garantizar continuidad a futuro en las actividades del proyecto, e.g.,	

requerimientos de entes de control y renovación tecnológica para el monitoreo de variables prioritarias	159
WP4.2.1. Gestionar los requerimientos exigidos por los entes de control relacionados con el uso de VANTs	159
WP4.2.2. Formular el plan de adquisiciones y reposición para la renovación tecnológica de variables prioritarias	159
WP4.3. Propender por una gestión eficaz de inventario general y activos fijos, y una evaluación técnica de vida útil y depreciación	160
WP4.4. Gestionar el Sistema de Gestión Integral (Calidad, Talento Humano, Administrativo y Financiero)	161
WP4.4.1. Asegurar la actualización y mantenimiento permanente del Sistema de Gestión de Calidad (SGC)	161
WP4.4.2. (Calidad del aire) Mejorar y actualizar de manera continua del SGC para la Red de Calidad del Aire	165
WP4.4.3. Propender por la gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo	169
WP4.4.4. Ejecutar planes de mejoramiento derivados de auditorías atendidas	170
WP4.4.5. Garantizar la disponibilidad y el mantenimiento de infraestructura, espacios y recursos necesarios para la ejecución del proyecto	170
WP4.4.6. Identificar necesidades desde la gestión estratégica, administrativa y financiera, marco normativo y cultura	170
WP4.4.7. Llevar a cabo procesos formativos y de capacitación que sean requeridos	171
WP4.4.8. Gestionar el talento humano a través de sus procesos relacionados	171
WP4.5. Proponer e implementar estrategias para garantizar la continuidad del proyecto	174
WP4.5.1. Revisar la estructura organizacional con sus diferentes niveles, roles, responsabilidades y funciones	174
WP4.5.2. Identificar oportunidades de prestación de servicios a actores públicos y/o privados, y otras partes interesadas	175
WP4.5.3. Gestionar convenios de cooperación e intercambio de información técnica	175
WP4.5.4. Articular, en conjunto con el AMVA, una estrategia para que el proyecto SIATA continúe en el tiempo	176
Referencias	178
Anexos	180

Resumen WP1: Observatorio de amenazas y riesgos

En el mes de octubre se registraron 25 eventos de precipitación, cifra superior al promedio entre los años 2013 y 2023. En torno a la amenaza sísmica en el territorio, se continuó con el monitoreo de eventos registrados por las redes acelerográfica, sismológica y de monitoreo estructural. En total, se registraron 28 eventos sísmicos en la red acelerográfica del Valle de Aburrá (RAVA), siendo el más significativo el generado por el evento superficial del 28 de octubre de 2024 a las 07:08:38 UTC en Carmen del Darién - Chocó con magnitud 4,6. La máxima aceleración registrada en la red estructural fue registrada en el edificio Gobernación de Antioquia. Sin embargo, este sismo no fue lo suficientemente significativo para generar los reportes del sistema de alerta estructural de edificios.

En cuanto al pronóstico meteorológico, en el mes que se documenta se llevó a cabo una evaluación de la efectividad del pronóstico meteorológico para las distintas franjas horarias, obteniéndose un porcentaje de acierto promedio para el territorio metropolitano del 72.11 %. Se desarrolló una plataforma de consulta de la probabilidad de ocurrencia de precipitación a escala regional para diferentes intervalos de tiempo y acumulados de precipitación que se actualiza cada 6 horas.

En cuanto a la evaluación de los impactos del cambio climático, en particular para sequías, se calculó el índice AIu (que relaciona la precipitación y la evapotranspiración potencial) y se encontró una alta sensibilidad de los resultados según el método de evapotranspiración que se considere. Para el ejercicio de subescalamiento dinámico para reducción de escala de los modelos de cambio climático, se aumentó el número de períodos simulados tanto para el escenario histórico como para para dos (2) *shared socio-economic pathways* - SSP diferentes.

En el modelo de pronóstico de drenaje urbano, se realizaron avances al modelo de aprendizaje de máquina para pronosticar el nivel de encharcamiento, con lo cual se observaron mejores en los parámetros de precisión y exactitud en el pronóstico (superiores al 70 %).

Durante el mes de octubre se realizó la modelación hidráulica de la quebrada La Ayurá en la parte alta de la cuenca en el municipio de Envigado, con el fin de evaluar los puntos críticos de desbordamiento para la implementación de un nuevo Sistema de Alerta Temprana Comunitaria (SATC) e identificar los niveles de riesgo asociados a la estación existente en el punto de interés. Los resultados obtenidos se contrastarán con la información suministrada por la comunidad en cuanto a referentes históricos de desbordamiento.

Con respecto al uso de herramientas de teledetección para el monitoreo y evaluación de movimientos en masa, los avances de octubre se centraron en análisis de correlación entre la precipitación y los desplazamientos detectados mediante InSAR. Además, se diseñaron esquemas de monitoreo en el Zarzal (Copacabana), quebradas La Maula y La Limona (San Antonio de Prado) para verificación en campo de lo estimado según la metodología InSAR.

Calidad del aire

Durante el mes de octubre, se continuó con el ajuste del modelo de pronóstico estadístico de PM2.5, para lo cual se evaluaron tres experimentos diferentes, evaluando además el desempeño para estos nuevos

escenarios, usando métricas tradicionales. El experimento base (experimento 5) corresponde al modelo operativo actual que utiliza información meteorológica del modelo WRF, e información química del modelo CAMS. El segundo experimento (experimento 6) incorpora, además de las variables del experimento base, información de las concentraciones reportadas por los 6 sensores de Ciudadanos Científicos más cercanos a cada estación de la red oficial, incluyendo tanto las concentraciones de las últimas 3 horas previas al pronóstico como las últimas mediciones realizadas a la misma hora que se está pronosticando. Finalmente, el tercer experimento (experimento 7) adiciona al experimento base la información de Ciudadanos Científicos al igual que nuevas variables derivadas del modelo WRF. Los pronósticos realizados con los tres experimentos tienen resultados similares en todos los intervalos para la mayoría de las métricas tradicionales. Por lo tanto, durante el próximo mes se realizará una búsqueda exhaustiva de hiperparámetros (gridsearch) considerando tanto las variables de Ciudadanos Científicos como las nuevas variables derivadas del WRF, con el objetivo de encontrar una configuración óptima que permita maximizar el potencial predictivo del modelo.

La configuración de los modelos de transporte químico es crucial para simular adecuadamente la dispersión y transformación de contaminantes. Durante el mes de octubre, se evaluó una nueva configuración de dominios, la cual se construyó pensando en disminuir el costo computacional de las simulaciones realizadas actualmente. En esta configuración se incluyen dos dominios con resoluciones de 5 km y 1 km (2dom:1:5). Los dominios evaluados muestran mejoras significativas en la representación de la temperatura, aunque con errores más altos en la velocidad del viento. Los resultados sugieren que 2dom:1:5 es adecuada para la representación de procesos locales (estabilidad e inestabilidad), y para condiciones en las que predominan la dinámica y el transporte regional.

El Valle de Aburrá cuenta con una red de monitoreo de contaminantes criterio y no criterio definidos en la norma nacional. La mayoría de las estaciones de la red de monitoreo de calidad del aire del Valle de Aburrá están acreditadas por el IDEAM, mediante Resolución 1341 de 2023. Durante el mes de octubre se entregó información permanente y confiable del comportamiento de la calidad del aire en el Valle de Aburrá a diversos actores sociales, utilizando los canales de comunicación del proyecto, que incluye redes sociales. Durante este mes el índice la calidad del aire para el PM2.5, contaminante criterio más crítico de la región, estuvo entre buena y aceptable.

La información obtenida en tiempo real de las estaciones en las que se hace monitoreo del flujo vehicular en el municipio de Girardota y en la sede Caribe de la Fiscalía General de la Nación en Medellín, se complementó con los datos de clasificación descargados manualmente de los equipos. Esta información permitió identificar que el principal tipo de vehículos que reconoce el equipo Armadillo son los de tamaño mediano, mientras que para los vehículos de tamaño pequeño, por ejemplo motocicletas, hay mayor incertidumbre. De igual forma, los resultados permitieron evidenciar que las velocidades de circulación en estos puntos son mayores en las noches en comparación con las velocidades registradas durante el resto del día. Para los datos obtenidos en la estación Fiscalía General de la Nación - Sector Caribe se puede observar como finalizando la tarde se registra la mayor cantidad de vehículos reduciendo la velocidad de circulación de los mismos lo cual afecta las concentraciones de calidad del aire que se pueden registrar en la estación MED-FISC.

En el mes de octubre se realizó la planeación de la campaña de evaluación de PM2.5 en la atmósfera vertical a partir de globos cautivos, definiéndose el sitio y la fecha de la realización de la campaña y organizando la logística correspondiente. Adicionalmente, se dio inicio a la campaña de medición de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) en 5 estaciones de PM10 manuales (BAR-HSVP, ITA-POGO, MED-CORA, ITA-PTAR y EST-MAGO). La campaña requerirá de la toma de 60 muestras en total (cada 3 días, 12 muestras por punto). Por otro lado, se planeó la campaña de caracterización química de PM2.5, en 3 puntos del Valle del Aburrá (ITA-CJUS, CEN-TRAF y GIR-EPM), con el objetivo de cuantificar además de aniones mayoritarios, otros compuestos de interés como formaldehído y tolueno, buscando además una aproximación preliminar, al perfil diario de estas especies (con evaluaciones cada

tres horas). Por último, se hizo seguimiento a la cámara térmica instalada en el Centro Comercial Viva de Envigado y que permite visualizar las chimeneas del sector de Los Gómez en el municipio de Itagüí. El objetivo del monitoreo con cámaras térmicas es evaluar la posible afectación de las fuentes fijas cercanas en la calidad del aire de la estación. Para el próximo mes se espera incluir resultados de la cámara instalada en la unidad residencial Azalea del Parque, en el sector de Belén Las Mercedes en el Distrito de Medellín.

Durante el mes de octubre se tuvo disponible el enlace [Herramientas AMVA \(SIATA\) para el análisis integral de la calidad del aire](#), página no oficial. Es una herramienta fundamental para el seguimiento continuo de variables atmosféricas que influyen en la contaminación de este recurso natural y que posibilita la toma de decisiones principalmente durante el periodo de episodios de contaminación atmosférica.

Durante este periodo se realizó el seguimiento de fuentes externas de contaminación atmosférica, específicamente las relacionadas con la ocurrencia y posible afectación a la calidad del aire local, debido a incendios regionales de cobertura vegetal. Se realizó el seguimiento de las mediciones locales de aerosoles producto de la quema de biomasa y su posible impacto a la calidad del aire del Valle de Aburrá, a partir de la información obtenida de los etalómetros que hacen parte de la Red de Calidad del Aire. Para este mes la cantidad de puntos calientes sobrepasó ampliamente los registros de los años anteriores, siendo la primera semana de octubre la que más registros de puntos calientes tuvo en el mes. Se evidenciaron ingresos de masas de aire contaminadas al Valle de Aburrá el día 30 de octubre, sin embargo no se registraron aumentos en el índice de calidad del aire (ICA) manteniendo valores asociados a ICA Verde y Amarillo.

Por otra parte, durante el mes de octubre se evaluó el impacto de la turbulencia nocturna generada mecánicamente en la calidad del aire del Valle de Aburrá, esta vez considerando las concentraciones de ozono, puesto que diversas investigaciones han encontrado una contribución positiva de la turbulencia atmosférica al incrementar los niveles de concentración de dicho gas contaminante cerca de la superficie terrestre durante las noches, es decir, como consecuencia del transporte turbulento descendente debido a la cizalladura vertical del viento en la capa límite estable nocturna.

En el caso del seguimiento de aerosoles carbonáceos, el analizador ubicado en la estación Tráfico Centro presentó una falla con el voltaje del equipo por lo cual solo se presentaron datos válidos hasta el 06 de octubre. Igualmente, se continuó con el seguimiento y monitoreo de las concentraciones de carbono total (TC), carbono orgánico (OC) y carbono elemental (EC). La relación OC/EC permite estimar las posibles fuentes de contaminación. Para los periodos en los que se obtuvieron datos válidos, la relación OC/EC promedio para el 01 al 06 de octubre, fue igual a 0.89 en la estación Tráfico Centro, valor que está asociado a emisiones primarias aportadas principalmente por quema de combustible fósil proveniente de los vehículos y 2.16 en la estación Casa De Justicia, donde hay aporte a la formación de aerosoles orgánicos secundario, debido a emisiones industriales y vehiculares.

Se realizó la distribución de las concentraciones de PM_{2.5} promedio mensual obtenidas por los sensores instalados en bicicletas de la red de Ciudadanos Científicos. Los puntos de calor sugieren que un mayor número de personas en bicicleta pasan por una ubicación en especial y están expuestas a mayor concentración de PM_{2.5}. Los desplazamientos de los usuarios en bicicletas se dieron principalmente en las vías: Avenida Las Vegas, Guayabal, Poblado, San Juan, La 33 y Las Palmas; las Carreras 65 y 70. En términos generales, las mayores concentraciones se siguen presentando a lo largo de las avenidas Las Vegas, Regional, Guayabal, Carrera 65 y Las Palmas, además de algunas zonas en el municipio de Envigado.

Por último, se realizó el análisis de los parámetros mensuales de los ciclos diurnos del Brown Carbon, tolueno y el carbón orgánico de la estación CEN-TRAF en el año 2022. Lo anterior con el objetivo de verificar tendencias e influencia de las concentraciones del tolueno como precursor de aerosoles secundarios absorbentes de radiación solar, que aportan a los registros de Brown Carbon. Se obtuvieron ciclos

bimodales para el Brown Carbon, evidenciando picos en las primeras horas de la mañana y en la noche, mostrando indicios de la formación de este contaminante por procesos secundarios en periodos distintos a la afectación por fuentes externas en los meses de febrero y marzo.

Resumen WP2: Ruta del dato

La red hidrometeorológica in-situ del proyecto SIATA contó en el mes de octubre con 401 estaciones activas, de las cuales el mayor número correspondió a pluviómetros (162), seguidos por sensores de nivel (135). Adicionalmente, el proyecto contó con catorce (14) piezómetros que hacen parte de la red experimental de medición de nivel freático, y con dos (2) sensores experimentales para la medición de sedimentos en corrientes superficiales. Finalmente, se instalaron nueve (9) nuevas estaciones de monitoreo y se llevó a cabo un total de 647 mantenimientos (571 preventivos y 76 correctivos) de las estaciones. En el acompañamiento en la atención de emergencias, se alcanzó un número total de 194 reportes de precipitación, 91 reportes de nivel y 3 reportes de incendios que fueron compartidos con los organismos gestores del riesgo del territorio.

En las labores de fortalecimiento, en el mes se realizaron diez (10) herramientas de desarrollo de código y diecisiete (17) actividades involucradas en los procesos de calidad del dato, las cuales se realizan con periodicidades diaria, semanal y mensual. Se garantizó un exhaustivo control de calidad a la base de datos empleada para dar respuesta a las solicitudes de información, y se propendió por el correcto funcionamiento de la herramienta de descargas disponible al público. Se continuó con el alistamiento del Repositorio Tipo 1 para lograr su despliegue en el mes de noviembre y poner la plataforma a disposición de usuarios estratégicos.

En innovación, se avanzó en el estudio de modelos de Machine Learning para mejorar la estimación cuantitativa de la precipitación, se trabajó en la integración de las herramientas de clasificación de cambios de cobertura del suelo, se concentró parte del recurso del proyecto en la automatización de la línea de procesamiento InSAR para el monitoreo de movimientos en masa, se avanzó en el desarrollo del nuevo VANT para espacios confinados, y se tienen importantes progresos en el alistamiento del repositorio Tipo 1 del proyecto SIATA.

En el ciclo de vida del dato, se resalta que se realizó la revisión y curaduría de los registros acelerográficos asociados a veintiocho (28) eventos sísmicos reportados por el Servicio Geológico Colombiano (SGC), los cuales fueron incorporados a la base de datos acelerográfica del proyecto SIATA.

En torno a calidad de aire, la red de monitoreo está constituida por 36 puntos de monitoreo distribuidos en los 10 municipios del área metropolitana del Valle de Aburrá. Estos puntos de monitoreo están dotados de equipos tanto automáticos como manuales, los cuales permiten hacer seguimiento de los contaminantes criterio y no criterio. Esta red, se complementa con la Red de Monitoreo de Ruido ambiental compuesta por 7 estaciones. Los informes de calidad del aire y de ruido ambiental se encuentran en el enlace [Informes de operación](#)

Durante el mes de octubre se dio continuidad a las gestiones de reubicación de equipos de medición de contaminantes atmosféricos en la estación Estrella Metro y en la Universidad Nacional Facultad de Minas. Por otro lado, se garantizó la operación permanente de los equipos de monitoreo de calidad del aire, realizando las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo que posibilitaron una captación de datos válidos mayor al 75 % para casi todos los equipos. No obstante, varios equipos de medición no cumplieron con este porcentaje de datos válidos mínimo requerido. Los detalles de esto se presentan en el capítulo correspondiente al WP2.1.

El balance de las Nubes de la Red de Ciudadanos Científicos para el mes de octubre arrojó que se contó con 259 Nubes instaladas, de las cuales, el 89 % (230) estuvieron activas al menos una vez durante el mes.

Adicionalmente, 195 sensores de ruido enviaron datos al menos un día al mes, de los cuales 188 entregaron datos para al menos la mitad del día del mes y con cuyos datos se puede evidenciar un alto porcentaje de cumplimiento para la norma residencial diurna y un alto porcentaje de incumplimiento para la norma residencial nocturna y para el indicador PUAR (Porcentaje de Población Urbana Afectada por Ruido por encima de 65 dBA).

Resumen WP3: Plan de Apropiación Social del Conocimiento

En octubre, el componente de Apropiación Social del Conocimiento del proyecto SIATA avanzó en la consolidación de estrategias clave para la comunicación y divulgación científica. Entre los logros más destacados, se resalta que se finalizó la conceptualización y el diseño de materiales para el evento de cierre de las estrategias educativas, sociales y de divulgación, programado para noviembre. Este evento busca reunir en la Universidad EAFIT a 550 niños, jóvenes y docentes en la mañana, y 400 integrantes de los SATC en la tarde, con actividades lúdicas y científicas.

En el ámbito de la estrategia digital, se fortalecieron las plataformas del proyecto, incluyendo el Geoportal, el sitio web y la aplicación móvil, con mejoras en experiencia de usuario y diseño (UI/UX), alcanzando avances significativos en su renovación. En redes sociales, se lograron incrementos en las comunidades digitales: 612 nuevos seguidores en Instagram (20.598 en total), 88 en Facebook (13.351 en total) y 477 en X (76.978 en total). Se realizaron 1.136 publicaciones, con un alcance destacado de contenidos como “Esto es puro sol de lluvia”, que logró más de 39.000 visualizaciones.

La estrategia de educación llevó a cabo cuarenta y nueve (49) actividades con diferentes públicos, incluyendo talleres formativos, reuniones de articulación y visitas de seguimiento en comunidades de SATC y UMGRD. Participaron 199 estudiantes de diez (10) instituciones educativas en diecisiete (17) encuentros de los Semilleros de Ciudadanos Científicos, donde se aplicaron metodologías de aprendizaje práctico. En este marco, la I.E. Escuela Normal Superior María Auxiliadora obtuvo el segundo lugar en una feria científica con una investigación sobre el impacto del cambio climático en su territorio.

Además, se realizaron dieciocho (18) actividades educativas sobre calidad del aire y ruido ambiental, impactando a 1.266 personas. En el Segundo Encuentro Científico, se desarrolló de forma participativa una escala de colores para informes ciudadanos. También se avanzó en la inclusión educativa, finalizando un semillero con estudiantes con discapacidad visual, utilizando materiales en braille y relieve.

En cuanto al relacionamiento, se participó en el VIII Congreso Latinoamericano de Educación Ambiental en Cali, donde se presentó la estrategia educativa del proyecto, consolidando vínculos y fortaleciendo el enfoque de ciencia local en el territorio. Paralelamente, se realizaron talleres y encuentros en comunidades como parte del fortalecimiento de los SATC, incluyendo el monitoreo y socialización de estrategias de gestión del riesgo.

Finalmente, el equipo respondió a cincuenta (50) solicitudes externas y gestionó cuatro (4) kits de prensa para temas clave como la temporada de lluvias y el radar meteorológico. Estos esfuerzos reflejan el compromiso del proyecto con la apropiación social del conocimiento y la generación de impacto significativo en los diversos públicos del Valle de Aburrá.

Resumen WP4: Gestión y sostenibilidad de SIATA

En la Tabla 4.1 se relacionan las diferentes actividades llevadas a cabo en el WP4 en el mes de octubre, enfocadas a la gestión y sostenibilidad de SIATA, y que están relacionadas con la planeación de actividades, el direccionamiento estratégico, la transversalidad de procesos, el fortalecimiento y sostenibilidad de la capacidad instalada, la continuidad, la gestión integral y el cumplimiento de actividades de carácter obligatorio que son reguladas por el marco legal vigente.

Tabla 4.1: Resumen actividades Sistema de Gestión de Calidad, octubre de 2024.

Tema	Actividades	Cantidad
Revisión SGC	Documentos revisados, creados y actualizados en el listado de documentos y registros.	25
	Documentos revisados, creados y actualizados en el listado de documentos y registros [Calidad del Aire].	30
	Procesos intervenidos.	20
	Número de reuniones realizadas para la gestión y mejoramiento de procesos.	34
	Número de eventos aprobados vs. eventos presentados.	1/1
	Número por cargo de actividades contractuales revisadas	3
	Número de informes de entrega de cargo reportados para el cierre del contrato CCT016	1
SST	Número de novedades de personal gestionadas.	9
	Número de permisos de ingreso a estaciones gestionados.	35
	Matriz IPEVRIC - control de cambios actualizados.	2
	Gestión de contratistas - visitas.	7
	Citas de seguimiento medicina del trabajo	3
	Citas de seguimiento medicina del trabajo, psicología.	5
	Personas incapacitadas.	7
	Citas de seguimiento medicina del trabajo, programa tareas de alto riesgo.	24
	Cita de medicina del trabajo post-incapacidad.	1
	Citas de medicina preventiva, prevención del cáncer.	8
	Personas incapacitadas	7
	EMO riesgo osteomuscular	1
	EMO periódicos	9
	Medicina general	2
	SVE Personas vacunadas tétanos	11

Elaborado por: Universidad EAFIT

WP1.1. Observación, pronóstico meteorológico y de calidad de aire, y proyecciones climáticas

WP1.1.1. Generación continua de pronósticos meteorológicos

Esta actividad se concentra en la generación continua de pronósticos meteorológicos mediante el uso de modelos computacionales que resuelvan la dinámica atmosférica regional, para una adecuada prospección y análisis de las condiciones futuras de corto y mediano plazo para diferentes variables meteorológicas.

Implementación mejoras pronóstico operacional

Se aplicaron ajustes finales a la descarga y procesamiento de datos de ensambles (GEFS), se implementa de manera operativa y se pone a disposición para consulta <https://siata.gov.co/meteorologia/Forecast/GEFS/>. Este link se actualiza aproximadamente cada 6 horas, a las 00, 06, 12, 18 para el horizonte de 12 horas y 03, 09, 15, 21 para el horizonte de 10 días. Adicionalmente se continúa con la implementación de la configuración COMFS, se procesaron los resultados del dominio de 9 km para ser ingresados al nuevo dominio y realizaron pruebas de simulación satisfactorias a resolución de 3 km. Se adelanta también la escritura de un manual para ejecutar el flujo de procesos de pronóstico operacional COMFS.

Efectividad del pronóstico meteorológico operacional

Una de las actividades principales del proyecto se centra en realizar el pronóstico del estado del tiempo en el Valle de Aburrá para diferentes franjas horarias (06:00-12:00, 12:00-18:00, 18:00-00:00 y 00:00-06:00). Aunque disponemos de datos computacionales avanzados, como los generados por el modelo WRF (Weather Research and Forecasting), que nos permiten predecir condiciones como la ocurrencia de lluvias en los distintos municipios del Valle de Aburrá, el juicio de expertos sigue siendo una parte crucial del proceso. Esto se debe a la complejidad y variabilidad inherente a los fenómenos atmosféricos.

En este contexto, el juicio de expertos aplicado por el equipo Operacional resulta fundamental, ya que permite interpretar los resultados de los modelos, integrar información de diversas fuentes y ajustar los pronósticos basándose en la experiencia acumulada y el conocimiento del territorio, elementos que los modelos computacionales no siempre pueden captar con precisión.

En ese sentido, durante el mes de octubre, se llevó a cabo una evaluación de la efectividad del pronóstico meteorológico compartido a través de los diferentes canales de difusión del proyecto en las distintas franjas

horarias, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 5.1: Resumen efectividad pronóstico meteorológico octubre 2024.

Tipo de reporte	Número
Barbosa	70.97 %
Girardota	67.74 %
Copacabana	71.77 %
Bello	76.61 %
Medellín centro	68.55 %
Medellín occidente	75.81 %
Medellín oriente	65.32 %
Sabaneta	75.00 %
La Estrella	75.00 %
Itagüí	72.58 %
Envigado	70.97 %
Caldas	75.00 %
Promedio mensual	72.11 %

El porcentaje de acierto promedio para el Área Metropolitana fue de 72.11 % (disminuyó casi 8 % respecto a al mes de septiembre).

La evaluación de la efectividad del pronóstico meteorológico es una herramienta esencial para mejorar continuamente la precisión y la utilidad de los pronósticos, optimizando tanto los recursos como las decisiones basadas en ellos. Con esto se pretende verificar si los eventos meteorológicos pronosticados ocurrieron en los municipios del Valle de Aburrá, así como la evaluación de la precisión de los ajustes realizados por los Operacionales en comparación con los modelos, para evaluar la contribución del juicio de experto a la mejora del pronóstico.

Implementación del modelo WRF-Hydro en el Valle de Aburrá

Durante el mes de octubre se avanzaron en las siguientes actividades relacionadas con el modelo WRF-Hydro:

- I. Se inició con la revisión de la metodología de reclasificación de coberturas del modelo WRF-Hydro. Esta metodología consiste en modificar las coberturas que tiene el modelo WRF-Hydro por defecto del producto MODIS y adaptarlas a las coberturas más aproximadas en la región a partir del mapa de coberturas de tierra (Corine Land Cover 2010-2012) del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).
- II. Se continuó con la exploración inicial de las variables de salida correspondientes con el flujo de calor sensible y flujo de calor latente en la cuencas del río Aburrá-Medellín, río Nare y río Porce.

En el siguiente enlace se encontrarán más detalles sobre los avances relacionados con la implementación del modelo WRF-Hydro: [Modelo WRF-Hydro](#).

WP1.1.2. Evaluación de los efectos relacionados con el cambio climático a nivel local

Evaluación de índices de sequía bajo escenarios de cambio climático

Durante el mes, se adelantaron los análisis de los efectos de cambio climático sobre el territorio en función del indicador AIu (que relaciona la precipitación y la evapotranspiración potencial) a partir de la información del modelo de alta resolución espacial MRI-AGCM3-2S, el cual exhibió un buen desempeño en la representación histórica del índice. Inicialmente, se seleccionaron las fechas con ocurrencia de eventos extremos húmedos y secos a partir de las simulaciones históricas del modelo HighResMIP, y con esto, se evaluaron los campos compuestos de las anomalías de altura geopotencial y campos horizontales de viento a 925 y 500 hPa durante dichos eventos. Los resultados sugieren que el modelo captura adecuadamente los patrones atmosféricos durante eventos húmedos y secos en Antioquia, con aumento en la altura geopotencial y un fortalecimiento en la circulación anticiclónica sobre el Caribe en la media tropósfera y flujos desde el norte cerca a la superficie durante eventos secos; mientras que lo contrario se exhibe para los eventos húmedos. Por otro lado, las proyecciones climáticas del indicador para la región de Antioquia sugieren diferencias de acuerdo al método que se considere para el cálculo de la evapotranspiración potencial: mientras que con el método de Thornthwaite el modelo proyecta una disminución del índice a lo largo del siglo XXI (condiciones más secas en el territorio), a partir del método de Hargreaves no se exhiben grandes cambios con respecto al periodo histórico.

Evaluación de índices de confort térmico bajo escenarios de cambio climático

A partir de la metodología descrita en el informe de septiembre para el cálculo de la Temperatura Media Radiante (MRT), se calculó la MRT del modelo MRI-AGCM3-2-S en la resolución de ERA5 ($0.25^\circ \times 0.25^\circ$) y con esta, el índice Universal de Confort Térmico para el periodo 1979 - 2014 (Periodo histórico). Al comparar el ciclo anual del índice en ERA5 y MRI-AGCM3-2-S para la región de Antioquia, se encontró que el modelo subestima los valores del índice en contraste con ERA5, sugiriendo condiciones sin estrés térmico en todos los meses. Por su parte, ERA5 muestra estrés por calor moderado entre febrero y mayo, y sin estrés térmico los otros meses del año. La subestimación del modelo en la climatología del índice también se observa en los mapas de diferencia (modelo - ERA5) obtenidos para la región de Antioquia, no obstante, en las subregiones del Urabá y del Bajo Cauca el modelo muestra una sobrestimación con respecto a ERA5. Como análisis exploratorio se hizo un conteo de días al año donde se tuvieron condiciones por calor moderado ($26 \leq \text{UTCI} (^\circ\text{C}) < 32$), encontrando que aunque todos los años presentan días con estas condiciones, el número de días ha aumentado a partir del 2000, observando en 2014 más de 300 días bajo estas condiciones. El modelo tiende a mostrar este aumento pero en un menor número de días, observando el mayor número en los años 1997, 1998 y 2014. Finalmente, ninguna de las dos bases de datos mostraron condiciones de estrés por calor fuerte ($32 \leq \text{UTCI} (^\circ\text{C}) < 38$) durante el periodo histórico para Antioquia.

Subescalamiento dinámico modelos cambio climático usando WRF

Se ha avanzado en el seguimiento de los experimentos de simulación del subescalamiento dinámico. Los escenarios considerados incluyen el histórico (1990-2000) y los futuros SSP2-4.5 y SSP5-8.5 para el periodo 2040-2045. Hasta la fecha, se tiene los siguientes periodos simulados: Historical 1996-1998, SSP2-4.5 2040-2047, SSP5-8.5 2040-2042.

Avances en la exploración de la Oscilación de Madden-Julian (MJO)

Para evaluar la influencia de la Oscilación Madden-Julian (MJO) en el Valle de Aburrá, se calcularon compuestos de anomalías diarias de precipitación sobre Colombia, Antioquia y el Valle de Aburrá. Los datos de referencia utilizados fueron la base IMERG y la red de estaciones pluviométricas de SIATA. La metodología para la estimación de anomalías consistió en el uso de una climatología de referencia calculada mediante una media móvil de 31 días. A partir de esta metodología, se obtuvieron las anomalías diarias sobre las regiones de interés, las cuales fueron posteriormente agrupadas según las fases del índice RMM. Entre los resultados relevantes, se identificaron patrones generalizados de anomalías positivas y negativas en todo el territorio colombiano, dependiendo de la localización de la MJO. En las fases 3 a 6 (cuando la MJO está en el Continente Marítimo y su fase convectiva se desplaza hacia el hemisferio occidental), predominan anomalías negativas en casi todo el país, excepto en una región del noreste (que incluye Córdoba, el norte del Chocó y Antioquia), donde las fases 5 y 6 presentan anomalías levemente positivas. Por otro lado, un patrón generalizado de anomalías positivas se observa en las fases 7, 8, 1 y 2, cuando la MJO se localiza sobre el océano Índico y el hemisferio occidental. En el caso específico de Antioquia y el Valle de Aburrá, las anomalías siguen una tendencia coherente con la señal general observada en Colombia. En el Valle de Aburrá, se presentan anomalías negativas durante las fases 3, 4, 5 y 6, mientras que las anomalías positivas se registran en las fases 7, 8, 1 y 2. Es importante destacar que, cuando el Valle de Aburrá experimenta anomalías positivas, se observan anomalías negativas en la región noroccidental de Antioquia, que incluye el norte del Chocó y parte de Córdoba.

WP1.1.3. Análisis integral de las variables y procesos ambientales que influyen en la calidad del aire

Modelo de pronóstico estadístico de PM2.5

Los algoritmos de Machine Learning (ML) utilizan información para distintas variables y así pronosticar el comportamiento futuro de otra variable de interés. Este tipo de modelos han mostrado una gran utilidad para predecir eventos de contaminación atmosférica. Específicamente en el Valle de Aburrá, se han desarrollado distintas versiones de estos modelos para predecir las concentraciones de PM2.5 con un horizonte de 3 días, lo que es un insumo útil para la toma de decisiones durante los periodos de gestión de episodios de contaminación atmosférica.

Durante el mes de octubre se evaluaron tres experimentos diferentes del modelo de pronóstico estadístico. El experimento base (experimento 5) corresponde al modelo operativo actual que utiliza información meteorológica del modelo WRF, implementado desde el equipo de Meteorología del proyecto SIATA, e información química del modelo CAMS. El segundo experimento (experimento 6, analizado durante el mes de Junio) incorpora, además de las variables del experimento base, información de las concentraciones reportadas por los 6 sensores de Ciudadanos Científicos más cercanos a cada estación de la red oficial, incluyendo tanto las concentraciones de las últimas 3 horas previas al pronóstico como las últimas

mediciones realizadas a la misma hora que se está pronosticando. Finalmente, el tercer experimento (experimento 7) adiciona al experimento base la información de Ciudadanos Científicos al igual que nuevas variables derivadas del modelo WRF, incluyendo la razón de Bowen (Bowenr), cortantes de viento en capa límite y superficial (BLSHRDua, BLSHRDva, SLSHRDua, SLSHRDva), e índices de estabilidad en capa límite y superficial (BLI, SLI).

Para evaluar el desempeño del modelo con estos 3 experimentos, se realizaron pronósticos durante el mes de marzo de 2024, comparando los resultados de éstos, mediante métricas tradicionales de desempeño, como el error medio absoluto (MAE) y el sesgo medio (BIAS), así como métricas basadas en tablas de contingencia. Estas últimas consideran el desempeño del modelo para acertar en la predicción de las concentraciones de PM2.5 que superen un umbral determinado, el cual en este análisis se estableció como el promedio de las concentraciones de todas las estaciones de PM2.5 de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire, incluyendo las estaciones no poblacionales.

Las Figuras 5.1 y 5.2 muestran los resultados de las métricas de desempeño tradicionales y las basadas en tablas de contingencia para los distintos horizontes de pronóstico (desde 1 hasta 72 horas). Se puede observar que los pronósticos realizados con los tres experimentos tienen resultados similares en todos los intervalos para la mayoría de las métricas tradicionales (Figura 5.1).

Los resultados del experimento 7, que incluye las variables adicionales derivadas del modelo WRF, mostró una ligera mejora en algunas métricas de desempeño. Específicamente, se logró una reducción del error medio absoluto en $0.1 \mu g/m^3$ y del RMSE en $0.2 \mu g/m^3$. Sin embargo, en otras métricas de evaluación, el modelo operativo (experimento 5) continúa mostrando un mejor desempeño. En cuanto a la capacidad del modelo para detectar eventos que superan el promedio del mes, se observó que la probabilidad de detección (POD) mejoró en algunas estaciones específicas con el experimento 7, mientras que la tasa de falsas alarmas (FAR) mostró una disminución generalizada en la mayoría de las estaciones de la red, sugiriendo una reducción en los pronósticos incorrectos de eventos que superan el umbral establecido.

De forma general, estos resultados sugieren que aunque las nuevas variables derivadas del modelo WRF aportan información adicional al modelo de pronóstico, su contribución no parece ser lo suficientemente significativa para justificar su inclusión en la versión operativa. Por lo tanto, durante el próximo mes se realizará una búsqueda exhaustiva de hiperparámetros (gridsearch) considerando tanto las variables de Ciudadanos Científicos como las nuevas variables derivadas del WRF, con el objetivo de encontrar una configuración óptima que permita maximizar el potencial predictivo de toda la información disponible. Este enfoque podría revelar relaciones entre las distintas fuentes de información que no han sido identificadas con la configuración actual de los modelos.

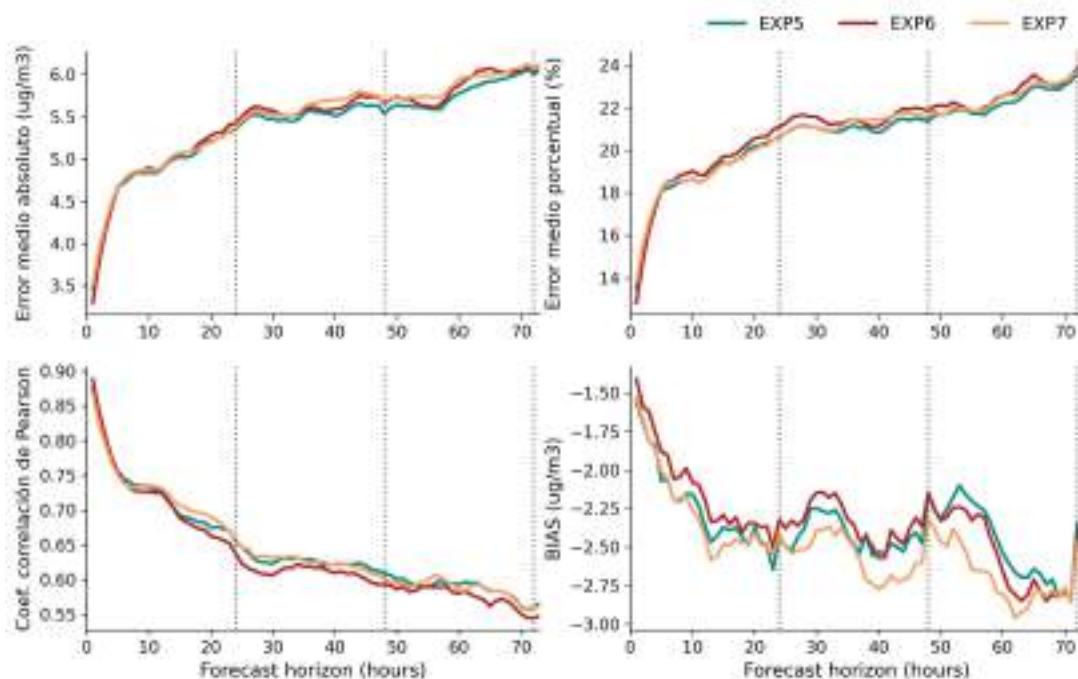


Figura 5.1: Métricas de desempeño promedio del pronóstico estadístico de PM2.5 para los experimentos 5 (operativo), 6 (operativo y Ciudadanos Científicos) y 7 (operativo, Ciudadanos Científicos y nuevas variables de WRF). Los paneles muestran resultados para distintas métricas, incluyendo el error medio absoluto (MAE), el sesgo promedio (BIAS), el error medio porcentual (MAPE), y el coeficiente de correlación de Pearson.

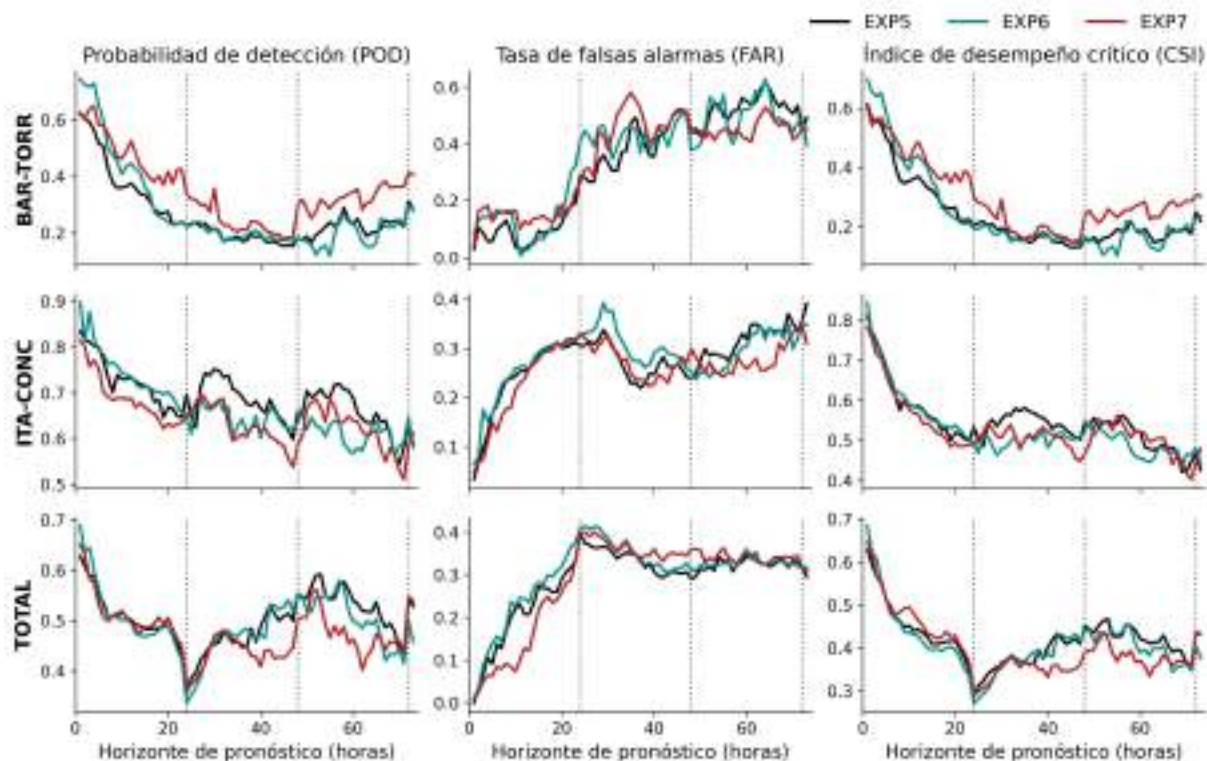


Figura 5.2: Métricas de desempeño de los pronósticos estadísticos derivadas de tablas de contingencia para los experimentos 5 (operativo), 6 (operativo y Ciudadanos Científicos) y 7 (operativo, Ciudadanos Científicos y nuevas variables de WRF) en las estaciones BAR-TORR (arriba), ITA-CONC (medio) y el promedio de las estaciones de PM_{2.5} pertenecientes a la Red de Monitoreo de Calidad del Aire (abajo). De izquierda a derecha se muestran resultados para distintas métricas, incluyendo la probabilidad de detección (POD), las tasas de falsas alarmas (FAR), y el índice de desempeño crítico (CSI).

Modelación del transporte de contaminantes y química de la atmósfera usando el modelo WRF-Chem

La configuración de los modelos de transporte químico es esencial para lograr una representación precisa de los procesos de dispersión y transformación de contaminantes en la atmósfera. Estos modelos integran complejas interacciones entre la dinámica atmosférica, las reacciones químicas y las emisiones de contaminantes, permitiendo simular cómo se distribuyen y evolucionan en el tiempo y el espacio. Una configuración adecuada no solo requiere la incorporación de datos de entrada de alta calidad, como inventarios de emisiones y condiciones meteorológicas, sino también de la configuración de los dominios de simulación, y la selección de parametrizaciones y esquemas numéricos que capturen fielmente estos procesos.

En el informe del mes de agosto, disponible en el enlace [informe agosto](#), se reportaron los análisis de sensibilidad realizados para distintas configuraciones de los dominios de simulación. Específicamente, se evaluaron las configuraciones con cuatro dominios anidados con resoluciones (27km-9km-3km-1km) con una relación de 1:3 (4dom:1:3) y con tres dominios anidados con resolución de (25km-5km-1km) y una relación de 1:5 (3dom:1:5). Los resultados mostraron que la configuración 3dom:1:5 presentó un mejor desempeño en la representación de la velocidad y la dirección del viento, a pesar de tener un dominio menos que la configuración 4dom:1:3. En este sentido, y con el fin de continuar con el análisis de sensibilidad y el ajuste a los dominios, durante el mes de octubre se realizó un experimento adicional. Este experimento se configuró con dos dominios anidados con resoluciones (5km-1km) con una relación de 1:5 (de aquí en adelante 2dom:1:5). Los resultados de este experimento adicional fueron comparados con la simulación de control (CTRL) y con el experimento 3dom:1:5. De forma similar a las evaluaciones realizadas previamente, se calcularon distintas métricas de error como la raíz del error medio cuadrático (RMSE), el sesgo (BIAS) y el coeficiente de correlación de Pearson. Estas métricas fueron calculadas para la temperatura, y para la velocidad y dirección del viento, teniendo en cuenta que para esta última se calculan diferencias angulares.

La Figura 5.3 muestra el desempeño general para los experimentos con los distintos dominios. Es importante recordar que mejores resultados están asociados con un error cuadrático medio (RMSE) más bajo, un sesgo (BIAS) más cercano a 0 y una correlación cercana a 1. La simulación que se llevó a cabo con la configuración de dominios 2dom:1:5 mostró una mejora notable en la representación de la temperatura, con un menor RMSE, un BIAS más cercano a 0 y una correlación mayor en comparación con las simulaciones CTRL y 3dom:1:5. Esta mejora fue evidente en la mayoría de las estaciones meteorológicas de referencia. No obstante, para el caso de la velocidad del viento, la configuración 2dom:1:5 resulta en errores más marcados que los obtenidos para la simulación 3dom:1:5 en la mayoría de las estaciones meteorológicas. Por su parte, para la dirección del viento no se identificó un experimento que mostrara un desempeño notablemente mejor que el resto. Estos resultados sugieren que la configuración 2dom:1:5 podría ser más adecuada para representar los procesos de dispersión de contaminantes asociados con la inestabilidad atmosférica y el desarrollo de flujos turbulentos, mientras que la configuración 3dom:1:5 puede ser más adecuada para representar condiciones de dispersión relacionadas con la dinámica atmosférica, así como el transporte regional de masas de aire contaminadas hacia el Valle de Aburrá.

Es importante resaltar que, en los dominios configurados y evaluados hasta ahora, el dominio interno (el de mayor resolución) tiene un área más limitada que la configuración de CTRL. En este sentido, aún hay un potencial de mejora importante al considerar dominios internos más extensos, lo que alejaría del Valle de Aburrá los errores generados en la interfaz entre los dominios, aunque también implicaría un mayor costo computacional. Durante el próximo mes se realizará una simulación con las emisiones estimadas en el inventario local de emisiones del Valle de Aburrá con año base 2018.

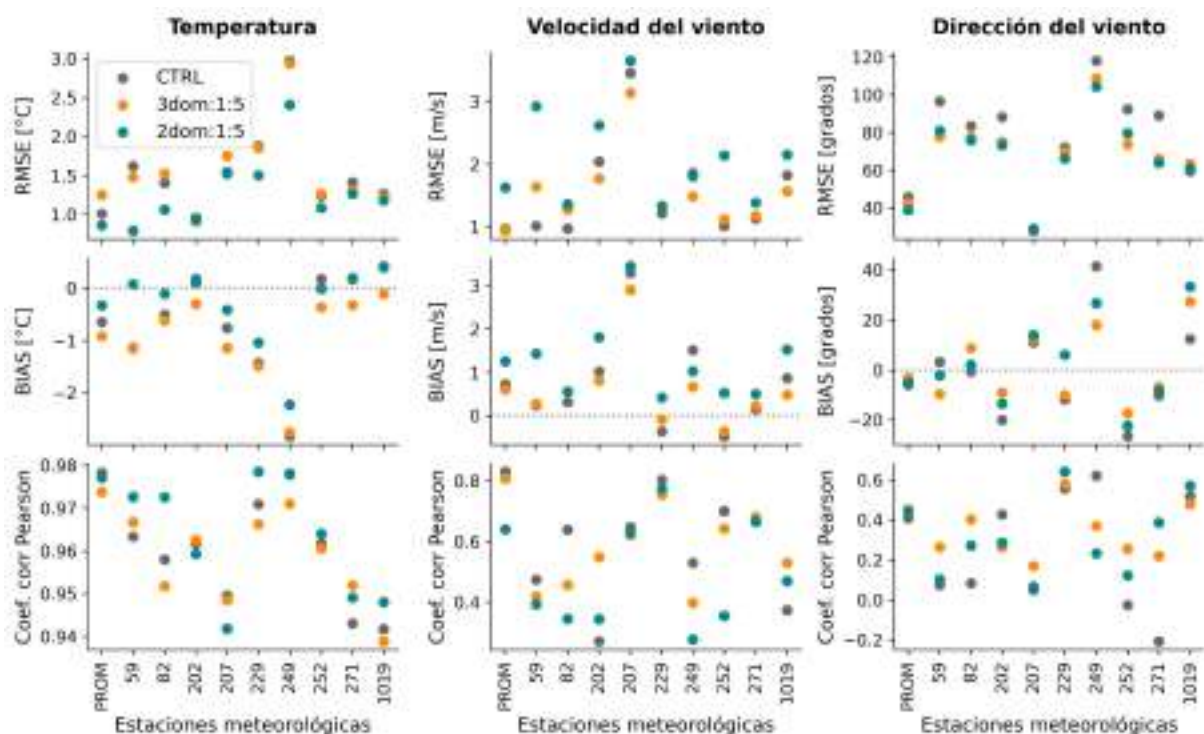


Figura 5.3: Métricas de desempeño para distintas estaciones meteorológicas usando las configuraciones de dominios CTRL, 3dom:1:5 y 2dom:1:5. Los paneles superiores muestran los resultados para el error cuadrático medio (RMSE), los paneles del medio muestran el sesgo (BIAS) y los paneles inferiores muestran el coeficiente de correlación de Pearson. De izquierda a derecha se presentan los resultados para las variables de interés: la temperatura, la velocidad del viento y la dirección del viento, respectivamente. La línea horizontal en los paneles del centro denota el valor de referencia a partir del cual se sobrestiman-subestiman las observaciones.

Campañas de monitoreo de contaminantes atmosféricos criterio y no criterio

Campaña de medición del flujo vehicular en los municipios de Girardota y Medellín

Se recuerda que si bien el ejercicio de la caracterización del flujo vehicular no corresponde directamente al monitoreo de contaminantes criterio y no criterio, si permite evaluar el impacto de variables asociadas a las emisiones atmosféricas vehiculares, como tipo de vehículo, número de vehículos y velocidad de circulación, posibilitando el entendimiento del comportamiento de parámetros de contaminación como los NO_X y el $PM_{2.5}$.

La Red de Monitoreo de Calidad del Aire del Valle de Aburrá ha tenido en operación dos sensores Armadillo Tracker los cuales permiten hacer seguimiento del flujo vehicular, caracterizando la cantidad, la velocidad de circulación y el tipo de vehículos que circulan por los puntos de medición. Estos sensores están ubicados en el puente de ingreso al municipio de Girardota y en la Fiscalía General de la Nación - Sede Caribe en el Distrito Especial de Medellín, donde la medición se realiza en sentido sur-norte. Durante este mes se realizó una descarga manual de los datos de los equipos en ambas estaciones. Los

archivos descargados contienen, además de la velocidad de los vehículos, la clasificación de éstos en tamaño pequeño, mediano y grande. Las campañas que se realizan con los sensores Armadillo generan información que podrá ser de utilidad en planes o políticas de movilidad, y en los inventarios de emisiones atmosféricas para fuentes móviles.

Es importante resaltar que el principal tipo de vehículos que identifica el sensor Armadillo es el tipo mediano, mientras que la identificación es menor para el número de vehículos de tamaño pequeño, los cuales según las especificaciones técnicas del equipo, corresponden a motocicletas. Lo anterior, no es consistente con la dinámica vehicular en el Valle de Aburrá, en el que el número de motocicletas registradas ha tenido un crecimiento significativo en los últimos años. En este sentido, en este informe no se incluyen los resultados para los vehículos pequeños, ya que los datos obtenidos no se consideran una muestra significativa.

Estación Puente Girardota

En las Figuras 5.4 (a) y (b), se presentan los ciclos diurnos correspondientes al mes de octubre de 2024 del número de vehículos circulando y discretizados por tamaños grande y mediano en dirección de entrada y salida al municipio de Girardota (obtenidos a partir del promedio de los conteos de los vehículos por cada hora). De las Figuras 5.4 (a) y (b), se observa que los ciclos diurnos tanto en la dirección de entrada como de salida, se caracterizan por valores más altos del número de vehículos en circulación (hasta cerca de 500 entrando y hasta cerca de 350 vehículos saliendo) entre las 05:00 y 21:00 horas en ambas direcciones para los vehículos de tamaño mediano y un valor mínimo entre las 23:00 y las 04:00 (hasta de cerca de 100 vehículos entrando y 50 vehículos saliendo), también en ambos sentidos, para los vehículos de tamaño mediano.

Por otra parte, las Figuras 5.4 (c) y (d), muestran el ciclo diurno del percentil 90 de la velocidad de los vehículos discretizados por tamaño grande y mediano. Según los resultados, las mayores velocidades promedio se presentan en las horas de la madrugada con valores entre 58 km/h y 65 km/h, mientras que las menores velocidades promedio se presentan al finalizar la tarde con valores entre 48 km/h y 52 km/h. Durante el mes de octubre, las velocidades mínimas y máximas para los vehículos de tamaño mediano en dirección de entrada correspondieron a 3 km/h y 120 km/h respectivamente. Para los vehículos grandes las velocidades mínima y máxima fueron de 10 km/h y 117 km/h respectivamente. Por su parte, para los vehículos de tamaño mediano en dirección de salida, las velocidades de circulación mínima y máxima fueron 5 km/h y 111 km/h respectivamente; para los vehículos grandes estas velocidades fueron de 11 km/h y 102 km/h, respectivamente. Además, se observa que los ciclos diurnos de la velocidad de los vehículos en ambas direcciones, tienen una tendencia similar.

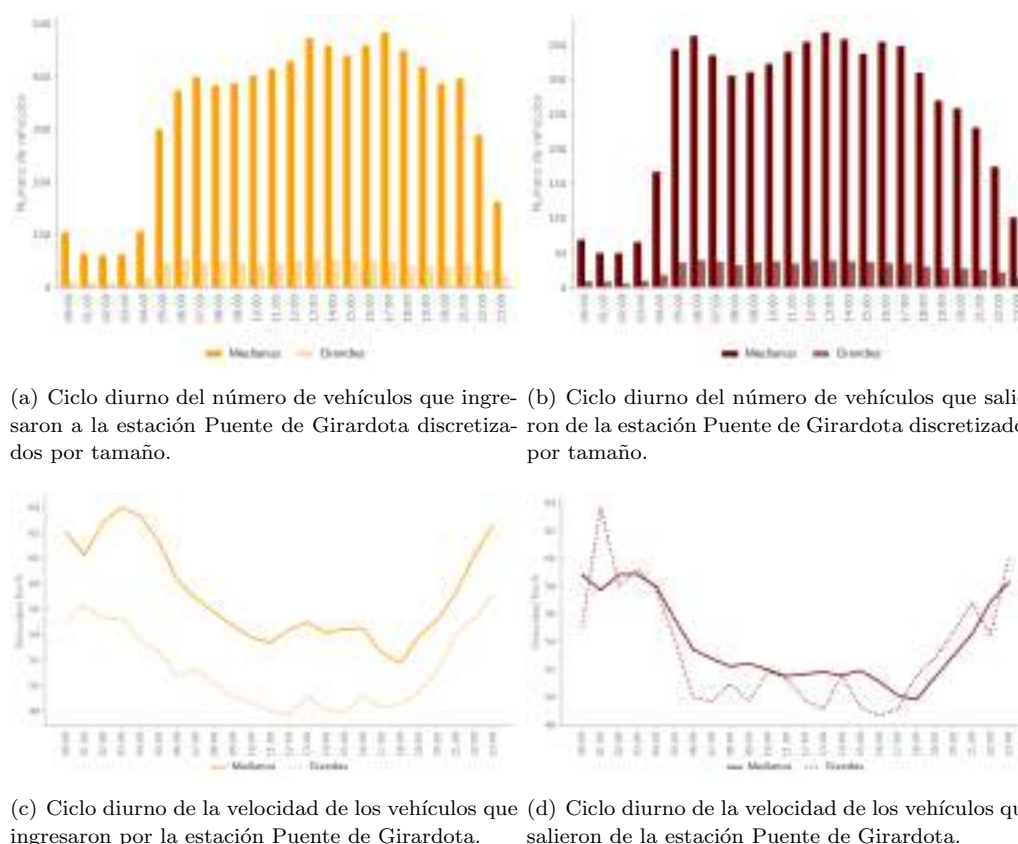
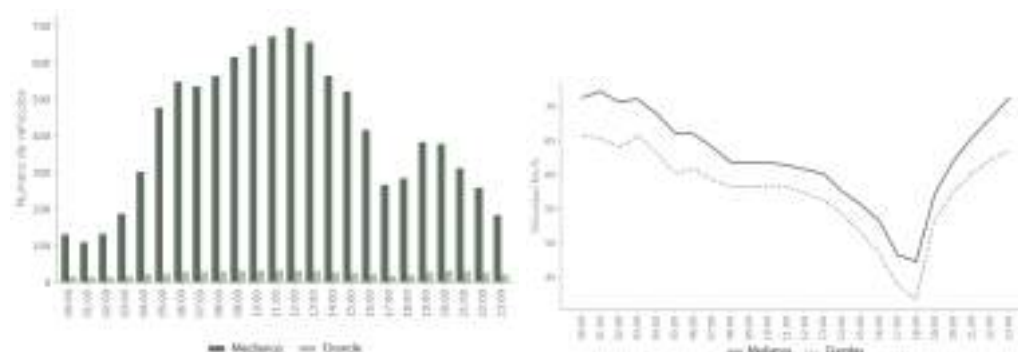


Figura 5.4: Resultados del conteo y clasificación vehicular para el mes de octubre de 2024 en la estación ubicada en el Puente de Girardota.

Estación Fiscalía General de la Nación - Sede Caribe

Las Figuras 5.5 (a) y (b) muestran los ciclos diarios del conteo de vehículos y de la velocidad de circulación de los vehículos discretizados por tamaño grande y mediano, en la estación Fiscalía General de la Nación Sede Caribe. En estas Figuras se observa un comportamiento bimodal para el ciclo diario del número de vehículos, según el cual a partir de las 05:00 horas y hasta las 16:00, se presenta el primer pico de vehículos máximos alcanzando valores máximos a medio día, en promedio, entre 600 y 700 vehículos. El segundo incremento del número de vehículos se da entre las 19:00 y las 22:00 alcanzando valores promedio de entre 300 y 400 vehículos por hora. Finalmente, a partir de las 23:00 se observa la disminución del número de vehículos para el resto de la noche y la madrugada. Respecto al ciclo diario de la velocidad de circulación, se observan comportamientos similares en las velocidades a lo largo del día para los vehículos de tipo mediano y grande (Figura 5.5 (b)). Ambos tipos de vehículos, muestran unas velocidades máximas entre las 22:00 y a las 08:00 horas, por su parte la velocidad mínima es muy marcada, registrada a las 18:00 horas para ambos tipos de vehículos. Durante el mes de octubre, las velocidades mínimas y máximas para los vehículos de tamaño mediano en dirección de entrada estuvo entre 6 km/h y 120 km/h, para los vehículos grandes fue de 8 km/h y 105 km/h, respectivamente.



(a) Ciclo diario del número de vehículos que circularon por la estación Fiscalia discretizados por tiempo. (b) Ciclo diario de la velocidad de los vehículos que circularon por la estación Fiscalia.

Figura 5.5: Resultados del conteo y clasificación vehicular para el mes de octubre de 2024 en la estación ubicada en la Fiscalia General de la Nación Sede Caribe.

Campaña de monitoreo de PM2.5 en la vertical con globos cautivos

En el mes de octubre se realizó la planeación de la campaña de evaluación de PM2.5 en la atmósfera vertical a partir de globos cautivos. Se definió la cancha deportiva de la universidad EAFIT, cerca al puente de la 4 Sur, como sitio de realización de la campaña. Esta ubicación cumple con condiciones que favorecen el lanzamiento de los globos cautivos en conjunto con los sensores de PM2.5. Además, se definió como fecha de lanzamiento de los globos los días 5 y 6 de noviembre después de las 8 pm.

Adicionalmente, la planeación de la campaña incluyó la definición de la calidad y longitud del hilo kevlar que se va a utilizar, el tamaño de los globos, así como el peso óptimo de la caja que lleva los sensores, buscando que se favorezca al máximo la elevación del globo en la vertical.

Campaña de monitoreo de fuentes de emisión a partir de cámaras térmicas

La calidad del aire en una estación de monitoreo puede verse afectada por el transporte de masas de aire desde fuentes de emisión fijas. La evaluación de las posibles fuentes de emisión cercanas en los alrededores de estaciones como Los Gómez en el municipio de Itagüí, y Belén Las Mercedes y Belén Altavista en el Distrito Especial de Medellín, han permitido identificar que cerca de estos puntos de medición existen fuentes industriales asociadas probablemente al subsector ladrillero cuyas emisiones al parecer afectan los registros de PM10 y PM2.5.

La Red de Cámaras Térmicas del proyecto SIATA permite hacer seguimiento, en su campo de visualización, de puntos de calor como chimeneas e incendios y poder así comparar con el comportamiento de contaminantes registrado en las estaciones de monitoreo. De esta manera, en el mes de octubre se hizo el seguimiento de las imágenes generadas por la cámara térmica que está instalada en el Centro Comercial Viva de Envigado. Esta cámara permite visualizar las chimeneas activas ubicadas en la ladera suroccidental, especialmente en la Vereda Los Gómez del municipio de Itagüí.

La Figura 5.6 presenta las concentraciones horarias de PM10 obtenidas en la Estación de Policía Los Gómez (ITA-POGO) para los días 11 y 16 de octubre, días seleccionados por presentar, en términos

generales, los valores horarios más altos en el mes.

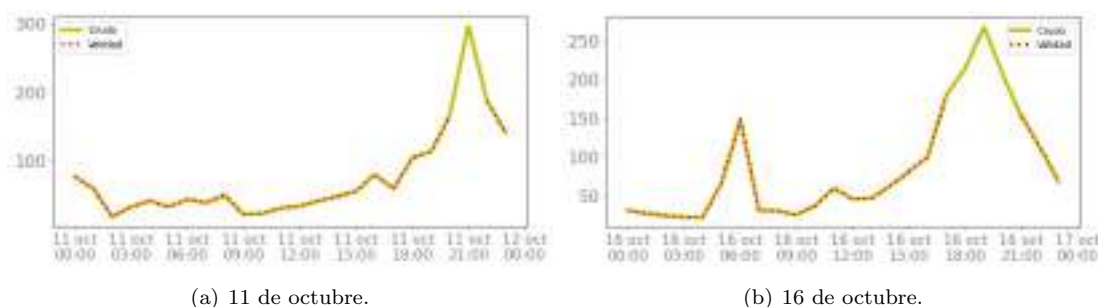


Figura 5.6: Concentraciones horarias de PM10 en la estación Los Gómez para los días (a) 11 y (b) 16 de octubre de 2024.

Teniendo en cuenta las concentraciones horarias en la estación ITA-POGO para los días mencionados, se generaron los videos de la cámara térmica mencionada anteriormente, disponibles en el enlace [videos cámara](#). La Figura 5.7 muestra una imagen del video generado en las primeras horas de la madrugada del 10 de octubre. En términos generales, el video permite evidenciar que estas chimeneas (marcadas con cuadros rojos en la Figura) permanecen activas especialmente durante la noche, siendo más intensos en la madrugada. Particularmente para el 11 de octubre, el video sugiere que las chimeneas posiblemente aumentan su emisión sobre las 19:00. Es probable que los cambios en la intensidad de las chimeneas, de acuerdo con el video, esté asociado a las dinámicas de operación y a la quema de combustible en cada una de estas industrias. En el caso del video generado para el 16 de octubre, los resultados muestran que se mantienen activas, desde las horas de la madrugada, 4 de los cinco puntos mostrados en la Figura 5.7, siendo el más activo, el ubicado en el extremo superior derecho de esta imagen, lo cual explicaría los dos picos de concentraciones mostrados en la Figura 5.6, teniendo en cuenta además que estas emisiones coinciden con períodos de estabilidad de la atmósfera por lo que no se facilita la dispersión de los contaminantes emitidos. Finalmente se resalta, que la intensidad de estas chimeneas puede estar asociada a la tasa de operación o quema de combustible, de igual forma, la afectación de las plumas de estas chimeneas en los registros de la estación ITA-POGO puede depender de las dinámicas meteorológicas del lugar.



Figura 5.7: Imagen cámara térmica ubicada en el Centro Comercial Viva de Envigado con visual hacia la vereda Los Gómez. Los cuadros rojos hacen referencia a posibles chimeneas. La flecha azul muestra la ubicación aproximada de la estación.

Para el próximo mes se espera tener resultados del monitoreo con cámara térmica instalada en el sector de Belén Las Mercedes en el Distrito de Medellín. Es importante aclarar que esta evaluación con cámaras térmicas a fuentes de emisión fijas, permite tener mejor evidencia del aporte a la calidad del aire, lo cual puede ser usado para hacer gestión por parte de las autoridades ambientales, con los responsables de esas fuentes.

Campaña de caracterización química de compuestos tóxicos (HAPs)

Se dio inicio a la campaña de medición de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) recolectando los filtros muestreados desde el día 17 de octubre, en 5 estaciones de PM10 manuales (BAR-HSVP, ITA-POGO, MED-CORA, ITA-PTAR y EST-MAGO). La campaña requerirá de la toma de 60 muestras en total (cada 3 días, 12 muestras por punto). La etapa de muestreo se espera terminar el 20 de noviembre de 2024.

Para la toma de muestra y almacenamiento del filtro antes de su análisis, se tuvieron en cuenta las condiciones técnicas asociadas al mantenimiento de la cadena de frío y manipulación de éstos. Los filtros serán analizados en el laboratorio GAIA de la universidad de Antioquia, quien cuenta con la correspondiente acreditación por parte del IDEAM.

Campaña de caracterización química del PM2.5 secundario

En el mes de octubre se planeó la campaña de caracterización química de PM2.5, en 3 puntos del Valle del Aburrá (ITA-CJUS, TRAF-CENT y GIR-EPM), con el objetivo de cuantificar aniones mayoritarios

tales como los sulfatos, nitratos y cloruros, además de otros compuestos de interés como el formaldehído y tolueno, que de acuerdo a la literatura participan activamente en los mecanismos de formación de PM_{2.5} secundario. Se espera recolectar y cuantificar un total de 24 muestras de aniones (sulfatos, nitratos y cloruros), 28 muestras de formaldehído y 24 muestras de tolueno. Esta información permitirá, además de avanzar en el entendimiento de los mecanismos de reacción química que afectan la formación de material particulado PM_{2.5} secundario, acercarse al ciclo diurno de las especies químicas analizadas en el Valle de Aburrá.

Monitoreo a contaminantes atmosféricos criterio y no criterio

El Valle de Aburrá cuenta con una red de monitoreo de contaminantes criterio y no criterio definidos en la Resolución 2254 de 2017 publicada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. La mayoría de las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire del Valle de Aburrá están acreditadas por el IDEAM, mediante Resolución 1341 de 2023. La red es operada desde el proyecto SIATA, el cual es ejecutado por la Universidad EAFIT, a través del Contrato de Ciencia y Tecnología CCT 016 de 2024.

Durante el mes de octubre se entregó información permanente y confiable del comportamiento de la calidad del aire en el Valle de Aburrá, principalmente de las concentraciones del material particulado PM_{2.5}, contaminante más crítico para la región. El seguimiento al PM_{2.5}, se llevó a cabo en veintitrés (23) puntos de monitoreo con equipos automáticos y en dos (2) puntos de medición con equipos manuales, la mayoría de los cuales están en el alcance de la resolución de acreditación de la red por parte del IDEAM (Resolución 1341 de 2023). Se realizó también seguimiento a variables atmosféricas y de las concentraciones de otros contaminantes tales como PM₁₀ (9 equipos automáticos y 9 manuales), O₃ (9 equipos automáticos), NO_x (7 equipos automáticos), SO₂ (4 equipos automáticos), CO (2 equipos automáticos), Black Carbon (3 equipos automáticos), Carbono Total (2 equipos automáticos), un equipo automático de BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno y xileno) y PM₁ (2 equipos automáticos). Se entregaron reportes diarios de las concentraciones de PM_{2.5} durante todo el mes, así como los respectivos índices de calidad del aire - ICA, diario y de los últimos 7 días, para este parámetro. Los informes de resultados obtenidos por la Red de Monitoreo de Calidad del Aire del Valle de Aburrá se reportan con detalle en el enlace [Informe de Operación](#).

Herramientas de análisis para el monitoreo de la Calidad del Aire

Durante el mes de octubre se tuvo disponible el enlace [Herramientas AMVA \(SIATA\) para el análisis integral de la calidad del aire](#), página no oficial. Este enlace se ha mantenido disponible desde hace varias vigencias, tanto para el grupo técnico del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, como del equipo interno del componente de calidad del aire del SIATA. Es una herramienta fundamental para el seguimiento continuo de variables atmosféricas que influyen en la contaminación de este recurso natural y que posibilita la toma de decisiones principalmente durante el periodo de episodios de contaminación atmosférica.

WP1.1.4. Generación de pronósticos estadísticos que permitan prever eventos de crecientes extremas en el río Aburrá-Medellín y sus afluentes

Tiempos de viaje en el Río Aburrá - Medellín

Durante el mes de octubre, se ha propuesto el uso del Teorema de Bayes para evaluar la probabilidad de que una estación en el Río Aburrá-Medellín experimente un crecimiento en su lámina, condicionado a que uno de sus cauces tributarios o la estación inmediatamente anterior en el río también registre aumento por creciente. Este enfoque se fundamenta en el Teorema de Bayes, el cual permite actualizar la probabilidad de un evento dado el conocimiento de otro evento relacionado, proporcionando un marco robusto para entender las interdependencias entre estaciones. En una primera fase, se han evaluado probabilidades entre 0 y 1 para establecer una base cuantitativa inicial, sobre la cual se inicia posteriormente un análisis de tiempos de viaje. Dicho análisis se basa en las probabilidades obtenidas y se centra en estimar el tiempo con el que un evento de creciente en una estación podría impactar aguas abajo debido al viaje de la onda.

Umbrales de precipitación para drenaje urbano empleando análisis estadístico

Durante el mes de octubre se realizó una mejora al modelo del Random Forest, correspondiente a las técnicas de Maching Learning evaluados en meses anteriores. Con este modelo se quieren relacionar las variables monitoreadas con las redes hidrometeorológicas con las afectaciones en el drenaje urbano. En este mes se incluyó una cuarta variable independiente correspondiente a el nivel de encharcamiento en el punto critico, mientras que la variable a predecir, corresponde a el mismo nivel de encharcamiento en el punto critico para 10 minutos adelante. Respecto al entrenamiento y test del modelo, los indicadores de precisión y exactitud mejoraron considerablemente. Además se evaluó el mes de octubre y los indicadores de precisión y exactitud se mantienen dentro de rangos aceptables (superiores a 0.70).

Se plantea la posibilidad de obtener umbrales de precipitación y nivel para el próximo mes y generar un código ejecutable del modelo de manera operativa para las alertas tempranas del equipo operacional.

WP1.2. Estudio/modelación de amenaza/riesgo

WP1.2.1. (Amenaza meteorológica) Seguimiento, caracterización y evaluación de fenómenos hidrometeorológicos

Las tareas que se desarrollan dentro de esta actividad están enfocadas a la generación y el análisis de la información proveniente de las redes internas y externas al proyecto, para una adecuada caracterización y gestión efectiva de aquellas amenazas de origen hidrometeorológico sobre la región metropolitana.

Nowcasting basado en la reflectividad horizontal proporcionada por el radar meteorológico

Durante el último mes se continuó trabajando en la configuración óptima de los parámetros para las metodologías LINDA (Lagrangian INtegro-Difference equation model with Autoregression) y STEPS (Short-Term Ensemble Prediction System). Entre los parámetros que más influyen en el desempeño de los modelos y que ambos algoritmos comparten, se encuentran el número de ensambles a utilizar, la cantidad de barridos de radar empleados para generar el pronóstico, el método utilizado para calcular el campo de vientos, y aquellos relacionados con la generación de ruido.

Para determinar el campo de movimiento, se empleó el método de flujo óptico de Lucas-Kanade, ampliamente reconocido en el ámbito de visión artificial. En cuanto al número de barridos de reflectividad del radar seleccionados para el nowcasting, se optó por cinco. Esta elección se basa en la naturaleza altamente heterogénea de la precipitación convectiva en nuestra región, lo que hace necesario capturar el patrón predominante de movimiento. Los parámetros para perturbar la velocidad y generar los ensambles fueron calculados ajustando las diferencias entre las estimaciones del campo de movimiento obtenido mediante el método de Lucas-Kanade y las observaciones reales. Dichos parámetros fueron determinados para cada hora del día, dado que los mecanismos que generan la precipitación varían según la hora en nuestra región. Finalmente, se estableció que el número óptimo de ensambles para generar el nowcasting con ambas metodologías es de tres. Esto permite calcular el promedio de los ensambles y obtener un nowcasting determinista con un horizonte temporal de hasta una hora.

La calibración de estos parámetros se llevó a cabo utilizando el Fraction Skill Score (FSS) en 24 eventos de precipitación seleccionados en el territorio. Los eventos elegidos presentan características espaciales variadas, alcanzan su máxima intensidad en diferentes horas del día y corresponden a distintos meses y años. Este enfoque busca determinar los parámetros más adecuados, teniendo en cuenta el comportamiento de la precipitación en el Valle de Aburrá y sus alrededores.

Cada evento incluyó al menos 150 barridos de radar, y el FSS fue calculado para escalas espaciales de 2, 8 y 32 km, evaluando el desempeño a lo largo de todo el evento. Cabe destacar que el FSS es una métrica

ampliamente utilizada en pronósticos de precipitación, ya que permite evaluar el desempeño del modelo en diferentes escalas espaciales, proporcionando una visión integral de la calidad del pronóstico.

Nowcasting precipitación de satélite

Durante octubre, se optimizó nuevamente el modelo de redes neuronales convolucionales para pronósticos de precipitación en la ventana de 1 hora, utilizando exclusivamente datos del trimestre MAM para el periodo 2018-2023. Posteriormente, se evaluó el desempeño del modelo pronosticando eventos del mismo trimestre en el año 2024, con el fin de validar los resultados obtenidos en las pruebas realizadas en septiembre. Los hiperparámetros seleccionados fueron, en su mayoría, los mismos que en la optimización anterior (2018-2024), con dos excepciones: el factor de decaimiento de la tasa de aprendizaje se incrementó de 0.1 a 0.3, y el parámetro de regularización pasó de $5.2e-05$ a $8.4e-04$.

Al evaluar el modelo con el conjunto de prueba independiente (10 % de los datos 2018-2023 no usados en el entrenamiento), se logró una exactitud general del 90.1 %, con un recall de 84.7 %, indicando que el modelo identificó correctamente el 84.7 % de los eventos de lluvia registrados. La precisión fue del 90.2 %, reflejando que, de todas las veces que el modelo predijo precipitación, esta ocurrió efectivamente en el 90.2 % de los casos. Además, el modelo evitó falsos positivos en un 93.8 % de las predicciones. Sin embargo, al aplicar el modelo al periodo MAM 2024, se observó una disminución significativa en el desempeño, con un recall del 44.3 % y una precisión del 56.9 %. Este deterioro parece estar relacionado con un marcado desbalance en los datos: en el conjunto de prueba 2018-2023, el 40 % de los registros correspondieron a lluvia, mientras que en MAM 2024, solo el 13 % de los datos presentaron precipitación. Esta discrepancia afectó particularmente la capacidad del modelo para identificar eventos de precipitación en condiciones de datos desbalanceados.

Asimismo, se evaluaron 11 eventos específicos de precipitación en MAM 2024. Los resultados mostraron que eventos con distribuciones más equilibradas entre lluvia y no lluvia presentaron métricas significativamente mejores, mientras que los eventos con baja proporción de lluvia obtuvieron un desempeño reducido. Este comportamiento sugiere la necesidad de estrategias adicionales para manejar desbalances en los datos y mejorar la generalización en escenarios con distribuciones de datos menos favorables.

Registros de ocurrencia de eventos

En el mes de octubre se registraron 25 eventos de precipitación, cifra inferior al promedio entre los años 2013 y 2023. El mayor número de eventos registrados para el mes de octubre se dio en el año 2018, con 37. El mínimo ocurrió en el año 2013 con un total de 16.

Estos informes se pueden consultar en https://siata.gov.co/reporte_eventos/ y en el link: [Histórico informes lluvia](#) se encuentra información histórica de estos reportes.

WP1.2.2. (Inundaciones, Sequías, Av. Torrenciales, Mov. Masa, Incendios) Optimización de los modelos hidrológicos e hidráulicos usados en el SIATA

La optimización de modelos hidrológicos e hidráulicos que se realiza en esta actividad permitirá identificar los modelos más apropiados para usar en las diferentes cuencas del territorio, insumo que podrá usarse para la evaluación de diferentes amenazas (y riesgos asociados) que afectan el territorio: inundaciones, sequías, avenidas torrenciales, movimientos en masa e incendios.

Análisis estadístico de rendimiento del modelo KW (Onda Cinemática)

Se realizó un análisis estadístico utilizando matrices de confusión para evaluar y visualizar el rendimiento del modelo KW, que actualmente opera para 18 estaciones de nivel con tres configuraciones diferentes. Dos de estas parametrizaciones utilizan información de lluvia obtenida del radar meteorológico, mientras que la tercera se basa en datos de pluviómetros. Este análisis permitió una evaluación detallada de cada parametrización. (Ver figura 6.1)

Retomando informes anteriores, el modelo de onda cinemática (KW) es un modelo agregado que se ha venido implementando en cuencas pequeñas y de alta pendiente, se usa para el pronóstico y estudio de eventos individuales. Este modelo utiliza parámetros físicos para caracterizar las cuencas y convierte la lluvia de entrada en un caudal de salida luego de determinar algunas pérdidas.

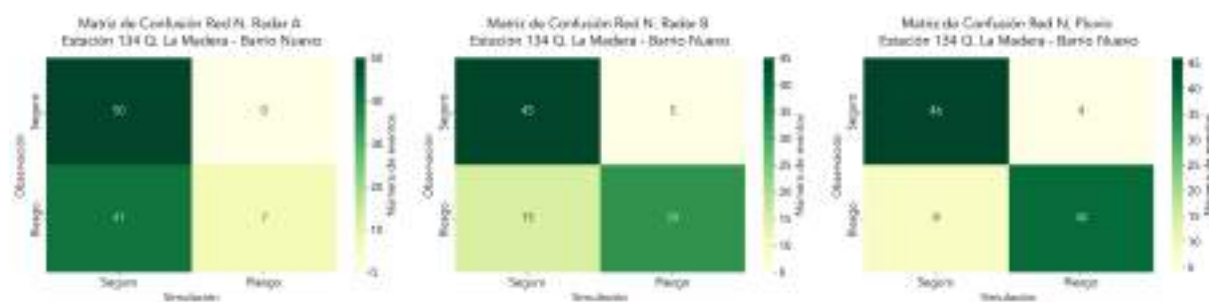


Figura 6.1: Matriz de confusión para la estación de nivel 134.

Modelación hidrológica en el Valle de Aburrá

Durante el mes de octubre se realizaron avances relacionados con la comparación de los modelos hidrológicos SWAT y SAC-SMA en las estaciones ubicadas a lo largo del río Medellín que cuentan con curva de estimación de caudales o curva nivel-caudal para realizar la comparación con caudales observados. Para una comparación y análisis más detallado se empleó un diagrama de Taylor como herramienta para seleccionar el mejor modelo, basándose en tres parámetros estadísticos: desviación estándar, coeficiente de correlación y error cuadrático medio para el periodo de calibración en cada una de las estaciones (Figura 6.2). El mejor modelo es el que se acerca más al arco rojo, así como al punto *Obs*, lo que indica mayor similitud con las observaciones. En resumen, el modelo SAC-SMA es mejor para representar los caudales en las estaciones 342.R. Medellín - Santa Marta y 106. R. Medellín - Parque 3 Aguas, mientras que el modelo SWAT es mejor en las estaciones 169. R. Medellín - La Clara, 99. R. Medellín - Aula Ambiental y 93. R. Medellín - Puente 33. Ambos modelos tienen un comportamiento similar en la estación 140. R.

Medellin - Puente Fundadores. Esto demuestra la importancia de realizar una evaluación comparativa de los modelos hidrológicos y la importancia de realizar simulaciones conjuntas de los caudales utilizando varios modelos hidrológicos con el fin de obtener resultados más robustos.

En el siguiente enlace se encontrarán más detalles sobre los avances relacionados con la implementación de modelos hidrológicos en el Valle de Aburrá: [Modelación hidrológica](#)

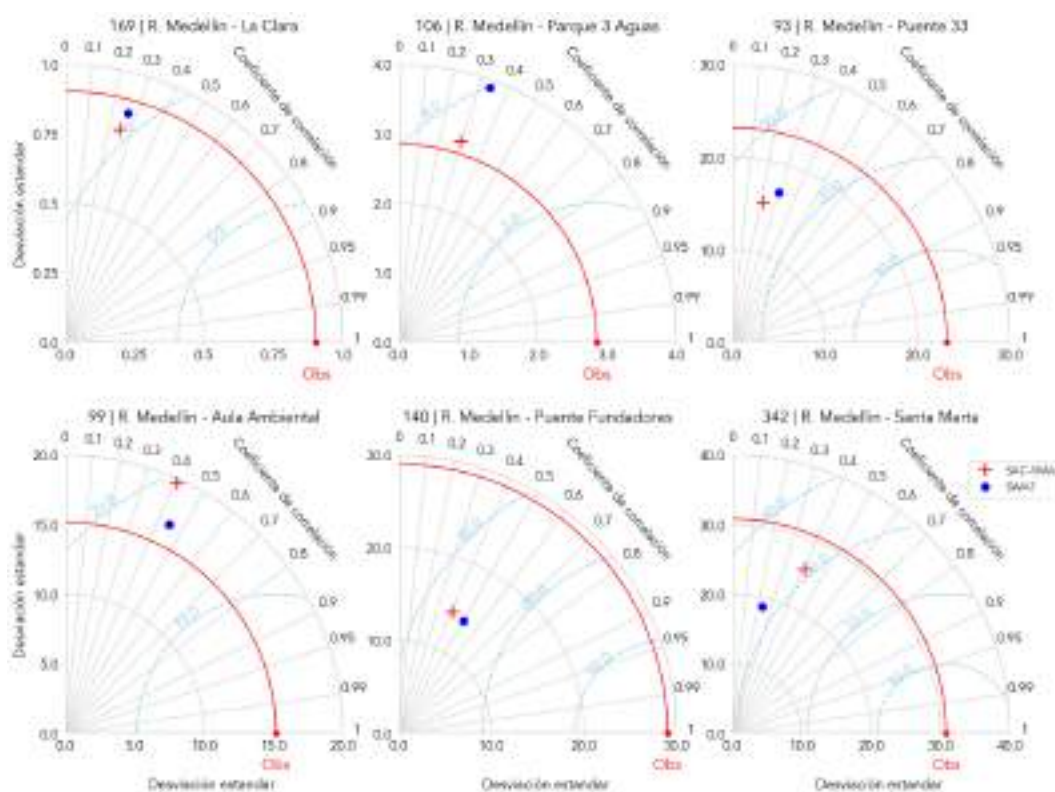


Figura 6.2: Diagramas de Taylor que muestran una evaluación estadística de los caudales simulados a partir del modelo SAC-SMA y SWAT. Las líneas punteadas azules indican el error cuadrático medio. El punto azul indica el modelo SWAT y la cruz roja el modelo SAC-SMA

Modelación hidráulica

El uso de modelación hidráulica en el proyecto SIATA se realiza con varios propósitos: delimitación de zonas inundables de acuerdo a las necesidades que se generan desde los Sistemas de Alerta Temprana Comunitaria (SATC) o desde la Entidad, para la estimación de tiempos de viaje en un tramo de interés, y para la definición o validación de niveles de riesgo asociados a las estaciones de la red de nivel. Durante el mes de octubre se realizó la modelación hidráulica de la quebrada La Ayurá en la parte alta de la cuenca en el municipio de Envigado, con el fin de evaluar los puntos críticos de desbordamiento para la implementación de un nuevo Sistema de Alerta Temprana Comunitaria (SATC) e identificar los niveles de riesgo asociados a la estación existente en el punto de interés. Los resultados se muestran en la Figura 6.3 donde no se observan zonas crítica de desbordamiento para un caudal total de aproximadamente $25m^3/s$ calculada a partir de los caudales máximos de la curva de calibración existente para la estación

183 | Q. La Ayurá - Ecoparque El Salado. No obstante, se espera que desde los talleres realizados por el equipo social cuando inicie el proceso comunitario, se obtengan fechas importantes que estén asociadas a eventos históricos de creciente y que puedan ser evaluados desde la modelación hidráulica.

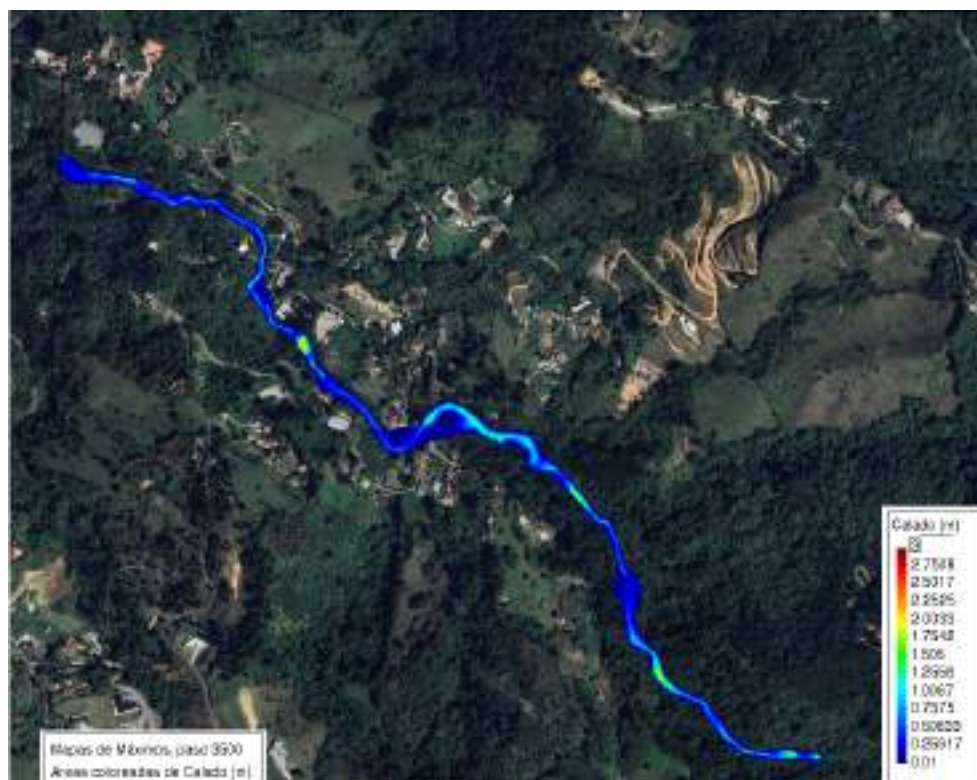


Figura 6.3: Área de inundación Q. La Ayurá en la vereda El Salado del municipio de Envigado.

Monitoreo aguas subterráneas

Uno de los procesos hidrológicos mas importantes es el relacionado con la infiltración de agua en el suelo, desde capas superficiales hasta capas más profundas que están relacionadas con los acuíferos, los cuales pueden recargarse o descargarse de acuerdo la variabilidad de las lluvias en superficie y a las dinámicas propias del suelo. Desde el proyecto SIATA se realiza monitoreo al agua subterránea por medio de la medición de nivel freático en algunos pozos de la red de usuarios de AMVA.

Con los registros que se vienen almacenando en esta red se realizan procesos de validación para los modelos hidrológicos que incluyen procesos subterráneos en su planteamiento. En este sentido se adelantó el cálculo del índice estandarizado de nivel de aguas subterráneas a partir del cual es posible detectar en cuales puntos de monitoreo se han presentado respuestas a periodos de sequías. Para ello, se tomó la información histórica registrada por RedRío a escala mensual y la información registrada por la red del proyecto SIATA que opera desde 2022. Adicionalmente, se calcularon los promedios mensuales multianuales para los niveles piezométricos, a partir de las superficies suministradas por el área de recursos hídricos de AMVA. Finalmente, se realizaron correlaciones cruzadas entre la precipitación acumulada y los niveles freáticos, con periodos de rezago de 15, 30 y 45 días.

WP1.2.3. (Inundaciones) Desarrollo e implementación de un piloto para cuantificar y evaluar el riesgo por inundaciones

En esta actividad se busca cuantificar las afectaciones por inundaciones (riesgo por inundaciones) para las cuencas de La Doctora y La Sabanetica, en el municipio de Sabaneta. En este piloto se define la amenaza mediante manchas de inundación para diferentes periodos de retorno, y se consideran las características de las edificaciones en la zona de inundación y su propensión al daño cuando se materializa una amenaza.

En continuación con la implementación del piloto para cuantificar y evaluar el riesgo por inundación, se realizó la visualización espacial de las estructuras en riesgo para las tres escenarios de modelación mostrados anteriormente entre las quebradas La Doctora y Sabanetica, en el municipio de Sabaneta.

Los resultados habían mostraron un total de 12 estructuras con valores de riesgo estructural en el área de inundación con un tiempo de retorno de 10 años, 41 estructuras para 100 años y 86 estructuras para 250 años. Solo una de estas estructuras presentó un daño estructural superior al 25 %, siendo visible tanto en el área de inundación de 100 años como en la de 250 años.

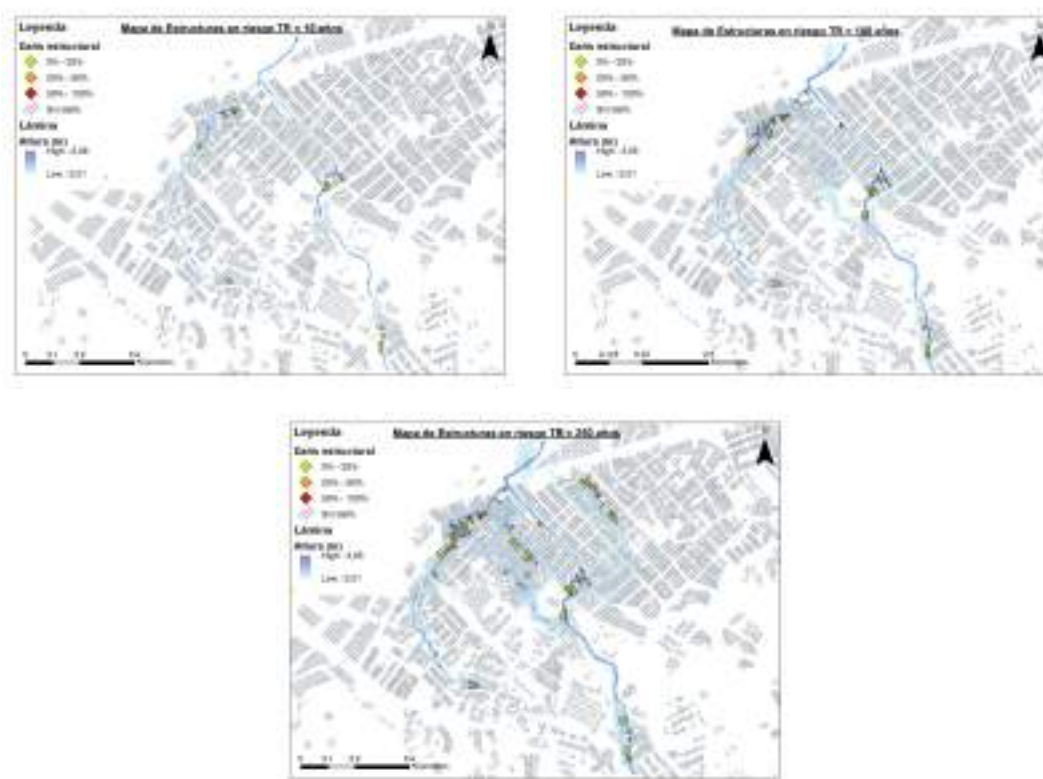


Figura 6.4: Infraestructuras en riesgo según el área de inundación modelada.

WP1.2.4. (Sequías, Mov. Masa) Monitoreo y evaluación de movimientos en masa y cambios en el paisaje, con herramientas de teledetección

El conocimiento del comportamiento de los movimientos en masa del territorio y los cambios del paisaje son insumos que pueden usarse en la evaluación de geomenazas. Esta actividad busca la cuantificación de tales amenazas utilizando herramientas de teledetección.

Las tareas de monitoreo y evaluación de movimientos en masa y cambios en el paisaje mediante herramientas de teledetección están complementadas por la actividad WP2.3.5 en el componente de Ruta del Dato. Se recomienda hacer una lectura conjunta de las actividades para ampliar su comprensión.

Durante el mes de octubre, se incorporaron análisis de correlación entre la lluvia y los desplazamientos detectados mediante InSAR, así como otras estrategias para identificar los periodos de mayor desplazamiento a partir de las series de tiempo de las anomalías registradas en el Valle de Aburrá. Se diseñaron esquemas de monitoreo geotécnico e hidrogeológico para las anomalías InSAR en El Zarzal y alrededor de las quebradas la Maula y la Limona en San Antonio de Prado, con el objetivo de corroborar los desplazamientos detectados y profundizar en el análisis de la correlación con las condiciones hidrogeológicas e hidrometeorológicas del terreno.

WP1.2.5. (Av. Torrenciales) Evaluación de metodologías y modelos para el análisis de avenidas torrenciales

Esta actividad aporta a la cuantificación de la amenaza por avenidas torrenciales (amenaza hidrológica), insumo que puede usarse junto con modelos de exposición y vulnerabilidad para la cuantificación del riesgo por estos eventos.

Como continuación de la evaluación previa sobre la presencia de suelos con sedimentos granulares para identificar el potencial destructivo de posibles flujos de escombros en las cuencas, este mes se avanzó en la exploración del modelo de propagación empírica para estimar las áreas potencialmente afectadas por avenidas torrenciales en cada cuenca del Valle de Aburrá. Se realizaron modelaciones para dos zonas de control en la cuenca de la quebrada Manguala y El Chocho.

No obstante, es necesario optimizar los parámetros de ajuste del modelo para mejorar los resultados en los diferentes tipos de cuencas y flujos torrenciales presentes en el Valle de Aburrá.

WP1.2.6. (Av. Torrenciales, Mov. Masa, Sismos) Implementación de metodologías para la caracterización del ruido sísmico

Esta actividad busca correlacionar señales detectadas por equipos de la red sísmológica con fenómenos como microsismicidad, movimientos en masa, avenidas torrenciales y/o actividad antrópica.

En el mes de octubre se revisó el procesamiento realizado a la señal que podría estar relacionada con un movimiento en masa de la base de datos del DAGRD y se encontró que los resultados del análisis espectral son más claros utilizando el registro crudo (Figura 6.5, inferior izquierda) es decir, antes de realizar la remoción de la respuesta instrumental para obtener unidades de velocidad (Figura 6.5, superior

izquierda). Tampoco se realizó la remoción de la tendencia ni la corrección de línea base aplicadas durante el mes pasado, obteniendo así el espectrograma de la Figura 6.5 inferior derecha, donde se observa muy claramente la colina o forma triangular característica en espectrogramas de señales sísmicas producidas por los movimientos en masa, propuesta por C.-H.Chen (2013). Esto indica que para la construcción de una metodología de detección de este tipo de fenómenos en registros sísmicos el procesamiento aplicado a señales relacionadas con terremotos podría no ser el adecuado.

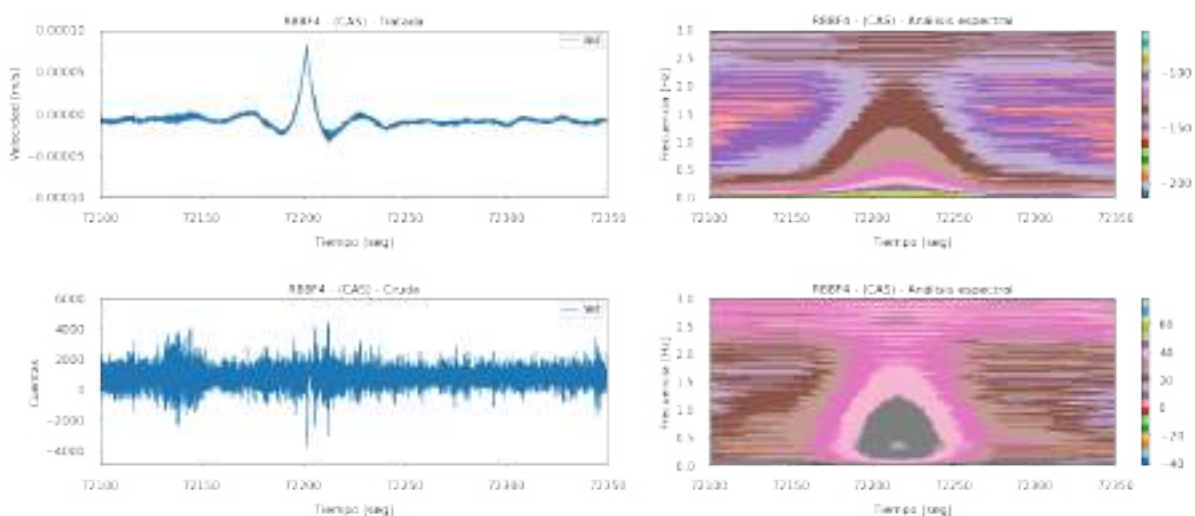


Figura 6.5: Comparación del análisis espectral de la señal que podría estar relacionada con un movimiento en masa reportado al DAGRD el día 06/04/2021, utilizando el registro procesado (imagen superior izquierda) y el registro crudo (imagen inferior izquierda) de la señal sísmica. Los espectrogramas de ambos registros (secciones superior e inferior derecha de la Figura) muestran la forma triangular característica propuesta por C.-H.Chen (2013) relacionada con movimientos en masa.

Por otro lado se verificó que el sismógrafo R88F4 que hoy se encuentra ubicado en La Estrella (Antioquia) se encontraba instalado en abril de 2021 en Casa SIATA (Medellín, Antioquia), es decir, a aproximadamente 10 km del evento morfodinámico reportado en la base de datos del DAGRD el 06/04/2021 UTC entre las 17:19:25 UTC y las 17:20:10 UTC. En dicho rango temporal se observa un cambio de amplitud notorio en el dominio del tiempo. Sin embargo, el análisis espectral de la señal no muestra un cambio frecuencial importante (Figura 6.6). Al revisar horas previas y posteriores en la traza del día con su respectivo espectrograma, se encontró la forma característica referida en la Figura 6.6, específicamente entre las 20:02:42 UTC y las 20:04:42 UTC; esto demuestra no solo que para este tipo de fenómenos puede ser más importante analizar la señal en el dominio de la frecuencia sino también que se debe analizar un periodo de tiempo mucho más extenso que el revisado para eventos sísmicos. En este caso, el posible movimiento en masa se observa 3 horas después del llamado del DAGRD. Debido a que la incertidumbre temporal en esta base de datos de llamados es muy alta, es posible pensar que lo registrado en la estación R88F4 Casa SIATA es un movimiento en masa diferente. Así, con el fin de tratar de identificar si esta señal podría estar relacionada con un movimiento en masa no reportado detonado por lluvias se realizó una búsqueda en la web y se encontró que en la noche del 05/04/2021 hora local, cerca de la medianoche del 06/04/2021 UTC, inició un evento de precipitación que superó los máximos históricos de los sensores de nivel instalados en el río Medellín hasta ese momento. Es importante entonces revisar los datos del pluviómetro más cercano para identificar en qué momento ocurrió el movimiento en masa con relación al evento de precipitación. Este análisis puede ayudar a establecer un rango temporal en el que podrían estudiarse señales similares registradas en diferentes sismógrafos asociadas con eventos de precipitación

para caracterizar la ocurrencia de movimientos en masa en diferentes tipos de suelo del Valle de Aburrá.

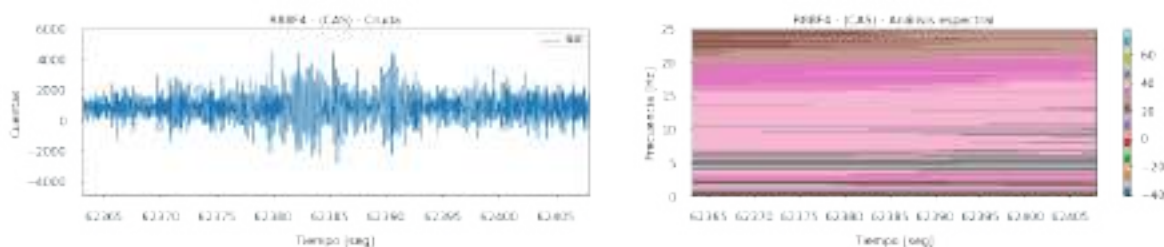


Figura 6.6: A la izquierda, recorte del registro sísmico de la estación CAS (Casa Siata, Medellín - Antioquia) 20 segundos antes y después del llamado por movimiento en masa de la base de datos del DAGRD el día 06/04/2021 UTC. En la traza se observa un cambio de amplitud notorio; sin embargo, en el espectrograma de la derecha no se puede apreciar ningún cambio frecuencial.

WP1.2.7. (Mov. Masa) Evaluación de umbrales de lluvia como detonantes de movimientos en masa

Mediante el uso de información histórica de lluvia de alta resolución, se pretende definir niveles de acumulación de precipitación que están asociados a la ocurrencia de movimientos en masa en la región metropolitana.

Durante el mes de octubre, se continuó en la exploración y la espacialización de la probabilidad de lluvia crítica antecedente que puede generar movimientos en masa. Basado en lo realizado en el mes de septiembre—la espacialización de la lluvia acumulada de los últimos 7 y 90 días mediante la interpolación de datos de la red pluviométrica y el radar meteorológico— se construyó un mapa de lluvia acumulada que, al cruzarlo con los umbrales establecidos (umbrales de lluvia reciente-antecedente), permitió generar un mapa de probabilidad de lluvia crítica en todo el valle.

El trabajo se enfocó en diseñar un reporte semanal de la probabilidad de lluvia crítica discretizada por municipios y sectores (veredas y áreas urbanas) del Valle de Aburrá. Utilizando el mapa de probabilidad de lluvia crítica de los 7 vs. 90 días y cruzándolo con una capa geográfica de veredas y sectores, se clasificaron las áreas según su probabilidad de lluvia crítica en: alta, media y baja.

Finalmente, se implementaron estos resultados en un geovisor en formato HTML que permite visualizar de manera rápida las veredas y sitios urbanos con mayor probabilidad de lluvia crítica. Este geovisor se ejecutará automáticamente cada semana para proporcionar un mapa semanal de las condiciones críticas recientes, ofreciendo así un panorama general de las condiciones en el valle. Con lo anterior se busca ofrecer una herramienta para identificar las zonas más propensas a deslizamientos inducidos por lluvia que pueda ser útil para los tomadores de decisiones.

WP1.2.8. (Mov. Masa, Incendios) Evaluación de umbrales de humedad en el terreno como detonantes de eventos

Las tareas de evaluación de umbrales de humedad como detonantes de eventos se complementan con la actividad WP2.3.6 dentro del componente de la Ruta del Dato. Se recomienda una lectura conjunta de las actividades para una comprensión más amplia.

Durante el mes actual, se definieron las herramientas a explorar para la espacialización de la humedad, avanzando en el análisis del modelo hidrológico semi-distribuido SWAT y los productos satelitales de microondas en banda L de SMAP. Estos productos ofrecen frecuencias de actualización diaria y cada 3 horas, con una latencia de 2.5 días, respectivamente. El modelo SWAT presentó resultados inconsistentes debido a limitaciones en las unidades empleadas para la humedad, destacándose errores durante la conversión de unidades. Por este motivo, es necesario realizar un análisis más detallado del procesamiento de datos, revisar los productos generados y evaluar posibles fuentes de error en los procedimientos.

Por otro lado, SMAP mostró correlaciones moderadas (superiores a 0.6) en 3 de los 5 puntos analizados en tierra con los sensores de la red SIATA. Sin embargo, los otros 2 puntos no mostraron buena correlación. La principal limitación de SMAP es su resolución de 9 km, lo cual restringe su precisión en áreas de menor escala.

Análisis de umbrales de precipitación y humedad del suelo

Durante el mes de octubre se continuó con el análisis para estimar umbrales de precipitación y humedad del suelo, enfocados en la alerta temprana de crecientes extremas. En este caso se empleó el algoritmo de clasificación Random Forest (RF), en la subcuenca de la Q. La Sabanetica (estación de nivel 145).

Usando RF se establecieron áreas de mayor y menor probabilidad de ocurrencia de crecientes extremas. La definición de estas áreas permite la clasificación de niveles de riesgo entre verde y amarillo (clase 0), o entre naranja y rojo (clase 1), de manera correcta en un 99 % de las veces para la cuenca. Se espera poder implementar estos resultados en la alerta temprana de crecientes en tiempo real. Este tema fue presentado en el congreso latinoamericano de hidráulica realizado en la primera semana del mes en la universidad de Medellín. En el siguiente link se presentan las diapositivas empleada en el evento mencionado: [Diapositivas umbrales de lluvia y humedad](#)

La metodología se replicó en las otras 3 subcuencas propuestas inicialmente para este piloto: Q. Doña María (estación de nivel 90), Q. La Iguaná (estación de nivel 479), Q. La Santa Elena (estación de nivel 404). Se obtuvieron métricas de rendimiento igual de satisfactorias, sin embargo, se considera necesario el uso de datos de subcuencas con mayor frecuencia de eventos de riesgo naranjas y rojos; esto para la construcción de áreas de probabilidad con mayor utilidad para la alerta temprana.

WP1.2.9. (Mov. Masa, Sismos) Modelación de la estabilidad de laderas

Se generó un mapa de susceptibilidad en la cuenca de La Despensa a nivel de píxel mediante técnicas de machine learning, logrando una distribución que representa adecuadamente la escala de las laderas. El modelo mostró un sólido desempeño, con una precisión superior a 0.75 y un área bajo la curva ROC de 0.78, lo que indica una buena capacidad predictiva. Además, los parámetros geotécnicos derivados del análisis estadístico fueron validados satisfactoriamente a través de una serie de ensayos de laboratorio realizados en la cuenca piloto.

Como siguiente fase, se explorará la implementación de modelos para evaluar movimientos profundos del terreno. En particular, se planea utilizar la herramienta r.slope.stability, un módulo de GRASS GIS que permite realizar análisis tridimensionales de estabilidad de taludes. Esta herramienta es especialmente útil por su capacidad de calcular el factor de seguridad considerando múltiples superficies de deslizamiento potenciales.

WP1.2.10. (Mov. Masa, Sismos) Actualización y/o generación de insumos para el cálculo del riesgo sísmico

Para la evaluación del riesgo sísmico (cuantificación de las afectaciones por sismos) se requieren modelos de amenaza (intensidades generadas por los sismos), exposición (descripción de la infraestructura) y vulnerabilidad (propensión al daño de los elementos expuestos). En esta actividad se recopila y analiza información que permite actualizar y/o generar los insumos necesarios para la evaluación del riesgo sísmico. El conocimiento de la amenaza sísmica, además, es un insumo necesario para el análisis de movimientos en masa detonados por sismos.

Con relación a la **amenaza sísmica** del territorio durante el mes de octubre se continuó con el monitoreo de eventos registrados por las redes acelerográfica, sismológica y de monitoreo estructural.

- Se registraron 28 eventos sísmicos en la red acelerográfica del Valle de Aburrá (RAVA). La mayor aceleración registrada fue de 2.04 cm/s^2 en la estación MAN (Colegio Padre Manyanet - Medellín, Antioquia) generada por el evento superficial del 28 de octubre de 2024 a las 07:08:38 UTC originado en Carmen del Darién (Curbaradó) - Chocó con magnitud 4.6. Este evento generó intensidades significativas que ameritaron la elaboración de reporte de evento sísmico para redes sociales.
- En la red sismológica se registraron 24 de los 28 eventos sísmicos identificados en la red acelerográfica. La mayor velocidad registrada de dichos eventos fue de 0.0455 cm/s en la estación TOR (Torre SIATA - Medellín, Antioquia), por el sismo originado en Carmen del Darién (Curbaradó) - Chocó el 28 de octubre de 2024 a las 07:08:38 UTC con magnitud 4.6.
- Se registró 1 evento sísmico en la red de monitoreo estructural ocurrido el 28 de octubre de 2024 a las 07:08:38 UTC de magnitud 4.6 y con epicentro en Carmen del Darién (Curbaradó) - Chocó. La máxima aceleración registrada en esta red durante el evento en mención fue de 5.33 cm/s^2 en el edificio Gobernación de Antioquia. Sin embargo, este sismo no fue lo suficientemente significativo para generar los reportes del sistema de alerta estructural de edificios.

Los detalles más importantes de los eventos registrados en las tres redes de monitoreo sísmico se pueden encontrar en el [Reporte de eventos sísmicos del mes de octubre de 2024](#).

Para esta vigencia se seleccionó Sabaneta como municipio piloto para analizar la influencia del **modelo de exposición** (características de la infraestructura) en la evaluación del **riesgo sísmico**. Como base o punto de partida se tiene el desarrollado por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y la Universidad de Los Andes en su Estudio de Riesgo Sísmico del Valle de Aburrá (2019), y se ha trabajado en la actualización de dicho modelo empleando información proveniente de diferentes fuentes, tales como el Censo Nacional de Población y Vivienda de 2018 (DANE, 2018), imágenes satelitales y la base de datos catastral del municipio.

Como resultado del cruce de esta información junto con el levantamiento de encuestas remotas realizadas a través de Google Street View, se obtuvo un total de 1360 puntos que fueron agregados al modelo de exposición original, cuya distribución espacial puede observarse en la Figura 6.7. Estos puntos corresponden a estructuras nuevas construidas de forma posterior a la elaboración del modelo inicial, pero también a estructuras que por sus características fueron agrupadas en un solo punto en dicho modelo. Este último es el caso de algunas unidades residenciales (de baja y gran altura) y algunos parques industriales. Dada la importancia que tiene el contar con el número de edificios en la estimación de daños, se identificaron estos puntos faltantes para complementar el modelo original. De acuerdo a lo presentado en la Figura 6.8, la gran mayoría de los puntos agregados son de mampostería, seguido del concreto reforzado como material

de construcción. Además, la mayoría de puntos levantados corresponden a edificios entre 1 y 3 pisos (P1) y a estructuras de más de 20 pisos (P5); presentando también un uso en su mayoría de tipo residencial (Ver Tabla 6.1 para el significado de cada abreviación).

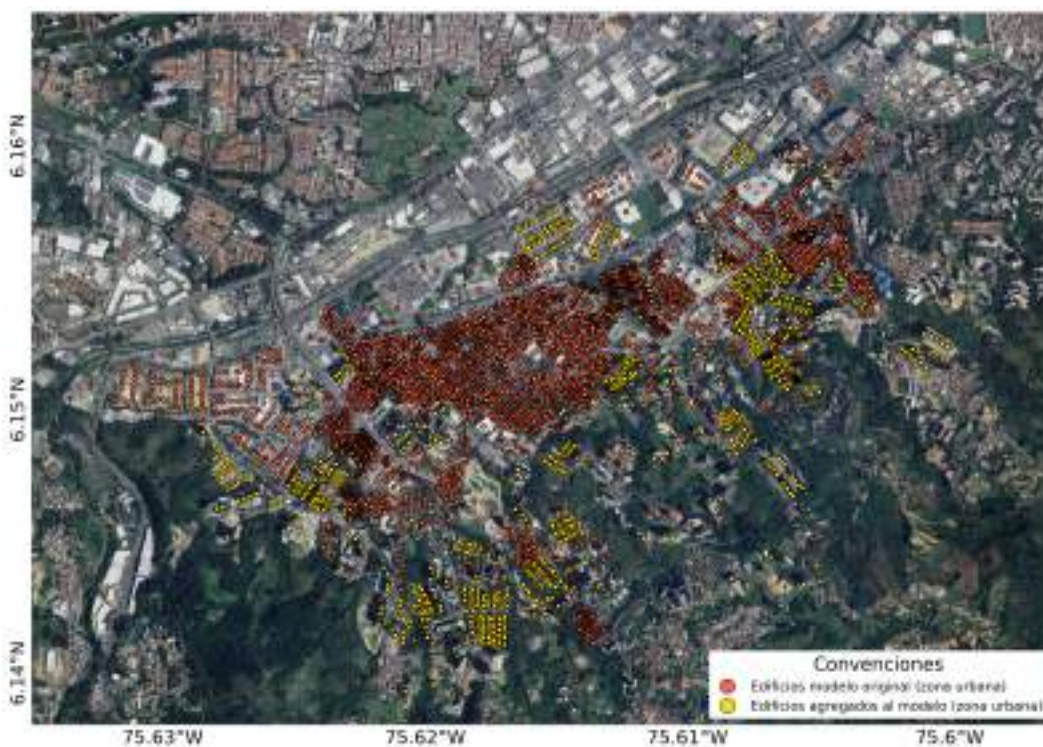


Figura 6.7: Localización de los edificios del modelo de exposición urbano actualizado para el municipio de Sabaneta. Se muestran tanto los puntos que hacen parte del modelo original como aquellos que han sido agregados en la actualización.

Tabla 6.1: Lista de abreviaciones empleadas para tipo de material, uso y categoría de altura de las edificaciones del modelo de exposición, tomadas de AMVA & Universidad de los Andes (2019).

Abreviación	Descripción	Tipo
MA	Mampostería	Material
CR	Concreto reforzado	Material
TA	Tierra	Material
AC	Acero	Material
MD	Madera	Material
Re	Residencial	Uso
Of	Oficinas	Uso
Co	Comercial	Uso
Al	Almacenamiento	Uso
Ga	Garajes	Uso
Ed	Educativo	Uso
In	Industrial	Uso
Rn	Reunión	Uso
P	Precario	Uso
II	Industrial informal	Uso
Sa	Salud	Uso
Se	Seguridad	Uso
P1	Entre 1 y 3 pisos	Altura
P2	Entre 4 y 7 pisos	Altura
P3	Entre 8 y 12 pisos	Altura
P4	Entre 13 y 20 pisos	Altura
P5	21 o más pisos	Altura

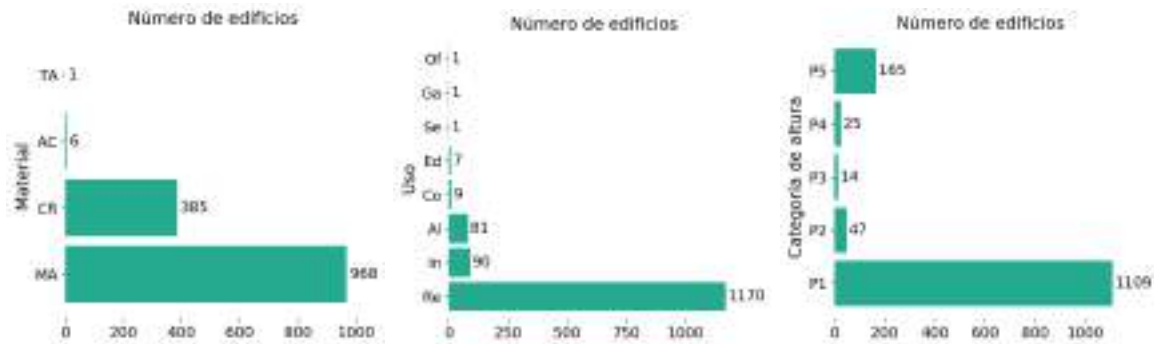


Figura 6.8: Distribución del número de edificios agregados al modelo de acuerdo a: material de construcción (izquierda), uso predominante de la edificación (centro), y categoría de altura (derecha).

En la Figura 6.9 se presenta una comparación entre la distribución de los modelos original y actualizado en términos de materiales, uso predominante de edificaciones y categorías de altura. Se observa que aunque el número de edificios en el modelo aumentó en un 31.2 %, la distribución de materiales no varió significativamente, dejando la mampostería como el material predominante de la mayoría de construcciones con el 76.1 % de las construcciones. Un comportamiento similar se observa para el uso en el cual predominan estructuras residenciales (Re) con más del 83 % del portafolio. Para el uso industrial (In), hubo un incremento respecto al original debido a la inclusión de más edificios de parques industriales, los cuales habían sido concentrados como un sólo punto en algunos casos en el modelo original. En cuanto a la altura, hubo variaciones relevantes en la categoría de estructuras de más de 20 pisos (P5), que pasó del 0.8 % al 3.3 %, aumento que obedece a la tendencia constructiva actual observada en el municipio.

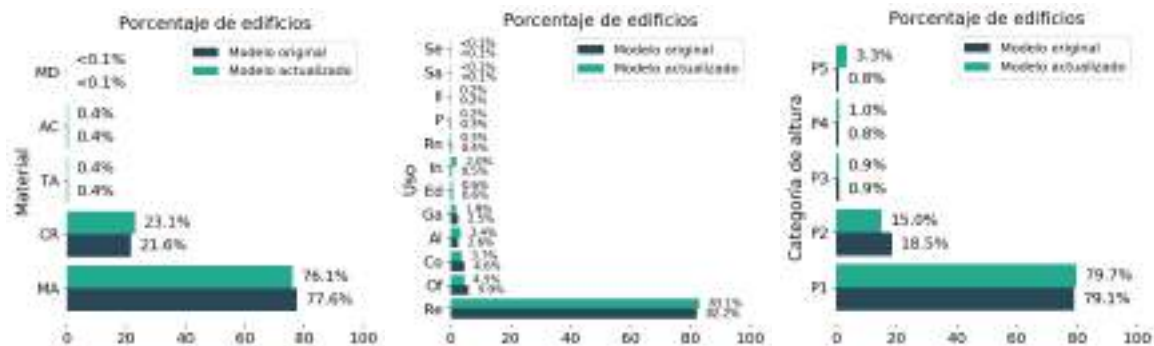


Figura 6.9: Comparación del porcentaje de edificios de los modelos original y actualizado de acuerdo a: material de construcción (izquierda), uso predominante de la edificación (centro), y categoría del altura (derecha).

Así entonces, con el modelo de exposición actualizado, se da por cumplida esta actividad enmarcada en este paquete de trabajo, considerando exitosa su finalización y que para futura aplicación se concibe la evaluación de los efectos de la actualización de los modelos de exposición

WP1.2.11. (Sismos) Actualización y/o generación de insumos para el cálculo de afectaciones en edificios

Para cada edificio de la red de monitoreo estructural del proyecto SIATA, se tienen definidos umbrales para la emisión de alarmas cuando ocurren sismos en el territorio. En esta actividad se realiza una revisión y/o actualización de los umbrales a medida que nuevos eventos significativos son registrados por las redes de monitoreo del proyecto.

En el marco de la revisión y actualización de los insumos para el cálculo de afectaciones en edificios, durante el mes de octubre se llevaron a cabo nueve campañas de vibración ambiental en 7 diferentes edificaciones o grupo de estas pertenecientes al sector indispensable, atención a la comunidad y ocupación especial ubicados en el interior del Área Metropolitana Valle de Aburrá, actividades acordes a los avances presentados en el [WP2.2.6] durante el proceso de selección de la nueva edificación para la implementación de instrumentación sísmica permanente y que hará parte de la red de monitoreo estructural del Proyecto SIATA.

La identificación de características dinámicas de edificaciones mediante jornadas de vibración ambiental, permite obtener insumos que mejoran el entendimiento del comportamiento estructural y por lo tanto, de las posibles afectaciones que estos sistemas estructurales pueden tener frente a un evento sísmico. En la Tabla 6.2 se relacionan las campañas de medición realizadas durante el mes de octubre, donde se muestran los periodos estructurales (frecuencias de referencia f_{ref}) para ambas direcciones traslacionales en cada uno de los edificios, vale decir que el sistema estructural presentado se asume de manera simplificada para relacionarlos con los valores teóricos esperados, tal como se presenta en la 6.11, sin embargo es probable que por ejemplo, el sistema estructural del edificio del Palacio de Justicia tenga un comportamiento mixto entre pórticos y muros de concreto. En la Figura 6.10 se muestra como ejemplo el procesamiento realizado a los registros obtenidos durante una jornada de mediciones ambientales en los niveles superiores del edificio Palacio de Justicia - Edificio José Félix de Restrepo en las horas de la mañana del día 23 de octubre de 2024.

En la figura 6.11 se muestra de manera comparativa los periodos de referencia con los teóricos o de estimación reportados por la NSR-10, donde se toma el valor máximo reportado de x o y, asumiendo su correspondencia con el sistema estructural relacionado.

Como se ha mencionado, los periodos de referencia inicial, son insumos claves para la operación del sistema de alerta estructural, además que posibilitarían el seguimiento periódico al edificio o en caso de ser requerido, posterior a la ocurrencia de un evento sísmico de alta intensidad.

Tabla 6.2: Resumen consolidado de las frecuencias de referencia en cada dirección de los edificios candidatos para ser parte de la red de monitoreo estructural.

Municipio	Edificio	Sistema Estructural	Fecha	F _x	F _y	T _x	T _y
Barbosa	Alcaldía de Barbosa	Pórticos de concreto	22/10/2024	2.872	2.454	0.35	0.41
Copacabana	Hospital Santa Margarita	Pórticos de concreto	22/10/2024	2.945	3.949	0.34	0.25
Copacabana	Alcaldía Copacabana	Muros estructurales	22/10/2024	4.248	4.993	0.24	0.20
Bello	I.U Fidel Suarez	Pórticos de concreto	25/10/2024	2.744	3.085	0.36	0.32
Caldas	Alcaldía de Caldas - Torre Sur	Pórticos de concreto	29/10/2024	2.396	2.551	0.42	0.39
Caldas	Alcaldía de Caldas - Torre Norte	Pórticos de concreto	29/10/2024	2.521	2.829	0.40	0.35
Itagüí	Ap. Reservas del Parque - Torre 1	Muros estructurales	29/10/2024	0.555	0.854	1.80	1.17
Itagüí	Ap. Reservas del Parque - Torre 2	Muros estructurales	29/10/2024	0.562	0.891	1.78	1.12
Medellín	Palacio de Justicia	Pórticos de concreto	31/10/2024	0.446	0.427	2.24	2.34

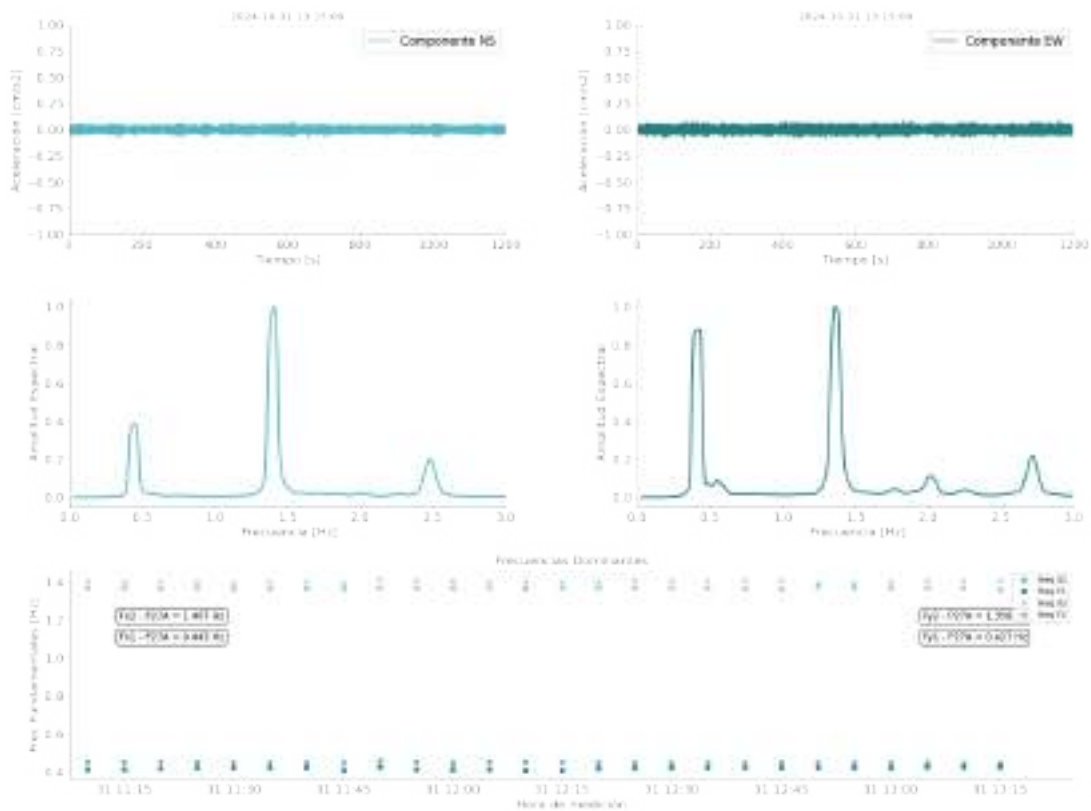


Figura 6.10: Espectros de potencia y seguimiento a las frecuencias dominantes en ambas direcciones traslacionales en edificio Palacio de Justicia - Edificio José Félix de Restrepo durante jornada de vibración ambiental.



WP1.2.12. (Calidad del aire) Seguimiento, caracterización y evaluación de variables de escala local y global relacionadas con la calidad del aire

Esta actividad comprende el monitoreo de variables atmosféricas para un conocimiento detallado del estado de la calidad del aire, y con esto se favorezca el entendimiento de los procesos físicos que intervienen en su comportamiento espacial y temporal. El seguimiento continuo de los indicadores de calidad de aire del territorio es un insumo para la toma de decisiones oportunas, orientadas a la prevención, reducción y control de la emisión, así como evitar la exposición en caso de que los niveles de contaminación alcancen concentraciones que puedan afectar la salud de la población.

Aproximación a fuentes de contaminación atmosférica a partir de especies carbonáceas

Durante el mes de octubre de 2024 se realizó el seguimiento de fuentes externas de contaminación atmosférica, específicamente las relacionadas con la ocurrencia y posible afectación a la calidad del aire local, debido a incendios regionales de cobertura vegetal. Para tal fin se hizo seguimiento permanente a los registros de puntos calientes/hotspots probablemente asociados a incendios de cobertura vegetal, obtenidos de la plataforma *Fire Information for Resource Management System (FIRMS)* con un nivel de confianza mayor o igual al 95 %, en la cuenca del Amazonas (Figuras 6.12 (a) y (b)), debido a que durante el segundo semestre del año se presenta una gran cantidad de puntos calientes en esta región según el promedio multianual, de igual forma, las trayectorias de las masas de aire que se dirigen al Valle de Aburrá provienen de esta región del continente. Se realiza también el seguimiento de las mediciones locales de black carbon, cuyo equipo (etalómetro), permite diferenciar el aporte por quema de biomasa, estimando así el posible impacto a la calidad del aire del Valle de Aburrá, asociado a contaminantes producidos por la quema de cobertura vegetal y que pudieron haber llegado a esta región. Los etalómetros unidos a los analizadores de carbono total, que hacen parte de la Red de Calidad del Aire del Valle de Aburrá, son fundamentales para evaluar la materia carbonácea y estimar las posibles fuentes de emisión.

En la Figura 6.12 es posible observar que para el mes de octubre, la ubicación de los puntos calientes/hotspots en el oriente de Suramérica, están concentrados en el sur y oriente de la cuenca amazónica, con un gran número de puntos calientes principalmente en Brasil, Bolivia y Perú (Figura 6.12 (a)), regiones que están muy distantes del Valle de Aburrá, por lo que no se registraron afectaciones locales significativas a la calidad del aire del territorio metropolitano asociadas a estas fuentes de contaminación externa. A pesar de que la distribución espacial de los puntos calientes es acorde con lo esperado de acuerdo al ciclo normal de incendios en la Amazonía, la cantidad de estos durante el mes de octubre de 2024, ha sobrepasado los registros de los años anteriores, siendo la primera semana de octubre una semana donde se superaron los promedios multianuales de puntos calientes para esta región, que se han reportado con el sensor MODIS desde que entró en operación en el 2000.

La afectación poco significativa a la calidad del aire local asociado a incendios de cobertura vegetal en la cuenca del Amazonas, se explica mediante el seguimiento diario a las masas de aire que ingresan al Valle de Aburrá a partir de un análisis de retrotrayectorias. Durante el mes de octubre, se evidenció un ingreso de masas de aire contaminadas desde el Amazonas posiblemente asociados a presencia de incendios de cobertura vegetal o con carga contaminante importante para el día 30 de octubre (Figura 6.13). Este análisis se realiza a partir del espesor óptico de aerosoles -AOD- (el cual es un valor adimensional que representa una aproximación a la carga de partículas en la atmósfera) el cual llegó a presentar valores de hasta 0.5 para este día. Debido a esto, se presentaron aumentos en las concentraciones horarias registradas por la Red de Monitoreo; sin embargo, no se afectó de forma significativa el índice de calidad del aire

(ICA) de la región, manteniendo valores asociados a ICA Verde y Amarillo.

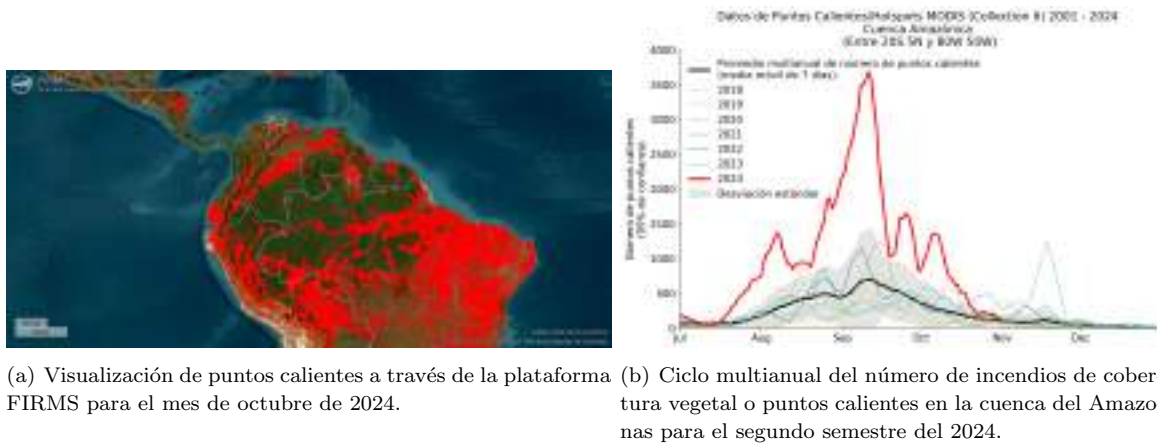


Figura 6.12: Seguimiento a los hotspots/incendios en el norte de suramérica para el mes de octubre del 2024.

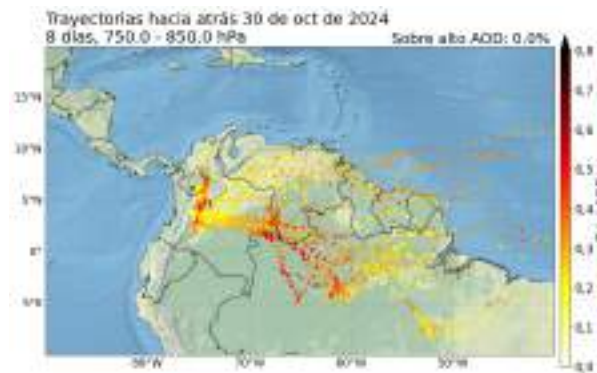


Figura 6.13: Seguimiento de retrotrayectorias para el 30 de octubre del 2024.

Por otra parte, con el fin de evidenciar mejor la posible afectación por la quema de biomasa, en la calidad del aire en el Valle de Aburrá, se continuó con el seguimiento de las concentraciones de aerosoles carbonáceos mediante los analizadores de Carbono Total (Total Carbon Analyzer) y de Black Carbon (Etalómetro). Los resultados permiten identificar que en el mes de octubre se registraron aumentos significativos en la contribución porcentual por la quema de biomasa en las concentraciones de Black Carbon entre el 5 y el 8 de octubre, registrando aportes de alrededor del 30 % debido a quema de biomasa en la estación Itagüí - Casa de Justicia. Esta situación pudo obedecer a las dinámicas locales de este punto de medición y no representa necesariamente una condición general del territorio metropolitano. Por su parte, en la estación Tráfico Centro durante los últimos días del mes se observa un aumento respecto a los valores registrados el resto del mes, alcanzando sus aportes máximos entre el 29 y 30 de octubre registrando valores de hasta un 20 %.

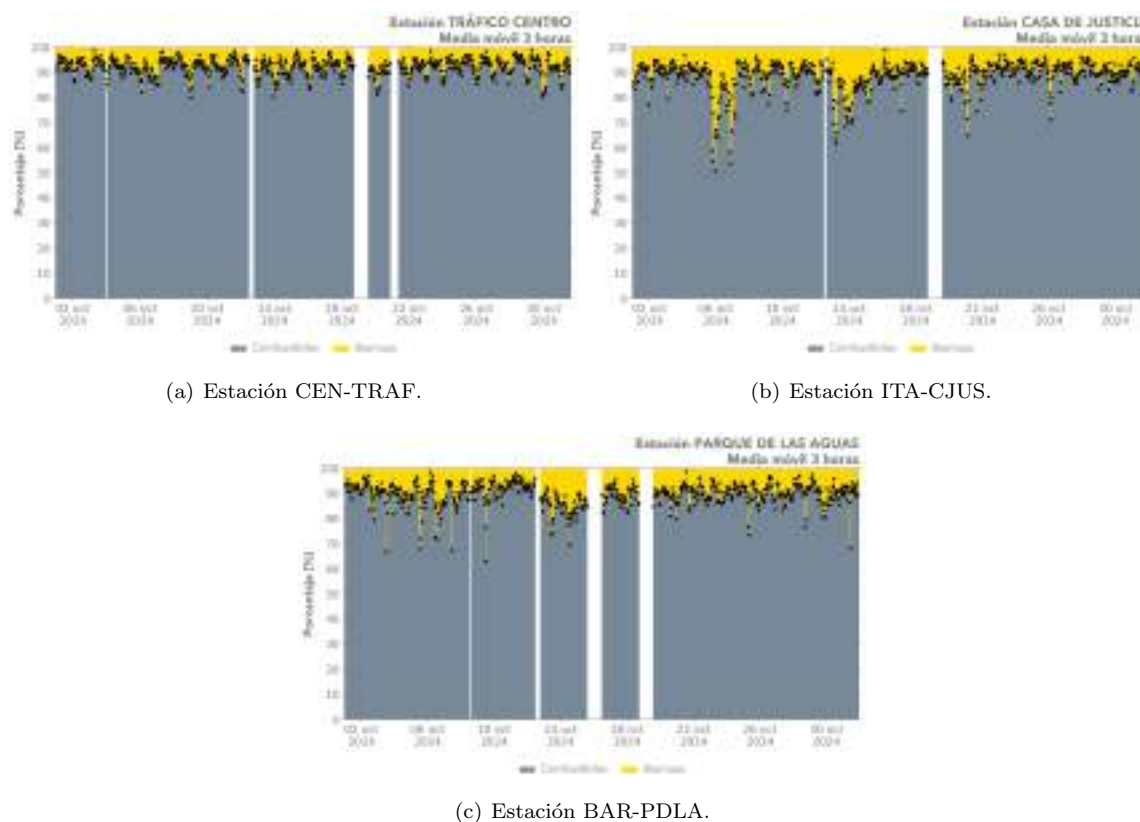


Figura 6.14: Contribución porcentual asociada a quema de combustibles fósiles y a quema de biomasa en las concentraciones de Black Carbon en las estaciones CEN-TRAF, ITA-CJUS y BAR-PDLA para el mes de octubre de 2024.

Especiación de aerosoles carbonáceos

Retomando lo explicado en informes anteriores y teniendo en cuenta que se tenía como objetivo aplicar el modelo de especiación de aerosoles carbonáceos a partir de las mediciones del sistema conjunto Total Carbon + Etalómetro (CASS) propuesto por Ivančič et al. (2022) como se muestra en la Figura 6.15, este modelo pudo ser completado casi a cabalidad a excepción de los pasos 6 y 7. En el paso 6, donde las concentraciones de masa de los Aerosoles Orgánicos Primarios (POA(t)) y los Aerosoles Orgánicos secundarios (SOA(t)) son estimadas, es necesario contar con la relación OA/OC, es decir, la relación entre los Aerosoles Orgánicos o sea, toda la materia orgánica presente en la atmósfera en forma de aerosol y los Aerosoles carbonáceos Orgánicos. Debido a que no se cuenta con una medición o estimación de los aerosoles orgánicos, no se puede estimar esta relación. En el estudio citado usan la relación (OA/OC) a partir de estudios previos realizados en la misma región.

Por otra parte, el paso 7 del modelo, el cual estima la concentración de masa del Brown Carbon Primario (PBrC(t)) y el Brown Carbon Secundario (SBrC(t)) a partir de la absorción óptica del Brown Carbon primario y secundario: $b_{abs}^{BrC,prim}(\lambda)$ y $b_{abs}^{BrC,sec}(\lambda)$, no fue posible de realizar debido a que la conversión de absorción a masa requiere conocer el valor del MAC (Mass Absorption Cross-section) del Brown

Carbon en el filtro a 370 nm; sin embargo, la composición química compleja y altamente variable del BrC lleva a que exista una amplia gama de posibles valores de MAC BrC, los cuales han sido reportados en la literatura y fluctúan desde 0.3 hasta 5.5, dependiendo del método de estimación y la composición química del BrC del sitio. En el estudio de referencia toman valores de MAC de $5.5 \text{ m}^2/\text{g}$ y $2.4 \text{ m}^2/\text{g}$ para BrC primario y secundario, respectivamente. Estos valores de MAC se obtuvieron a partir de experimentos en cámara realizados en el estudio de Kumar et al. (2018); sin embargo, asumir estos valores para el Valle de Aburrá sin haberse realizado un trabajo de caracterización química del BrC puede conllevar a errores en la estimación.

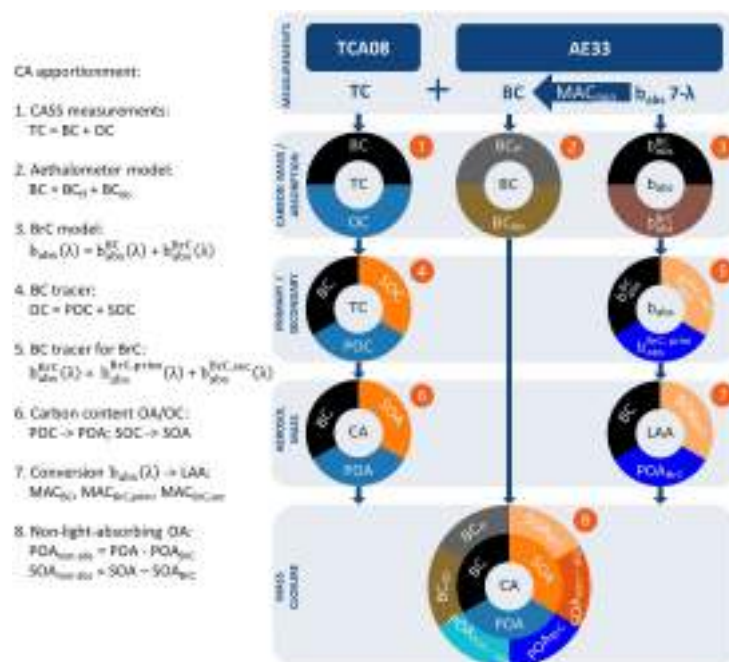


Figura 6.15: Especiación de aerosoles carbonáceos. Figura tomada de Ivančič et al. (2022).

A pesar de estas limitaciones para la determinación de la concentración de los compuestos orgánicos, es posible hacer análisis del comportamiento de los diferentes aerosoles carbonáceos al interior del Valle de Aburrá a partir de los valores intermedios como el coeficiente de absorción a 370 nm.

Esta especiación se está realizando con el objetivo de que sirva como apoyo en la identificación del ingreso de plumas de aerosoles debido a incendios de cobertura vegetal. A continuación se muestran algunos de los resultados principales. En primer lugar se hace una descripción general del comportamiento de las diferentes fracciones y posteriormente un análisis más específico de estas cuando se cuenta con presencia de plumas de incendios de regiones distantes.

Las Figuras 6.16, 6.17, 6.18 muestran en el panel superior la serie horaria de diferentes especies de los aerosoles carbonáceos, y las Figuras inferiores, los ciclos diurnos de cada uno de éstos, para los diferentes trimestres del año. A partir de estos resultados se evidencia como el Carbono Orgánico (OC) muestra incrementos significativos durante las temporadas de marzo y abril del 2023 y 2024, así mismo lo hace el carbono orgánico secundario, el cual tiende a ser mucho mayor durante los primeros dos trimestres del año (Figura 6.17).

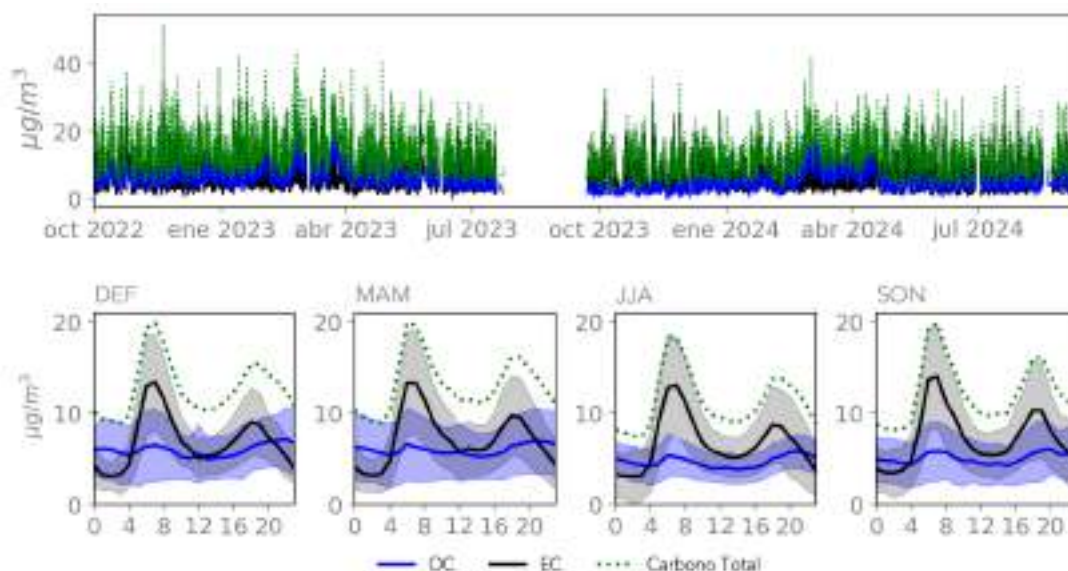


Figura 6.16: Panel superior serie horaria de carbono total, carbono orgánico e inorgánico en la estación CEN-TRAF para el periodo de octubre a 2022 a octubre de 2024. Páneos inferiores: ciclo diurno de estos tres aerosoles por trimestre del año.

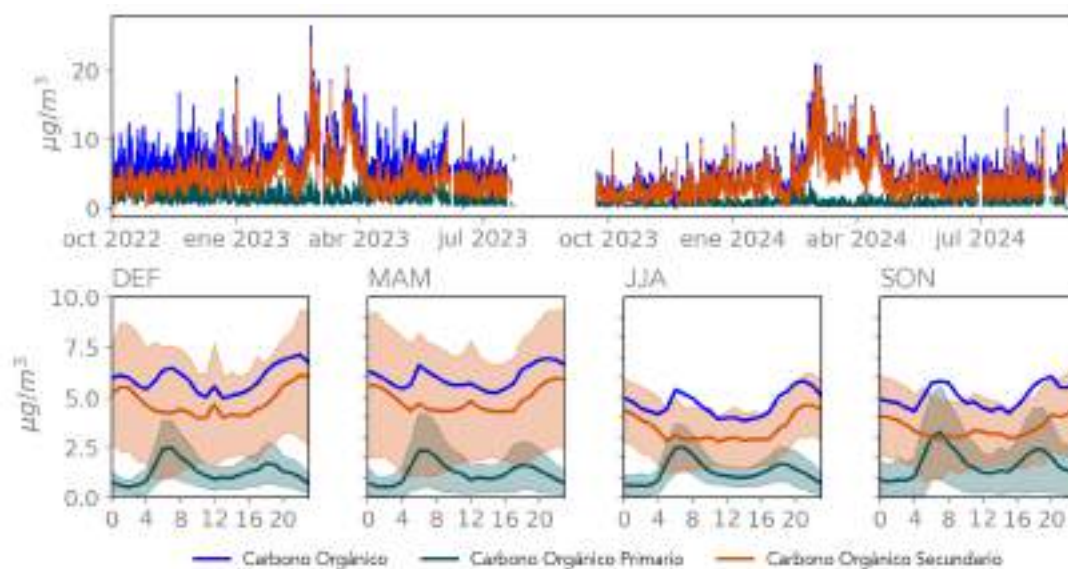


Figura 6.17: Panel superior serie horaria de carbono orgánico, carbono orgánico primario y secundario en la estación CEN-TRAF para el periodo de octubre a 2022 a octubre de 2024. Páneos inferiores: ciclo diurno de estos tres aerosoles por trimestre del año.

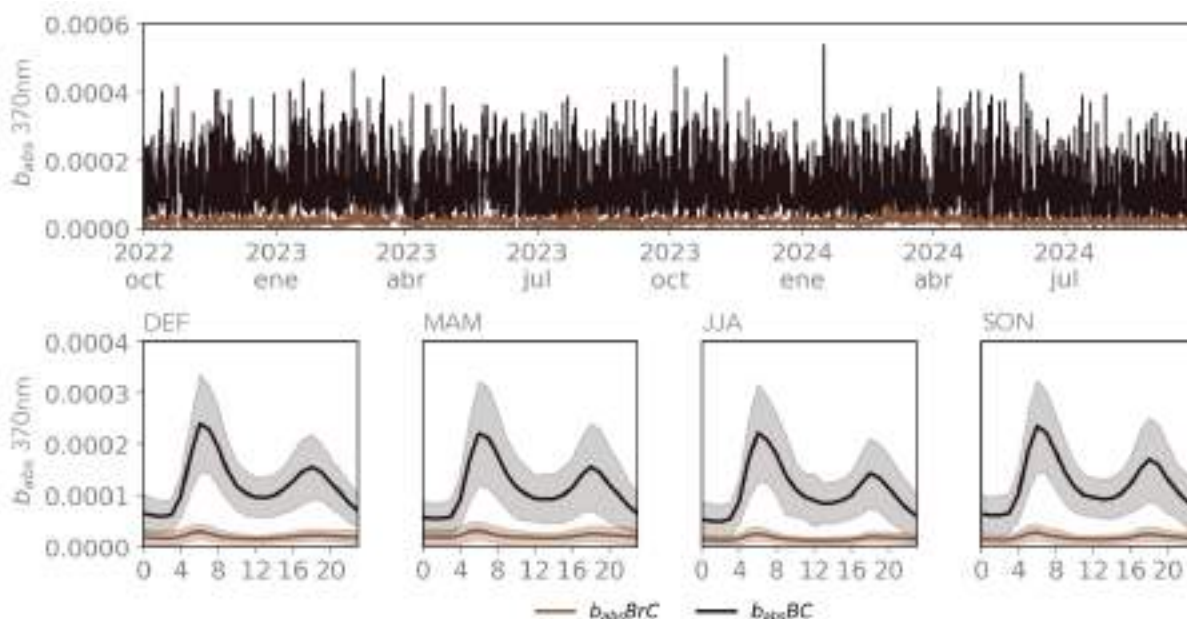


Figura 6.18: Panel superior serie horaria de Black Carbon y Brown Carbon en la estación CEN-TRAF para el periodo de octubre a 2022 a octubre de 2024. Paneles inferiores: ciclo diurno de estos aerosoles por trimestre del año.

La Figura 6.19 muestra como el Carbono Total y el Black Carbon no presentan cambios significativos en su comportamiento diurno en las diferentes temporadas del año, mientras que el Carbono Orgánico muestra una diferencia importante entre las concentraciones a lo largo del día durante los primeros 6 meses del año con respecto a las concentraciones del segundo semestre del año. Esto podría atribuirse, en algunos casos a aerosoles generados por quema de material vegetal.

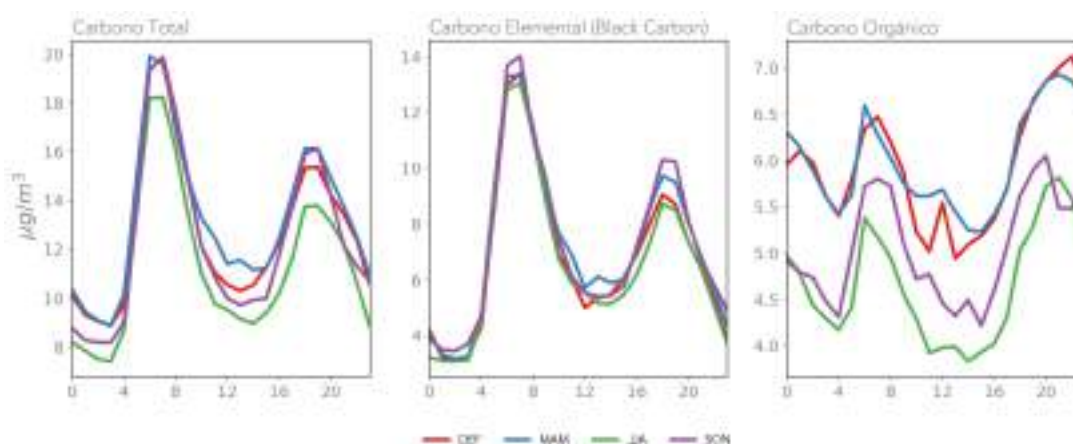


Figura 6.19: Ciclos diurnos de Carbono Total, Carbono Elemental y Carbono Orgánico para diferentes trimestres del año.

Haciendo un análisis a escala mensual, la Figura 6.20 muestra como durante los meses de marzo de 2023 y 2024 se presenta un aumento en las concentraciones de Carbono Total, el cual se debe al aumento en el Carbono Orgánico, específicamente el Carbono Orgánico Secundario, ya que es la única fracción que muestra este pico, pues el Black Carbon y el Carbono Orgánico primario no muestran ningún tipo de cambio durante estos meses. Así mismo, aunque el BC no muestra un aumento en su concentración, si este se divide en sus dos componentes: BC debido a Biomasa y BC debido a Combustibles fósiles, como se muestra en la Figura 6.21, se puede evidenciar como la fracción proveniente de quema de biomasa, aunque sus concentraciones son mucho más bajas que las generadas por la quema de combustibles fósiles, presentan un aumento durante los meses de marzo. Análogamente, si se hace la diferenciación entre las absorciones a 370nm (longitud de onda donde se percibe la presencia de BrC) se evidencia como el BrC presenta incrementos durante esos mismos dos meses, mientras que el BC no tiene cambios en su comportamiento.

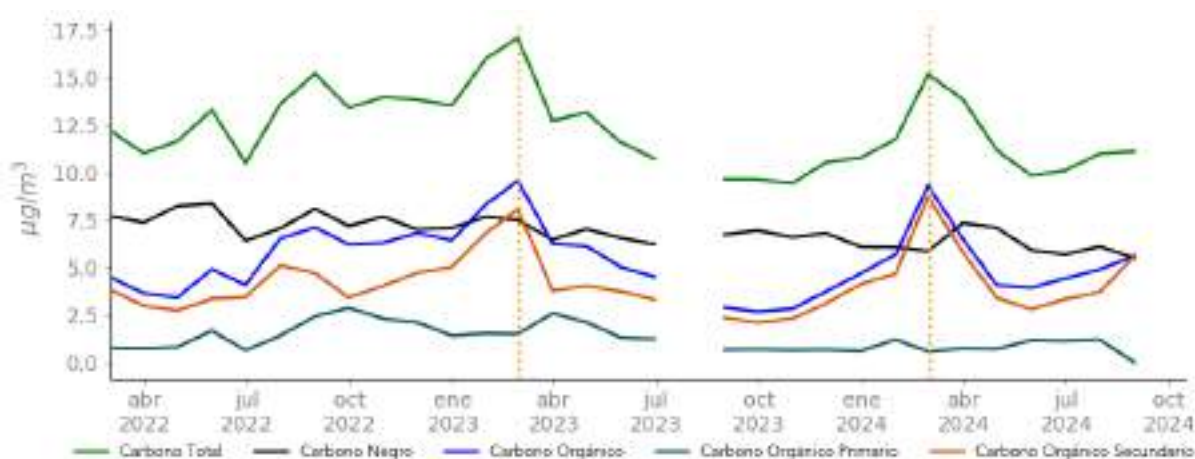


Figura 6.20: Media mensual de la concentración de las diferentes fracciones de los aerosoles carbonáceos.

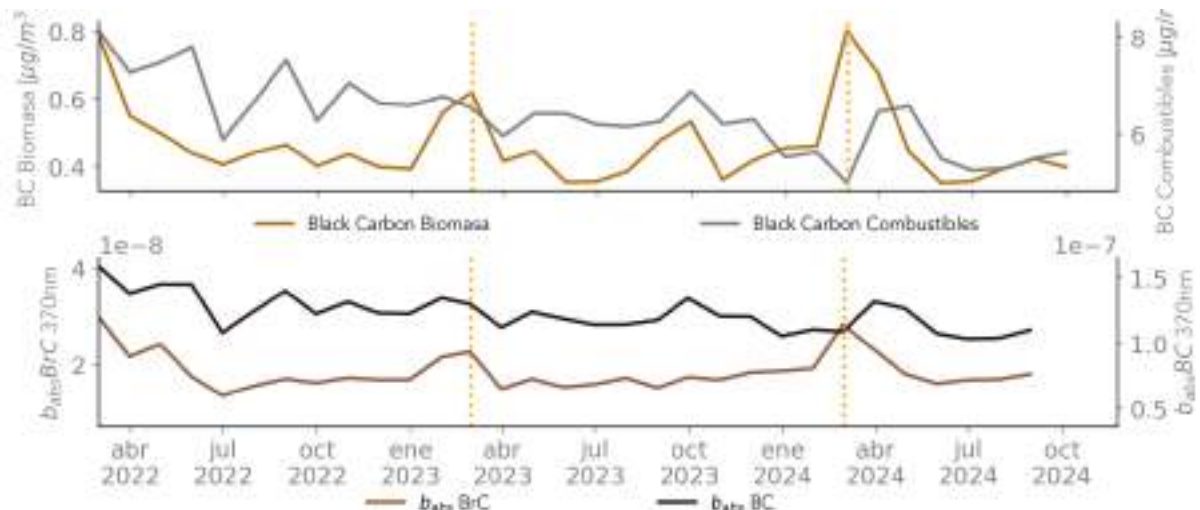


Figura 6.21: Superior: Media mensual de las concentraciones de Black carbon debido a quema de biomasa y a quema de combustibles fósiles. Inferior: Media mensual de las absorciones a 37nm debido al Black Carbon y Brown Carbon.

Red de micrometeorología

Introducción

La Capa Límite Atmosférica -CLA- hace referencia a la parte más baja de la atmósfera y por lo cual, se ve altamente afectada por los forzamientos térmicos y dinámicos debido al contacto con la superficie terrestre (Stull, 2012). En consecuencia, dichos forzamientos dan origen a la turbulencia atmosférica en la CLA, el cual es el mecanismo físico más importante y eficiente en mezclar verticalmente el momentum, la masa (gases y contaminantes atmosféricos) y la energía, y a su vez, define la estructura dinámica y termodinámica de la CLA (Stull, 2012; Venkatram and Schulte, 2018). La Energía Cinética de Turbulencia (TKE por sus siglas en inglés), es una de las principales y más importantes variables en la micrometeorología, ya que mide la intensidad de la turbulencia y por tanto, determina la intensidad del intercambio turbulento suelo-atmósfera de dichas cantidades físicas a través de la CLA (Stull, 2012).

La turbulencia generada térmicamente, está asociada a fuerzas de flotabilidad (boyancia), proceso relacionado con el calentamiento adiabático de masas de aire cerca de la superficie terrestre, cuyo proceso favorece el ascenso de dichas masas, solo si este es lo suficientemente fuerte. Por otra parte, la producción mecánica de la turbulencia está relacionada con la cizalladura vertical del viento, el cual se ve originado debido al arrastre por fricción con la superficie terrestre y sus elementos rugosos (Stull, 2012). De la misma manera, diversas investigaciones alrededor del mundo, han identificado los flujos de aire de bajo nivel como fuente de producción de turbulencia mecánica cerca de la superficie, causada por la cizalladura vertical del viento (Chen et al., 2022; Sarchosidis and Klöwer, 2016; Wei et al., 2023).

En informes anteriores se ha analizado la turbulencia generada mecánicamente durante períodos de alta y baja contaminación a partir de la información otorgada por el Radar Perfilador de Vientos y la Red de Micrometeorología. Los resultados mostraron un aumento en la turbulencia mecánica durante el período de alta contaminación, causado por un aumento en la velocidad del flujo de aire nocturno canalizado por

la configuración topográfica del Valle de Aburrá, y por tanto un aumento en la cizalladura de viento, favoreciendo la acumulación de contaminantes atmosféricos cerca de la superficie terrestre. Este resultado es coherente, puesto que durante el período de alta contaminación se registraron intrusioniones de masas de aire contaminado provenientes de la Región Norte de Suramérica, zona desde la cual se liberaron grandes cantidad de aerosoles atmosféricos a causa de incendios de cobertura vegetal, lo cual se evidencia con el aumento en el número de puntos calientes registrados, con alta probabilidad de tener esa asociación.

Los resultados presentados en esta sección tiene el objetivo de profundizar aún más en el impacto en la calidad del aire del Valle de Aburrá, debido a la turbulencia nocturna generada mecánicamente, esta vez considerando las concentraciones de ozono, puesto que diversas investigaciones han encontrado una contribución positiva de la turbulencia atmosférica al incremento de los niveles de concentración de dicho gas contaminante cerca de la superficie terrestre durante las noches, es decir, como consecuencia del transporte turbulento descendente debido a la cizalladura vertical del viento en la capa límite estable nocturna (ej. Hu et al., 2013; Wei et al., 2020). A manera de ejemplo, la Figura 6.22 muestra la evolución en la concentración superficial de material particulado $PM_{2.5}$ y ozono (O_3) durante la noche, en el cual se puede observar un incremento en la cizalladura del viento, debido a la formación de un chorro de bajo nivel (LLJ por sus siglas en inglés), cuyo proceso físico mezcló verticalmente hacia abajo masas de aire pobres en $PM_{2.5}$ y ricas en O_3 , favoreciendo por tanto, la reducción del $PM_{2.5}$ e incrementando las concentraciones de O_3 cerca de la superficie.

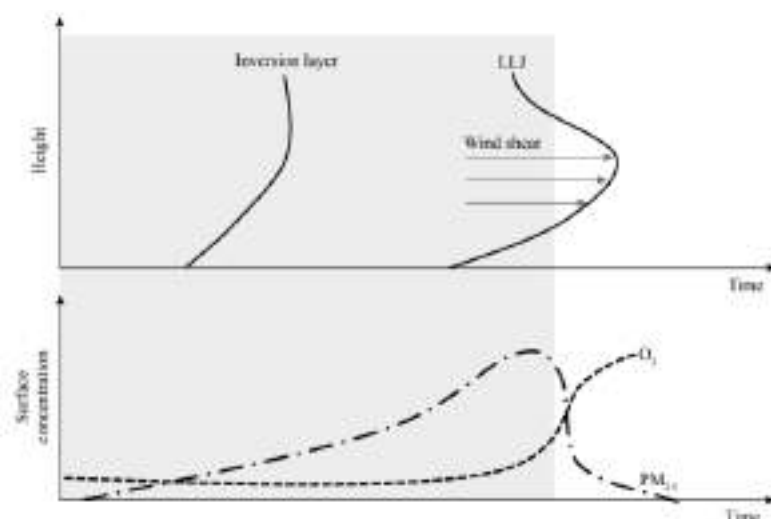


Fig. 9. Schematic of the effect of intermittent turbulence on $PM_{2.5}$ dispersion (shaded areas refer to the periods of accumulation).

Figura 6.22: Aumento en la cizalladura vertical del viento reduce el material particulado $PM_{2.5}$ e incrementa la concentración de ozono cerca de la superficie terrestre. Figura tomada de Wei et al. (2020).

Metodología

Para encontrar una relación entre la turbulencia generada mecánicamente y su rol en la dinámica de la capa límite nocturna en el Valle de Aburrá, se seleccionó la estación de monitoreo ubicada en la Sede Caribe de la Fiscalía General de la Nación (estación MED-FISC) como punto de referencia para realizar el análisis, debido a su medición de O_3 y ubicación central en la base del Valle de Aburrá, así como a su cercanía relativa a los sensores que conforman la Red de Micrometeorología.

La Figura 6.23 muestra las concentraciones de O_3 nocturnas, es decir desde las 20 hasta las 04 hora local, en función de la velocidad del viento superficial en el punto de monitoreo MED-FISC, considerando las mediciones tomadas entre el 01 de febrero y el 31 de octubre de 2024. Para el análisis se consideran los registros con precipitaciones acumuladas horarias asociadas menores a 0.1 mm, con el objetivo de no considerar en el análisis los eventos de precipitación, ya que éstos son una fuente considerable de turbulencia (Li et al., 2024). A partir de la Figura, se puede observar que las mayores concentraciones de ozono en superficie durante horas de la noche, tienden a registrarse con velocidades de viento altas. Con el objetivo de analizar la estructura dinámica de la CLA y la turbulencia superficial, y su rol en la acumulación de O_3 en la superficie terrestre, se agrupó la información de acuerdo a los percentiles 25 y 75 (líneas segmentadas verde y rojas) en tres cuadrantes, tal y como se muestra en la Figura 6.23, donde el cuadrante 1 concentra las noches con altas velocidades y concentraciones nocturnas, indicando una producción alta de turbulencia mecánica; el cuadrante 2 representa las noches típicas medias, ya que concentra las concentraciones medias de O_3 y de velocidad del viento. Finalmente, el cuadrante 3 representa las noches con una atmósfera completamente estable y por tanto, una producción de turbulencia mínima e incluso inhibida.

Una vez conformados los grupos, las series fueron centradas en la medianoche con el fin de obtener la serie promedio para cada uno de los cuadrantes, los cuales sirvieron para identificar y analizar la estructura dinámica de la CLA y la turbulencia superficial, con los datos proporcionados por el Radar Perfilador de Vientos y la Red de Micrometeorología, respectivamente.

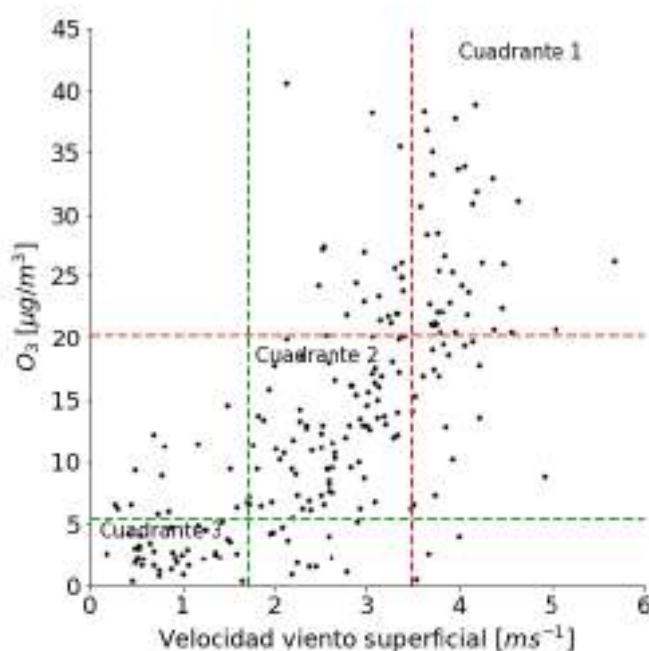


Figura 6.23: Gráfico de dispersión entre las mediciones nocturnas de la velocidad del viento superficial y ozono, tomadas en el punto de monitoreo MED-FISC. Las líneas segmentadas rojas y verdes corresponden al percentil 75 y 25 para dichas variables, respectivamente.

La producción mecánica de la turbulencia fue estimada usando la cizalladura vertical del viento (CVV) a partir de los datos proporcionados por el Radar Perfilador de Vientos. Esta variable ha sido un indicador ampliamente utilizado para estimar la mezcla mecánica en la CLA (ej. Sun et al., 2024, 2023; Zhang

et al., 2020), haciendo uso de la siguiente ecuación,

$$CVV = \frac{\sqrt{(u_{z_2} - u_{z_1})^2 + (v_{z_2} - v_{z_1})^2}}{z_2 - z_1}, [s^{-1}] \quad (6.1)$$

donde u y v corresponden a las componentes zonal y meridional del vector viento y z la altura de la medición. los subíndices 2 y 1 corresponden al nivel superior e inferior de dos capas adyacentes, respectivamente.

Finalmente, las cantidades físicas proporcionadas por la Red de Micrometeorología para analizar la turbulencia superficial fueron la TKE, como medida de la intensidad total de la turbulencia; y los flujos verticales de momentum (τ) y de calor sensible (H), cuyas variables turbulentas fueron utilizadas como indicadores de la naturaleza de la turbulencia registrada, ya sea mecánica y/o térmica, respectivamente.

$$TKE = \frac{1}{2}(\overline{u'^2} + \overline{v'^2} + \overline{w'^2}) \quad (6.2)$$

$$\tau = -\rho \overline{w'u'} \quad (6.3)$$

$$H = \rho C_p \overline{w'T'} \quad (6.4)$$

Donde u' , v' , w' y T' corresponde a las fluctuaciones de las componentes de la velocidad del viento y la temperatura, respectivamente. Mientras que ρ y C_p son la densidad del aire y la capacidad calorífica a presión constante.

Resultados

La Figura 6.24 muestra el promedio de la evolución temporal de las concentraciones de O_3 para cada uno de los cuadrantes, considerando 4 horas antes y 4 horas después de la medianoche. A simple vista la Figura muestra diferencias significativas entre los resultados para cada uno de los cuadrantes alrededor de la medianoche. La Figura muestra que el cuadrante 2 registra variaciones en la concentración de O_3 alrededor de los $10 \mu g m^{-3}$, con un ligero incremento 3 horas antes de la medianoche, es decir, alrededor de las nueve (9) de la noche, alcanzando un pico máximo en la medianoche. De la misma manera, el cuadrante 1 muestra que las concentraciones de O_3 tienden a incrementar notablemente 3 horas antes de la medianoche, hasta alcanzar un pico máximo alrededor de la una (1) de la madrugada, superando los $30 \mu g m^{-3}$. En contraste, el cuadrante 3 no muestra cambios significativos durante toda la noche, registrando valores muy por debajo con respecto al cuadrante 1 y 2.

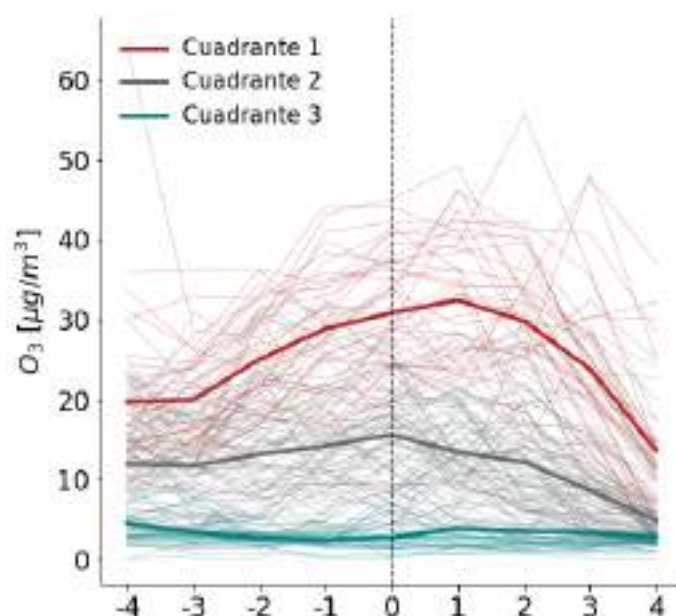


Figura 6.24: Compuesto de concentraciones de ozono medidos 4 horas antes y después de la medianoche en la estación MED-FISC, considerando los puntos en los cuadrantes 1, 2 y 3 (ver Figura 6.23).

La estructura dinámica de la CLA y la producción de turbulencia mecánica nocturna considerando todos los cuadrantes se muestran en la Figura 6.25. A partir de esta Figura, se puede observar que la estructura dinámica promedio de la CLA nocturna (6.25a), es decir el cuadrante 2, se caracteriza por un flujo de aire canalizado por las condiciones topográficas del Valle, que incrementa su velocidad horizontal (V_h) del viento desde la superficie hasta alcanzar la velocidad máxima de 3.5 ms^{-1} alrededor de los 250 metros sobre el nivel del suelo, para después registrar un valor mínimo local alrededor de los 1.1 Km, la cual corresponde también a la altura promedio de las crestas de las laderas. Este flujo de aire produce una cizalladura promedio de 0.75 s^{-1} cerca a la superficie y decae rápidamente a la altura de 250 metros (ver Figura 6.25b), justo en el pico de máxima velocidad.

Considerando lo anterior, se encontró que durante las noches con altas concentraciones de O_3 , es decir el cuadrante 1, estuvieron relacionados con un flujo de aire canalizado mucho más intenso, puesto que se registró en promedio una velocidad de 5 ms^{-1} alrededor de los 250 metros, implicando una producción de turbulencia mecánica superior a 1 s^{-1} (ver Figura 6.25b). Por lo tanto, este resultado es coherente con la literatura científica, puesto que la mezcla turbulenta durante las noches es principalmente descendente, es decir, que arrastra masas de aire ricas en O_3 hacia la superficie terrestre, tal y como lo reportaron Hu et al. (2013) y Wei et al. (2020). En contraste, en el cuadrante 3 se puede observar una estructura completamente diferente a las registradas en el cuadrante 1 y 2, ya que el flujo de aire canalizado es prácticamente inexistente y por tanto, la producción de mezcla turbulenta fue prácticamente inhibida, sugiriendo una atmósfera completamente estable con vientos estancados dentro del territorio, tal y como se muestra en la Figura 6.25b.

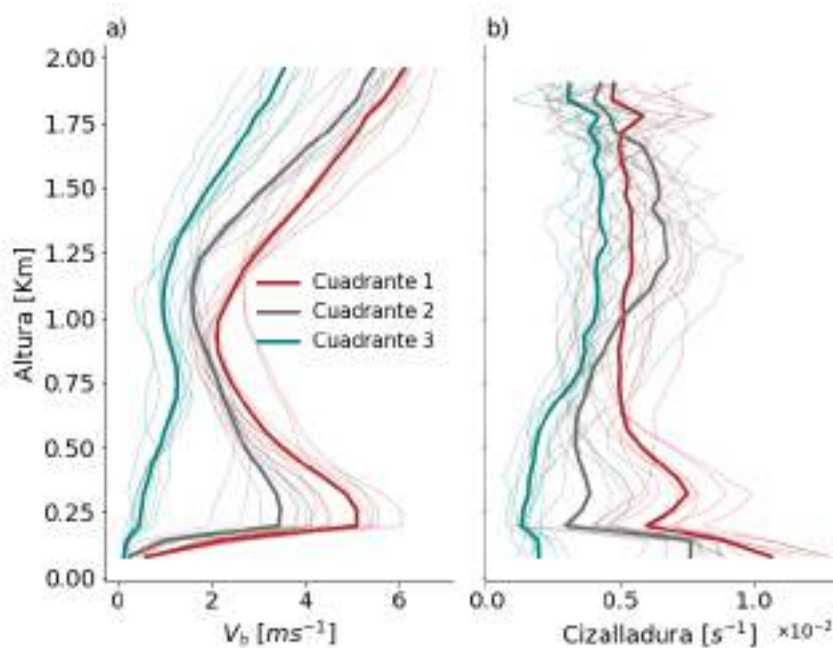
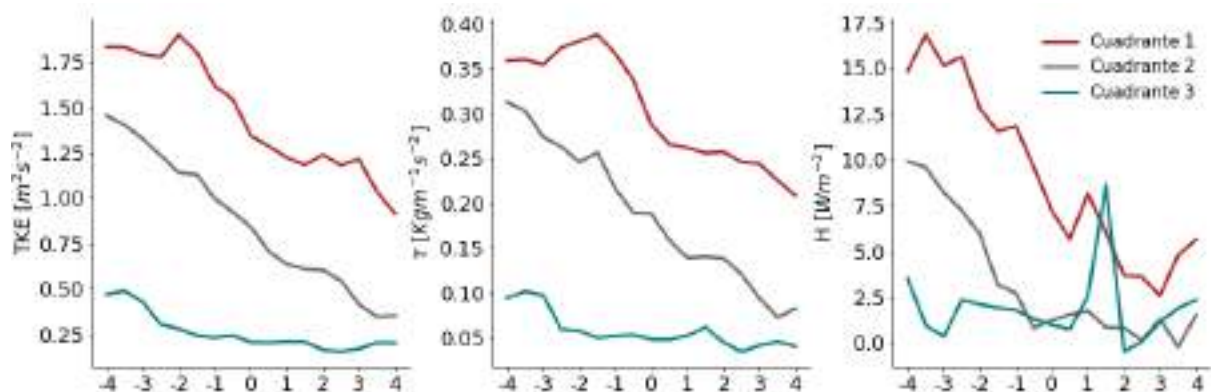
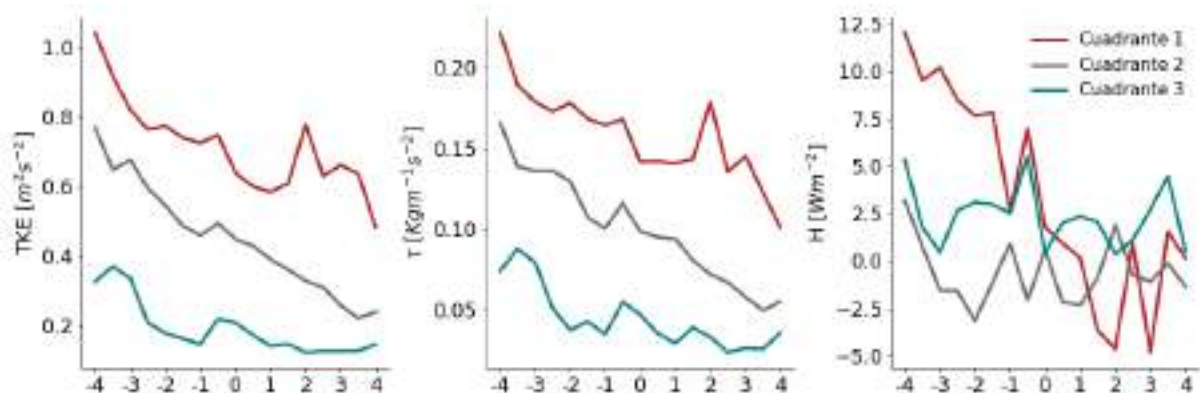


Figura 6.25: Compuesto de perfiles verticales de (a) la velocidad horizontal (V_h) y (b) la cizalladura vertical de viento, considerando los puntos en los cuadrantes 1, 2 y 3 (ver Figura 6.23).

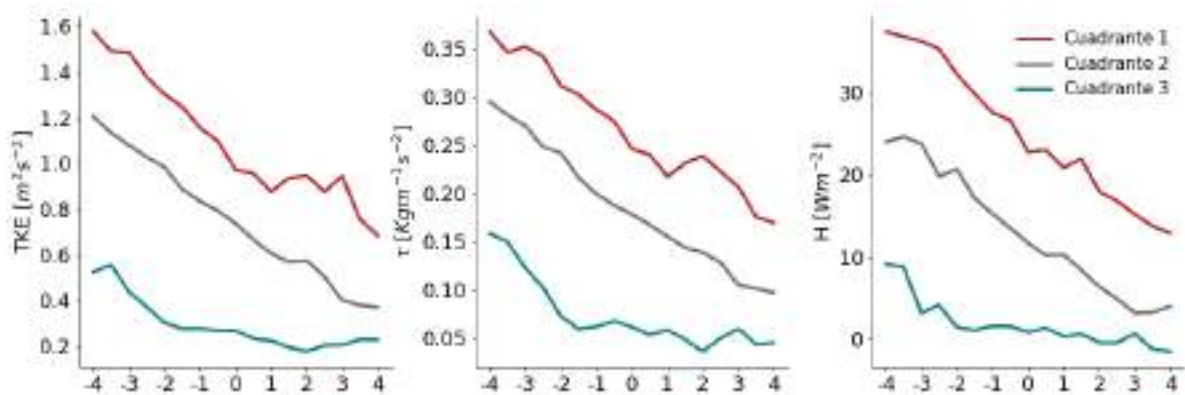
La Figura 6.26 muestra el promedio de la TKE y los flujos verticales de momentum y calor sensible para los sensores IRGASON SENA, Federico Carrasquilla y CASD 20M, ubicados en la base del valle y las laderas oriental y occidental, de forma respectiva. A primera vista, se encontró que la TKE y los flujos turbulentos de momentum y de calor sensible tendieron a ser mayores para las noches correspondientes del cuadrante 1, es decir, en las noches con concentraciones de O_3 mayores, implicando una actividad turbulenta considerable en los tres puntos de monitoreo.



(a) IRGASON SENA (Base del Valle)



(b) IRGASON Federico Carrasquilla (Ladera oriental)



(c) IRGASON CASD 20M (Ladera occidental)

Figura 6.26: Compuesto de energía cinética de turbulencia (TKE), flujo vertical de momentum y flujo vertical de calor sensible para los puntos de monitoreo (a) SENA (base del valle), (b) I.E. Federico Carrasquilla (ladera oriental) y (c) I.E. CASD (ladera occidental), considerando los puntos en los cuadrantes 1, 2 y 3 (ver Figura 6.23).

Por otra parte, para la estación SENA se logra identificar en la TKE y flujo de momentum un incremento importante 3 horas antes de la medianoche, tal y como se encontró también con el aumento en la concentración de O_3 (ver Figura 6.24). Sin embargo, para las estaciones localizadas en las laderas, se encuentra dicho aumento en horas de la madrugada, lo cual sugiere un proceso físico complejo entre el flujo de aire canalizado con las laderas que hasta el momento no se comprende aún. En el caso del cuadrante 3, se puede observar que para todos los puntos monitoreo la intensidad de la turbulencia es mínima, sugiriendo que la atmósfera más superficial se caracterizó por ser completamente estable, corroborando el resultado hallado con la estructura dinámica y producción de turbulenta mostrado en la Figura 6.25.

Conclusiones

En el presente informe se estableció como objetivo profundizar en el rol de la turbulencia atmosférica durante las noches, esta vez considerando las concentraciones de ozono como indicador de la mezcla turbulenta descendente. Se encontró que las mayores concentraciones de O_3 superficial tienden a registrarse con velocidad de viento superficiales altas. Por tal motivo, para analizar la estructura dinámica de la CLA y la turbulencia superficial y su rol en la acumulación de O_3 en superficie terrestre, la información se agrupó en cuadrantes de acuerdo a los percentiles 25 y 75 considerando las concentraciones de este gas de la estación MED-FISC y su estación meteorológica, ver Figura 6.23.

Los resultados muestran que para las noches de mayores concentraciones de O_3 , cuadrante 1, estas tienden a incrementar notablemente 3 horas antes de la medianoche hasta alcanzar un pico máximo alrededor de la una (1) de la madrugada, superando los $30 \mu g m^{-3}$, debido al intenso flujo de aire canalizado por la topografía del territorio, alcanzando una velocidad horizontal máxima de $5 m s^{-1}$ alrededor de los 250 metros de altura con respecto al nivel del suelo, cuyo flujo favoreció el incremento en la cizalladura vertical del viento. Así mismo, la Red de Micrometeorología corroboró este resultado. Por lo tanto, la mezcla mecánica descendente de masas de aire ricas en O_3 , facilitó la acumulación de este contaminante atmosférico cerca a la superficie. En contraste, las noches con bajas concentraciones de O_3 se caracterizaron por registrar una atmósfera completamente estable, debido a la inexistencia del flujo de aire canalizado y por ende, la reducida producción de turbulencia atmosférica, sugiriendo una inhibición del transporte turbulento descendente de masas de aire.

Caracterización de aerosoles carbonáceos

La Red de Monitoreo de Calidad de Aire del Valle de Aburrá cuenta con dos analizadores de Carbono Total Magee TCA08 ubicados en la estación CEN-TRAF en el Distrito Especial de Medellín y en la Casa de Justicia del municipio de Itagüí (estación ITA-CJUS). Durante el mes de octubre el analizador ubicado en la estación CEN-TRAF presentó fallas de voltaje para lo cual se cambiaron algunos componentes de las conexiones de las resistencias. Desde fábrica sugirieron realizar cambios a otros componentes y realizar las pruebas pertinentes para garantizar el correcto funcionamiento del equipo. Por esta razón este analizador a partir del 06 de octubre no presentó mediciones válidas y todos los resultados presentados en este apartado son hasta la fecha ya antes mencionada.

Los analizadores de Carbono Total, junto con los monitores de Black Carbon, apoyan la caracterización de partículas carbonáceas presentes en el material particulado PM_{2.5}, y sus mediciones constituyen una aproximación para la identificación de fuentes de contaminación a partir de la relación entre las concentraciones de Carbono Orgánico (OC) y Carbono Elemental (EC), relación OC/EC, la cual, dependiendo de su valor, indica la posible afectación de fuentes como emisiones vehiculares, predominancia de formación de aerosoles orgánicos secundarios y/o quema de biomasa. Un valor cercano a 1, indica una fuente común tanto para OC como para EC, principalmente por quema de combustibles fósiles (carbón, diésel,

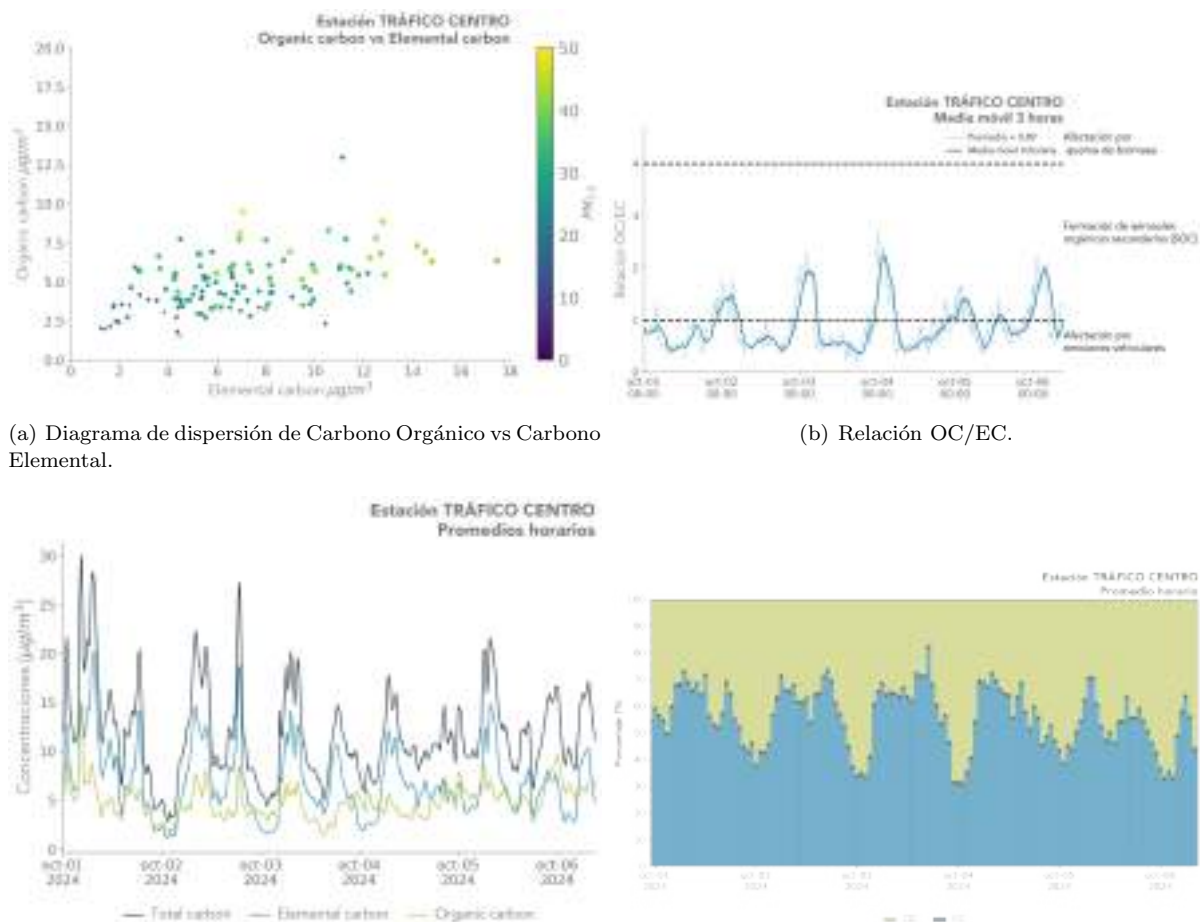
gasolina, gas natural, etc), mientras que valores cercanos a 2 representan la formación secundaria de aerosoles orgánicos (Rincón Caro et al. (2019); AMVA (2019a)). Finalmente, una relación OC/EC con valores cercanos a 4 y mayores, sugiere que predominan las emisiones asociadas a quema de biomasa (Ram et al. (2012)).

En las Figuras 6.27 a 6.30 se presentan los resultados del seguimiento y monitoreo a las concentraciones de Carbono Total (TC), Carbono Elemental (EC) y Carbono Orgánico (OC) durante el mes de octubre de 2024. En éstas se observa que para dicho mes, las partículas de origen carbonáceo representaron el 41.88 % en la estación Tráfico Centro (1 al 6 de octubre de 2024) y 44.24 % (Mes de octubre) en la estación Casa de Justicia, valor obtenido a partir de la relación entre las concentraciones promedio de Carbono Total y de PM_{2.5}.

El diagrama de dispersión de las concentraciones de OC y EC de la estación CEN-TRAF, registradas durante el mes de octubre de 2024, mostrado en la Figura 6.27 (a), presenta una mayor variabilidad en las concentraciones de EC en comparación con las concentraciones de OC. De lo anterior se resalta la disminución en la contribución de fuentes provenientes de quema de biomasa, y de ahí que se presente una menor variabilidad en las concentraciones de OC en este punto de medición.

Adicionalmente, durante el mes de octubre de 2024, los valores horarios de la relación OC/EC en la estación CEN-TRAF presentada en la Figura 6.27 (b), variaron entre 0.35 y 2.23 con un promedio de 0.89, con valores similares registrados durante los días que se registraron datos válidos en el mes, para esta estación (1 al 6 de octubre). Estos valores sugieren un predominio de emisiones primarias asociadas a fuentes vehiculares principalmente, las cuales contribuyen también a la formación de aerosoles orgánicos secundarios.

En las Figuras 6.27 (c) y (d) se pueden observar las series horarias de las concentraciones de TC, OC y EC y las contribuciones porcentuales de las concentraciones de OC y EC a las concentraciones de TC de la estación CEN-TRAF. De manera general, durante el periodo con datos válidos en el mes de octubre, las concentraciones promedio de TC, OC y EC fueron iguales a $11.81 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $4.91 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $6.90 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. La contribución porcentual promedio de EC a las concentraciones de TC fue igual a 56 %, mientras que el OC contribuyó en promedio en un 44 % a los niveles de Carbono Total monitoreado en esta estación.



(a) Diagrama de dispersión de Carbono Orgánico vs Carbono Elemental.

(b) Relación OC/EC.

(c) Concentraciones de Carbono Total, Carbono Orgánico y (d) Porcentaje de Carbono Orgánico y Carbono Elemental.

Figura 6.27: Resultados asociados al monitoreo de Carbono Total, Carbono Elemental y Carbono Orgánico durante el período del mes de octubre de 2024 con datos válidos, en la estación CEN-TRAF.

Con respecto al ciclo diurno de las concentraciones de TC, OC y EC, el ciclo diurno de la relación OC/EC y el ciclo semanal de las concentraciones de TC, OC, EC y $\text{PM}_{2.5}$ de la estación CEN-TRAF (Figuras 6.28 (a), (b) y (c)), se observa entre las 22:00 y las 04:00 horas, que las concentraciones de OC fueron superiores a las de EC, el resto del día se presentó el caso contrario; sin embargo, la relación OC/EC entre las 22:00 y las 04:00 horas, no llegó a ser mayor de 4. Lo que implica que en la noche, la principal fuente de aerosoles carbonáceos encontrados en el $\text{PM}_{2.5}$ de la estación CEN-TRAF, estaría relacionada principalmente con la formación de aerosoles orgánicos secundarios, cuyo origen también está asociado a las emisiones primarias vehiculares, de precursores como los compuestos orgánicos volátiles. En la gráfica del ciclo diurno de la relación OC/EC (Figura 6.28 (b)) se observa que entre las 4:00 y las 21:00 horas, esta relación es menor o igual a 1. Los ciclos diurnos de TC, EC y OC permiten observar además que a lo largo del día, las concentraciones de OC exhiben una baja variabilidad, mientras que las concentraciones de EC muestran una mayor variación asociada fundamentalmente a las dinámicas de movilidad propias del Valle de Aburrá, que inducen a un mayor flujo vehicular aportando emisiones a la atmósfera entre las 04:00 y 21:00 horas.

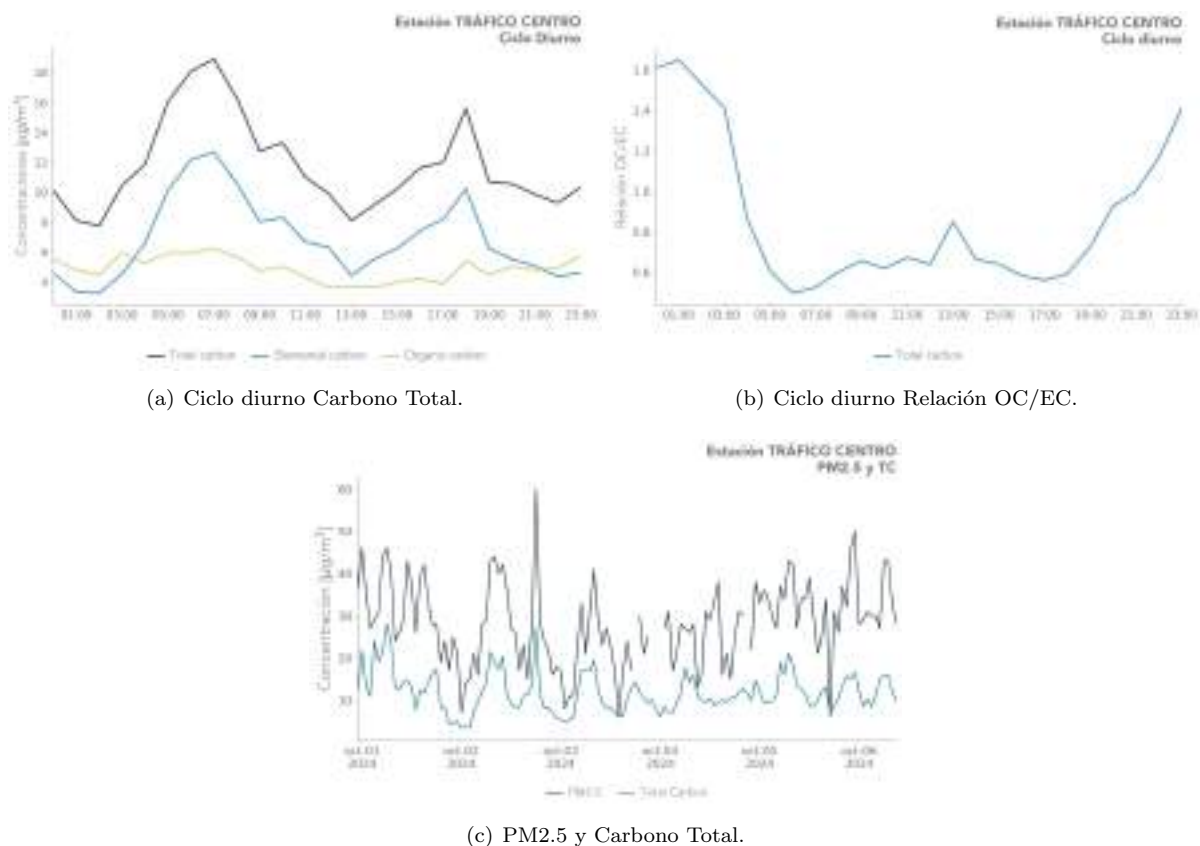
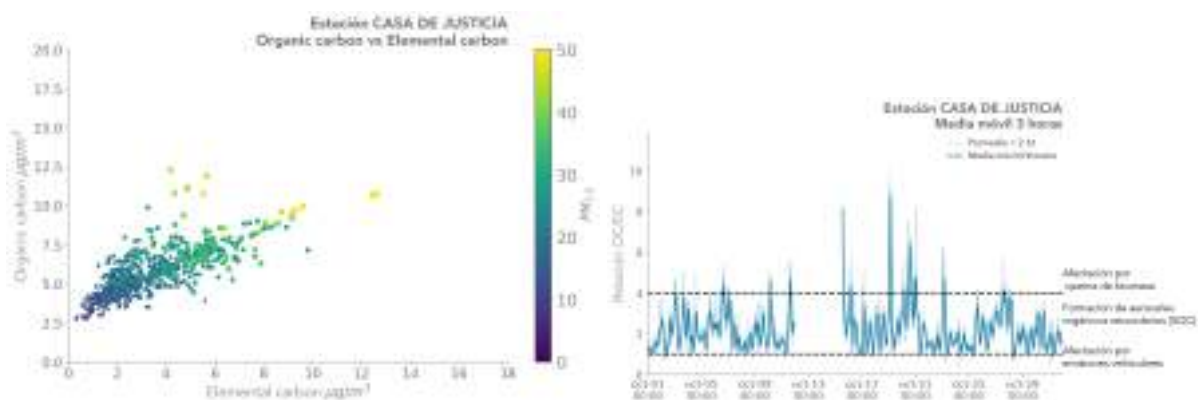


Figura 6.28: Variación horaria y diurna de las concentraciones de Carbono Total, Carbono Elemental y Carbono Orgánico durante el período del mes de octubre de 2024 con datos válidos, en la estación CEN-TRAF.

Por otra parte, el diagrama de dispersión de las concentraciones de OC y EC de la estación ITA-CJUS, mostrado en la Figura 6.29 (a), construido también para los datos registrados en el mes de octubre de 2024, en términos generales, presenta una variabilidad similar en las concentraciones de OC y EC; sin embargo, se puede notar que la variación de las concentraciones de OC, es levemente mayor respecto a las de EC, lo cual permite inferir que la estación ITA-CJUS se ve más afectada por el contenido de partículas orgánicas presentes en la atmósfera, contrario a lo que ocurre con la estación Tráfico Centro, la cual está influenciada fundamentalmente por el contenido de carbono elemental, producto de las emisiones primarias de combustiones incompletas asociadas a quema de combustibles fósiles, principalmente aportadas por fuentes móviles.

En la estación ITA-CJUS la relación OC/EC presentada en la Figura 6.29 (b), se mantuvo entre 0.83 y 8.80 con un promedio mensual de 2.16, presentándose un aumento de esta relación entre el jueves 17 y el miércoles 23 de octubre. Los resultados anteriores sugieren que en la estación ITA-CJUS (clasificada como una estación poblacional dentro del marco del Plan Operacional para enfrentar Episodios de Contaminación Atmosférica -POECA), predominan los procesos físico-químicos que dan lugar a la generación de aerosoles orgánicos secundarios (valores de la relación OC/EC entre 1 y 4), lo cual puede estar asociado tanto a las dinámicas locales del punto de medición, como al transporte atmosférico de contaminantes que llegan al Valle de Aburrá, además de las condiciones meteorológicas que pueden favorecer esta formación.

En las Figuras 6.29 (c) y (d) se muestran los resultados obtenidos para la estación ITA-CJUS. En términos generales, durante el mes de octubre, las concentraciones promedio de TC, OC y EC fueron iguales a $8.96 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $5.65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $3.31 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. La contribución porcentual promedio de EC a las concentraciones de TC durante el mes fue igual a 34 %, mientras que el OC contribuyó en promedio en un 66 % a las concentraciones de Carbono Total. Esto sugiere, que las dinámicas que ejercen el control principal sobre los registros de la estación ITA-CJUS, son las emisiones que dan origen a la formación secundaria de aerosoles y la afectación por la materia carbonácea presente en la atmósfera, de origen orgánico, producida por la quema de biomasa (incendios forestales o combustible usado por las fuentes industriales).



(a) Diagrama de dispersión de Carbono Orgánico vs Carbono Elemental.

(b) Relación OC/EC.



(c) Concentraciones de Carbono Total, Carbono Orgánico y (d) Porcentaje de Carbono Orgánico y Carbono Elemental.

Figura 6.29: Resultados asociados al monitoreo de Carbono Total, Carbono Elemental y Carbono Orgánico durante el mes de octubre de 2024 en la estación ITA-CJUS.

En relación al ciclo diurno de las concentraciones de TC, OC y EC, el ciclo diurno de la relación OC/EC y el ciclo semanal de las concentraciones de TC, OC, EC y PM_{2.5} de la estación ITA-CJUS (Figuras 6.30 (a), (b) y (c)), se observa que durante todo el día, los valores de OC fueron superiores a los de EC ($\text{OC}/\text{EC} > 1$). Esto permite inferir que la principal fuente de aerosoles carbonáceos encontrados en el

PM2.5 de la estación ITA-CJUS durante todo el día, estaría relacionada principalmente con la formación de aerosoles orgánicos secundarios. Además durante algunas horas del día este valor, en promedio, llegó a ser muy cercano a 3 lo cual da un indicio de la afectación por la quema de biomasa probablemente asociada a las dinámicas propias del punto de medición (Figura 6.30 (b)). En el caso del ciclo semanal, los resultados de las concentraciones de TC, EC y PM2.5 muestran concentraciones similares a lo largo de los días de la semana y una disminución en las concentraciones el día domingo. Por su parte, las concentraciones de OC muestran valores similares durante todos los días de la semana.

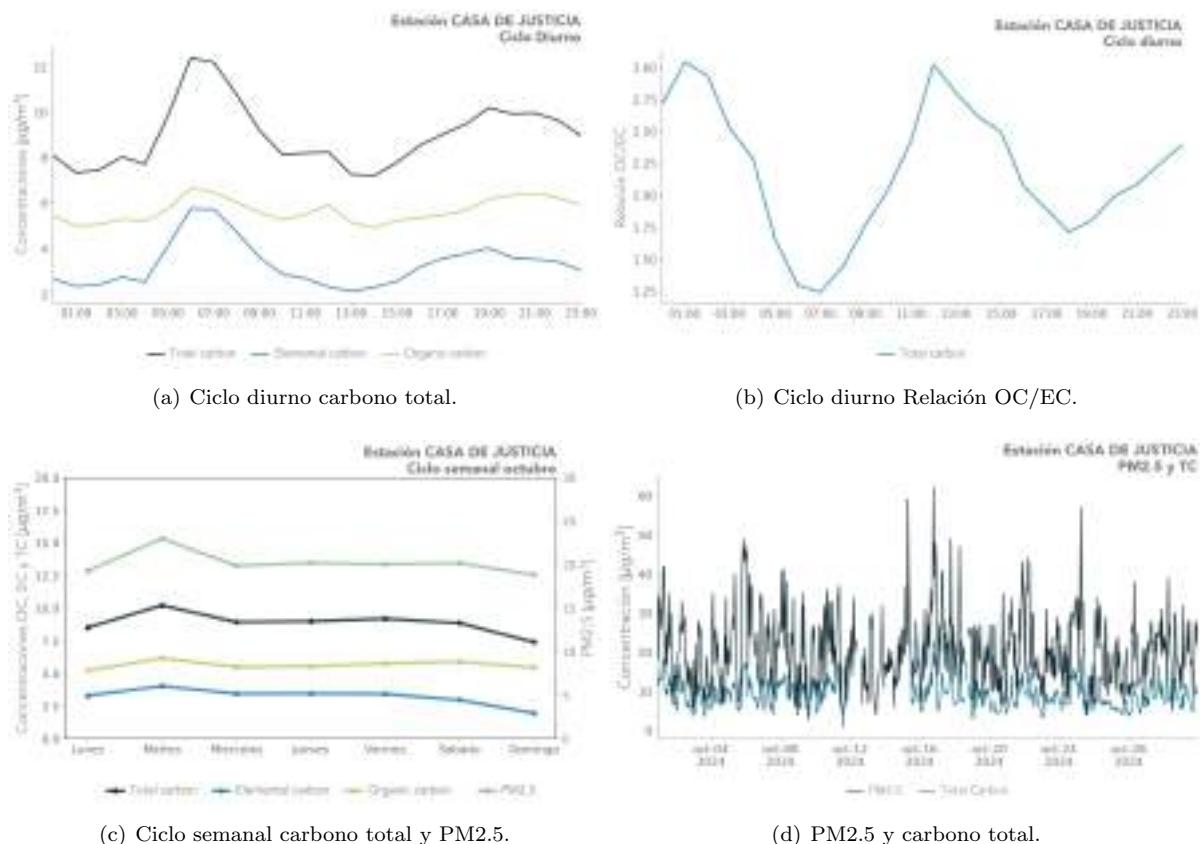


Figura 6.30: Variación horaria, semanal y diaria de las concentraciones de Carbono Total, Carbono Elemental y Carbono Orgánico durante el mes de octubre de 2024 en la estación ITA-CJUS.

Analizar la variabilidad espacio-temporal del PM2.5 en las concentraciones del Valle de Aburrá, a partir de las mediciones de la Red de Ciudadanos Científicos en bicicleta

Ciudadanos Científicos es una estrategia de ciencia, tecnología y educación del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, operada por el Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá -SIATA-, la cual, a través del desarrollo, ensamble, calibración e instalación de sensores (llamados Nubes), le permite a la ciudadanía monitorear la calidad del aire, desde la casa, instituciones educativas, en bicicleta, etc y el ruido ambiental para el caso de las Nubes fijas. De esta manera, la estrategia de Ciudadanos Científicos busca despertar la conciencia de las comunidades en su papel y responsabilidad para contribuir

al cuidado y mejoramiento de la calidad del aire en la región, fortaleciendo su capacidad de participación en los espacios de gobernanza y enriqueciendo investigaciones con los datos obtenidos como aporte a la construcción de políticas públicas para cuidar la salud de la población.

Los sensores que hacen parte de la Red de Ciudadanos Científicos, se instalan en las bicicletas de los ciudadanos que acogieron de manera voluntaria un sensor móvil de bajo costo desarrollado por el proyecto SIATA. Esta información está disponible a través del enlace <https://siata.gov.co/biciscc/>. Tanto sensores como aplicativos han sido desarrollados por el equipo de profesionales del proyecto SIATA, reafirmando su apuesta por la ciencia y la innovación local. Los sensores transmiten datos cada 10 segundos y tienen instalado un GPS.

En esta sección se presentan los resultados del monitoreo de PM_{2.5} a partir de los sensores instalados en bicicletas para el mes de octubre de 2024, período durante el cual se obtuvieron datos de 10 sensores, considerando aquellos que enviaron datos al menos una vez durante el mes. Cabe agregar que en este total de sensores, un mismo sensor se pudo contar varias veces de acuerdo con los viajes realizados durante el período de análisis. Para los análisis presentados, de los sensores que enviaron datos, se consideraron como activos los ciudadanos que registraron rutas significativas, es decir sólo se tuvieron en cuenta los recorridos continuos de cada sensor con distancias de recorridos iguales o superiores a 300 m, que corresponden aproximadamente a tres cuadras.

La Figura 6.31 presenta el número de viajes y número de sensores activos para todos los meses desde febrero de 2022, mes en que inició la estrategia, hasta octubre de 2024. Esta variación es calculada teniendo en cuenta los sensores con recorridos superiores a los 300 m y que operaron durante el período de análisis en los diferentes municipios del valle de Aburrá. En octubre de 2024 se registró un total de 64 viajes correspondientes a los 10 sensores activos.

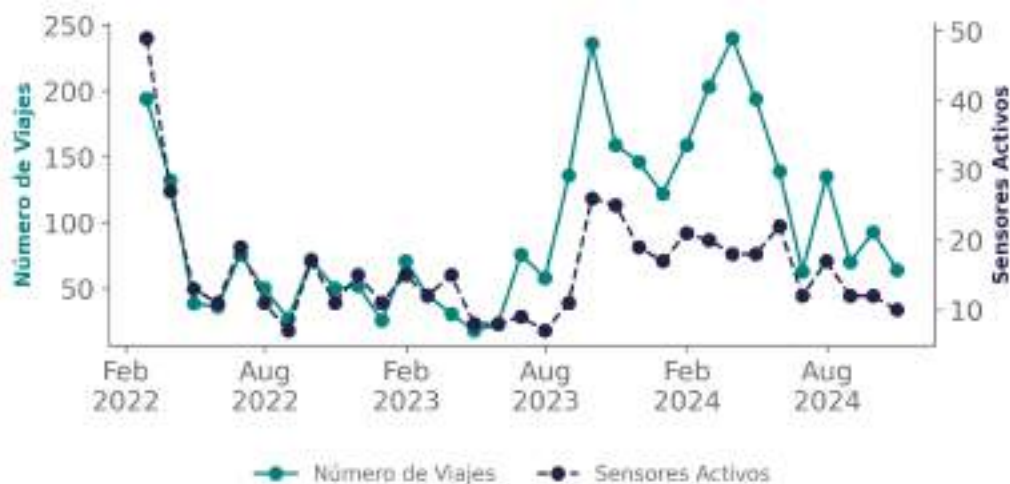


Figura 6.31: Serie mensual de número de viajes y número de sensores activos para los sensores instalados en bicicletas, de la Red de Ciudadanos Científicos.

Por otra parte, en la Figura 6.32 se presenta la relación entre el número de viajes y el número de sensores activos cada mes. Esta relación permite observar la frecuencia del uso de cerca de los 35 sensores asignados para este período y se puede interpretar como un indicador de la constancia que tienen los ciudadanos cada mes con el uso del sensor. Se observa que durante los primeros meses del año, la relación tiende a ser más alta, lo que podría indicar un mayor uso de los sensores o una mayor cantidad de sensores activos sin

un aumento proporcional en el número de viajes. A partir del mes de mayo, se evidencia una disminución significativa en la relación, lo que podría reflejar una reducción en el número de sensores activos con un número constante de viajes. Este comportamiento podría estar relacionado con factores estacionales o sociales que influyen en la participación de los ciudadanos.

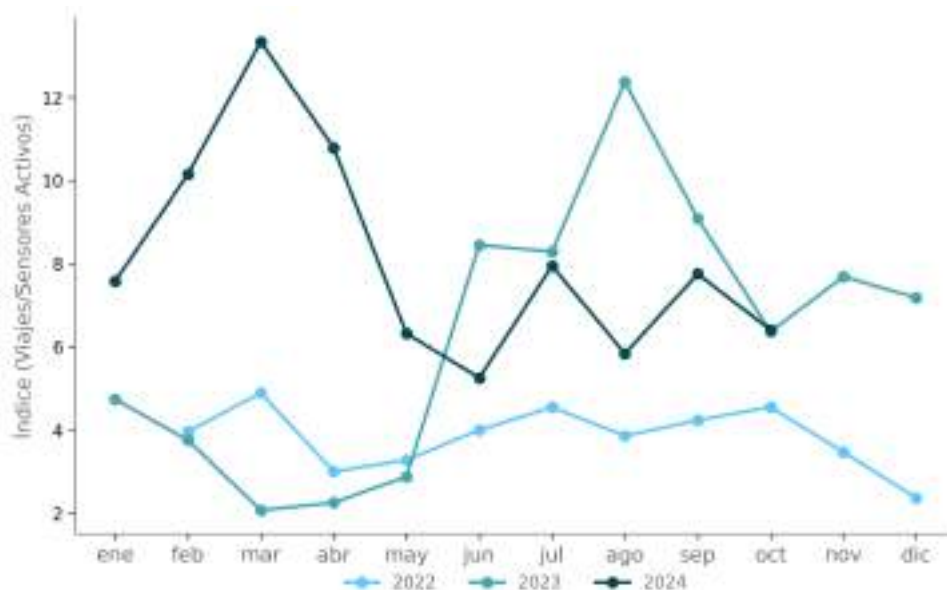


Figura 6.32: Relación entre número de viajes y número de sensores activos para los dispositivos instalados en bicicletas de la Red de Ciudadanos Científicos.

Durante el período de este informe, se analizaron los viajes por franjas horarias, de esta manera, la Figura 6.33 presenta la variación mensual promedio de PM2.5 de todos los recorridos considerados en el análisis, durante el mes de octubre de 2024 teniendo en cuenta diferentes períodos de tiempo (06:00 - 09:00, 09:00 - 12:00, 12:00 - 15:00, 15:00 - 18:00, 18:00 - 21:00 y 21:00 - 23:00). Cabe recordar que los cálculos presentados solo consideran los sensores instalados en bicicleta con recorridos superiores a los 300 m y que operaron en los diferentes municipios del Valle de Aburrá. De acuerdo con esta Figura, en términos generales, las mayores concentraciones promedio se han registrado en las franjas horarias de 6:00 a 9:00.

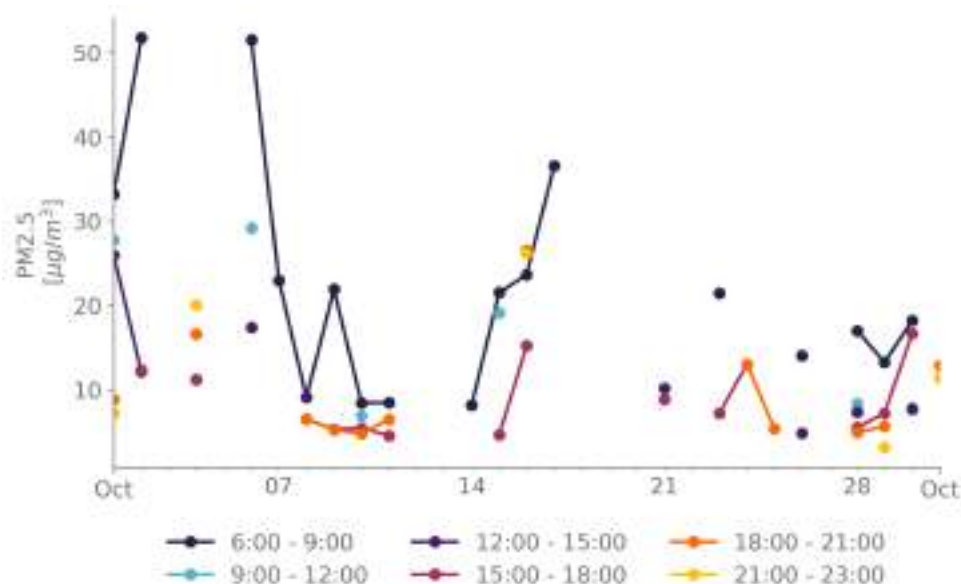


Figura 6.33: Serie diaria de PM2.5 para los sensores instalados en bicicleta, de la red de Ciudadanos Científicos que operaron durante el mes de octubre de 2024 en el Valle de Aburrá en rangos horarios.

A partir de los viajes considerados válidos para el análisis, la Figura 6.35 muestra el ciclo diurno de las concentraciones de PM2.5 para el mes de octubre, evidenciando varios picos durante el día. Los picos de concentración más altos obtenidos en el período de medición se presentan en las horas de la mañana de 06:00 a 12:00. La Figura 6.35 permite concluir que los ciclistas están expuestos a la misma variabilidad diurna en las concentraciones de PM2.5 registradas por las estaciones oficiales de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire.

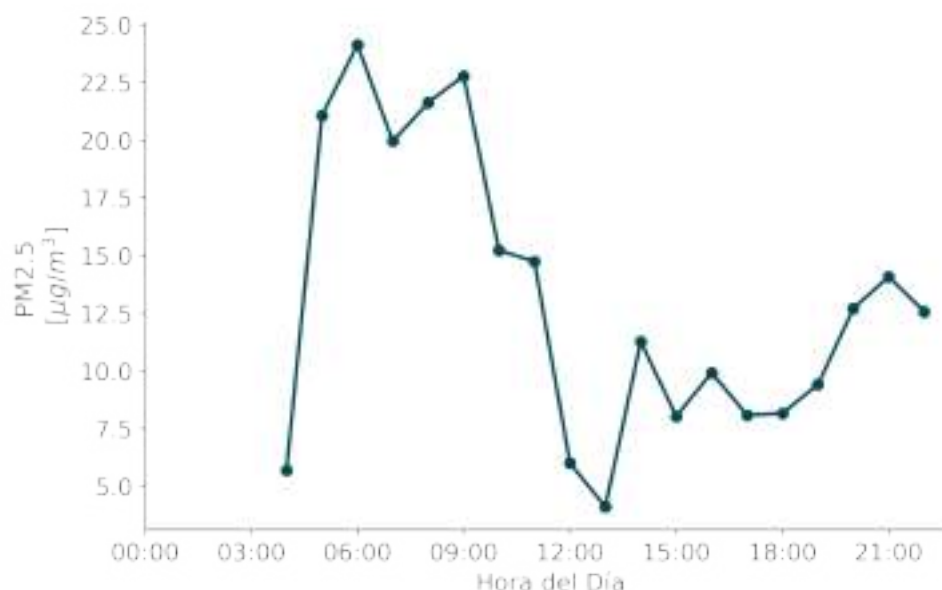


Figura 6.34: Ciclo diario promedio de PM2.5 para los sensores de bicicleta de la red de Ciudadanos Científicos calculado para el mes de octubre de 2024.

El resumen de las concentraciones de PM2.5 promedio obtenidas a partir de la red de Ciudadanos Científicos en bicicleta durante el mes de octubre de 2024 se muestra en la Figura 6.35. Se incluye la distribución de las concentraciones en las principales rutas de los ciudadanos en bicicleta y el mapa de calor. En este último, el gradiente de la distribución está asociado al número de datos por ubicación y la magnitud de la concentración de PM2.5; la variación del color es la intensidad y explica cómo los viajes y la concentración de PM2.5 se agrupan y varían en el espacio. El color rojo en la Figura de la derecha representa mayor número de datos en esa ubicación y concentraciones de PM2.5. Estos puntos de calor sugieren que un mayor número de personas en bicicleta pasan por esta ubicación y están expuestas a mayor concentración de PM2.5. De acuerdo con los resultados presentados, los desplazamientos de los usuarios en bicicletas se dieron principalmente en las vías: Avenida Las Vegas, Guayabal, Poblado, San Juan, La 33 y Las Palmas; las Carreras 65 y 70. En términos generales, las mayores concentraciones se presentaron a lo largo de las avenidas Las Vegas, Regional, Guayabal, Carrera 65 y Las Palmas, además de algunas zonas en el municipio de Envigado.

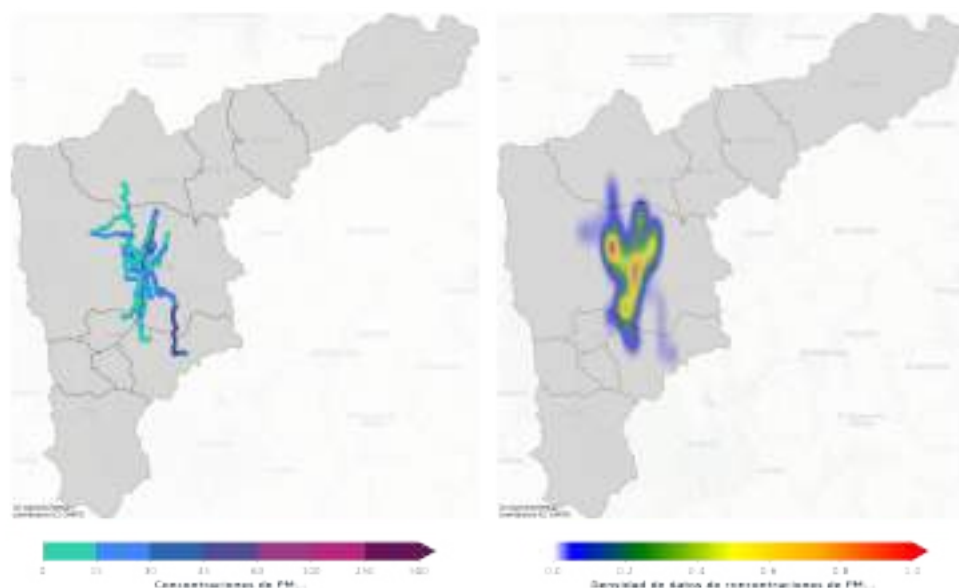


Figura 6.35: Resumen de las concentraciones de PM_{2.5} obtenidas a partir de los sensores activos instalados en bicicletas de la red de Ciudadanos Científicos que operaron durante octubre de 2024 en el Valle de Aburrá. El panel de la izquierda muestra la distribución de las concentraciones de PM_{2.5} mientras que el panel de la derecha muestra el mapa de calor, donde el gradiente de la distribución está asociado al número de datos por ubicación y la magnitud de la concentración de PM_{2.5}; la variación del color es la intensidad y explica cómo los viajes y la concentración de PM_{2.5} se agrupan y varían en el espacio.

Estudio de la formación de PM_{2.5} secundario en el Valle de Aburrá

Los aerosoles secundarios poseen propiedades ópticas características asociadas a la absorción de luz. Aquellos aerosoles carbonáceos orgánicos que absorben radiación solar en el espectro visible, se engloban dentro del brown carbon (BrC) el cual afecta directamente al forzamiento radiativo contribuyendo con el cambio climático (Jiang et al. (2018)). El BrC proviene tanto de emisiones primarias como de reacciones de procesos secundarios en la atmósfera en los que están involucrados los compuestos orgánicos volátiles. La fuente de origen primario de mayor importancia del BrC es la quema de biomasa y de otros combustibles fósiles (Wang et al. (2018)). De acuerdo a lo anterior y debido a las diferentes fuentes de emisión, el BrC posee una compleja composición química.

Investigadores han realizado experimentos para identificar la composición química y propiedades ópticas de estos aerosoles, destacando compuestos oxigenados, nitroaromáticos y otras azufrados. Entre los compuestos conjugados de estos compuestos se han identificado los ácidos vanílico y ferúlico así como también del aldehído de coniferilo, mientras que por procesos secundarios se destaca la foto oxidación del tolueno y m-cresol (Wang et al. (2018)).

En el Valle de Aburrá, el material particulado PM_{2.5} posee un aporte significativo asociado a materia carbonácea, donde se identifica al BrC como uno de los constituyentes de ésta, lo que hizo interesante para el mes de octubre analizar los patrones mensuales de las concentraciones del BrC en la estación CEN-TRAF para el año 2022 (AMVA (2019b)). Estos análisis se realizaron considerando al tolueno como precursor del BrC en presencia de óxidos de nitrógeno (NO_x). El tolueno como compuesto orgánico es aportado por la quema de combustibles fósiles así como también por la quema de biomasa y es un

contaminante que es monitoreado en un punto de la red, lo cual favorece la evaluación de la información conjuntamente con lo que se podría evaluar con los resultados de los equipos etalómetro y TCA, ubicados en la estación tráfico centro.

Es importante mencionar que los resultados mostrados de BrC se obtuvieron a partir de los resultados que arrojó el modelo presentado en la sección , como producto de la investigación sobre los aerosoles carbonáceos en el marco del CCyT 016 de 2024 del proyecto SIATA.

En la Figura 6.36 se observan los ciclos diurnos promedio mensuales del carbono orgánico, el brown carbon y el tolueno del año 2022. En esta figura se puede observar como el comportamiento del BrC a lo largo del año permanece casi constante con un comportamiento diurno bimodal, con picos máximos alrededor de las 06:00 y 20:00 horas. Se logra apreciar además que, en los meses de febrero y marzo alcanzan valores más altos en comparación al resto del año, asociado a la influencia de la quema de cobertura vegetal del norte del país que se presentan habitualmente en este periodo y que afecta la calidad del aire local.

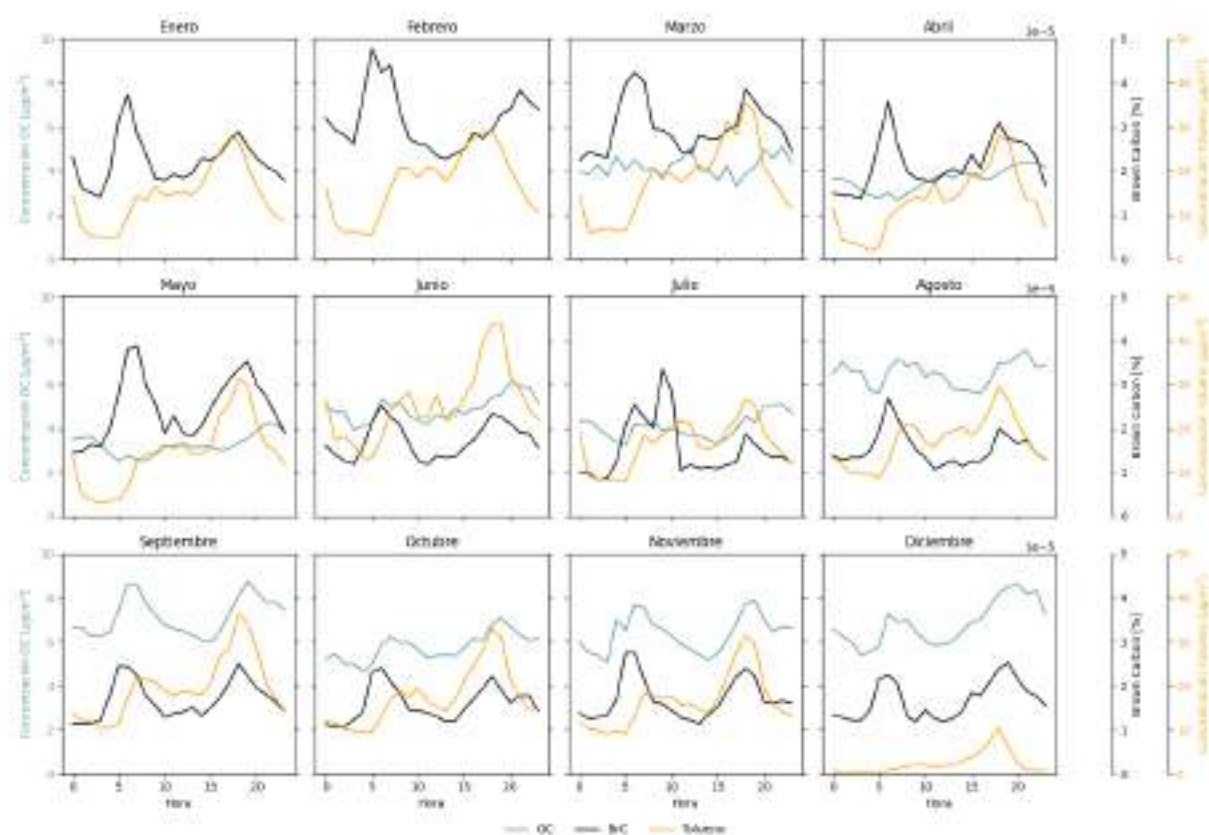


Figura 6.36: Comportamiento mensual de los compuestos de brown carbon (BrC), tolueno y carbono orgánico en la estación CEN-TRAF en el año 2022

Considerando que el BrC tiene un origen primario principalmente debido a la quema de biomasa, que podría explicar las altas concentraciones en el primer trimestre del año, para el segundo semestre las altas concentraciones están relacionadas con procesos de reacción química secundarios en la atmósfera. Investigaciones han mostrado que el aporte de la foto oxidación del tolueno al BrC es significativo (Lin et al. (2015)). Lo anterior se puede observar en el comportamiento promedio del tolueno de la Figura

6.36, en el que las bajas concentraciones en las primeras horas de la mañana coinciden con el primer pico o máximo del BrC desplazado a la derecha, este comportamiento se puede traducir en un consumo o reacción del tolueno con otros compuestos como los VOC presentes en la atmósfera, permitiendo la obtención de aerosoles orgánicos absorbentes de luz. Adicionalmente, se presenta un comportamiento bimodal del OC para los últimos meses del año, indicando que las condiciones meteorológicas favorecen la formación de aerosoles orgánicos secundarios en este periodo. Por otro lado, es importante destacar que el tolueno registra mayores concentraciones en las horas de la noche, con pequeños aumentos en las horas de la mañana, que puede deberse a las emisiones provenientes de las fuentes móviles, además que podría no existir condiciones atmosféricas que favorezcan su degradación.

La posterior reducción de las concentraciones de BrC alrededor de las 10:00 horas, puede deberse a que los precursores del BrC (tolueno entre otros) pueden estar participando en la formación de ozono troposférico favorecidos por la presencia de radiación solar y transformándose a su vez en otros VOC diferentes. Considerando además que, diferentes estudios han demostrado que los niveles de NO_x en el ambiente pueden afectar la formación de aerosoles secundarios (Xu et al. (2020); Yan et al. (2021)), es de esperarse entonces que estas condiciones puedan facilitar el orden de reacción de ciertos compuestos o especies químicas, incidiendo al final en la selectividad de la formación secundaria de diferentes tipos de contaminantes.

Los comportamientos mostrados evidencian la necesidad de estudiar a fondo la relación de precursores como el tolueno y su papel en la formación de aerosoles secundarios, de tal forma que pueda brindar información para el control de fuentes de emisión de este contaminante. Lo anterior, teniendo en cuenta la relación entre las concentraciones de NO_x y tolueno en el aporte al OC. Es así como en próximos informes se analizarán las concentraciones de otras especies químicas y su relación con la formación de BrC u otros agentes secundarios susceptibles de cuantificación por la red de monitoreo de la calidad del aire del Valle de Aburrá.

WP1.2.13. (Inundaciones, Sequías, Av. Torrenciales, Mov. Masa, Sismos, Incendios) Desarrollo de metodologías para la clasificación de coberturas de suelo

El conocimiento de las coberturas del suelo es un insumo que ayudará en la evaluación de ciertas amenazas, así como el desarrollo de modelos que caractericen la infraestructura del territorio (modelos de exposición). Dichos modelos permitirán, a su vez, una posible evaluación del riesgo por fenómenos naturales tales como los hidrológicos (avenidas torrenciales, movimientos en masa húmedos), geofísicos (sismos, movimientos en masa secos) y climatológicos (movimientos en masa húmedos, incendios, sequías).

Modelo de propagación de incendios forestales

Considerando que la propagación de incendios forestales es un tema de relevancia para la generación de alertas tempranas, y que esta temática puede abrir una línea de investigación importante para este fenómeno, en el mes de octubre se realizó una revisión de literatura de los modelos de propagación de incendios forestales. Los modelos encontrados fueron: BehavePlus (Andrews, 2007), FlamMap (Finney, 2006), FARSITE (Finney, 1998) desarrollados en el Servicio Forestal de Estados Unidos y WRF Fire (Coen et al., 2013) desarrollado en la UCAR.

BehavePlus es un modelo matemático que describe el comportamiento del fuego simulando la tasa de

propagación del fuego, altura del fuego, mortalidad de la vegetación, humedad del combustible y otras variables. Este es un sistema de modelación puntual, es decir, es un sistema que calcula el comportamiento del fuego en un punto o área con combustibles homogéneos (<https://www.frames.gov/behave/home>).

Por su parte, FlamMap es un sistema de modelación espacial de propagación de incendios forestales, por lo que calcula las características asociadas al comportamiento de incendios para cada pixel. Las variables de salida incluyen la tasa de propagación superficial y de copa, longitud de la llama, intensidad de la línea de fuego, entre otras. Inicialmente, FlamMap realiza la modelación bajo condiciones meteorológicas y de humedad del combustible constantes. Sin embargo, en su desarrollo se incluyó FARSITE, el cual es un modelo que permite la simulación del comportamiento del fuego bajo condiciones meteorológicas, de terreno y combustibles heterogéneas (<https://www.firelab.org/project/flammap>).

Por último, WRF-Fire es un módulo dentro del modelo atmosférico WRF ARW que permite modelar el crecimiento de un incendio forestal en respuesta a las condiciones ambientales como la pendiente del terreno, las características del combustible, las condiciones atmosféricas y las retroalimentaciones dinámicas entre el fuego y la atmósfera. WRF Fire es usado principalmente para la predicción y evaluación de riesgo y como apoyo en la preparación y respuesta (<https://ral.ucar.edu/model/wrf-fire-wildland-fire-modeling>). Sin embargo, este modelo tiene alto costo computacional lo que dificulta su uso operacional para predicción del comportamiento de incendios forestales como apoyo a las brigadas de incendios (Dobrinkova and Dobrinkov, 2013).

De manera exploratoria, se quiere implementar alguno de los modelos encontrados para los incendios forestales ocurridos en el Valle de Aburrá tomados como piloto. Inicialmente se selecciona el modelo FARSITE de FlamMap para evaluaciones en el cerro Quitasol. Durante este mes, se estudiaron el modelo, las variables y archivos de entrada necesarios para las simulaciones. Las características de terreno requeridas son pendiente del terreno, aspecto, elevación, cobertura vegetal y modelo de combustibles. Las condiciones meteorológicas necesarias son datos de temperatura, humedad relativa, precipitación acumulada de la última hora, cobertura de nubes y velocidad y dirección del viento. También es necesaria información sobre la humedad inicial del combustible. Adicionalmente, puede agregarse densidad y altura del dosel como información adicional para mejorar los resultados del modelo.

El modelo de combustibles y los datos de viento son condiciones de gran influencia en la propagación de incendios forestales (Catchpole et al., 1998; Rothermel, 1972), sin embargo, en la región no se tienen modelos o información detallada acerca de estas variables. Por lo tanto, en el momento se está realizando una caracterización más precisa y actualizada de dicha información.

El modelo de combustibles en FlamMap es un componente esencial que define la cantidad y el tipo de combustible en un área determinada. Diferentes tipos de combustibles se queman de formas distintas según sus características físicas y químicas, por lo tanto, el modelo de combustibles es fundamental para entender cómo se propaga el fuego en el tiempo. FlamMap utiliza clasificaciones de combustibles desarrolladas por el Servicio Forestal de Estados Unidos (Scott y Burgan, 2005). Esta metodología define 44 modelos de combustible estándar, clasificados en siete categorías principales según el tipo de vegetación y las características del material combustible. Para definir estas categorías del modelo de combustibles en nuestra región de interés, se inició con la delimitación de las coberturas de tierra lo más detalladamente posible utilizando la metodología Corine Land Cover, y a cada cobertura se le asignó la categoría más congruente según el modelo de combustible.

El comportamiento local del viento es influenciado por los terrenos montañosos en los que pueden producirse (Forthofer, 2007). El Valle de Aburrá tiene características topográficas complejas lo cual influye en los patrones de viento locales y dificulta su modelación. Consecuentemente, en caso de incendios forestales el viento afecta el comportamiento del fuego y en terrenos complejos se dificulta su predicción (Wagenbrenner et al., 2016). Por esto, para el caso del Valle de Aburrá, es necesario refinar la información entregada por las estaciones meteorológicas o los datos de viento del modelo WRF. Wind-

Ninja es un modelo ampliamente utilizado a nivel mundial que simula campos de viento superficial de alta resolución en terrenos complejos. Debido a esto, se selecciona para evaluar las simulaciones de viento en el Valle de Aburrá (Forthofer et al., 2014; Wagenbrenner et al., 2019). El modelo permite como información de entrada datos de estaciones meteorológicas y de algunos modelos meteorológicos (<https://weather.firelab.org/windninja>). En el momento se han realizado simulaciones de viento de prueba con datos del modelo meteorológico de la UCAR GFS 0.5 grados 6.37 en diferentes días y a diferentes horas. Es necesario evaluar los resultados de estas simulaciones así como incluir simulaciones con datos de estaciones meteorológicas y con datos de viento del modelo WRF.

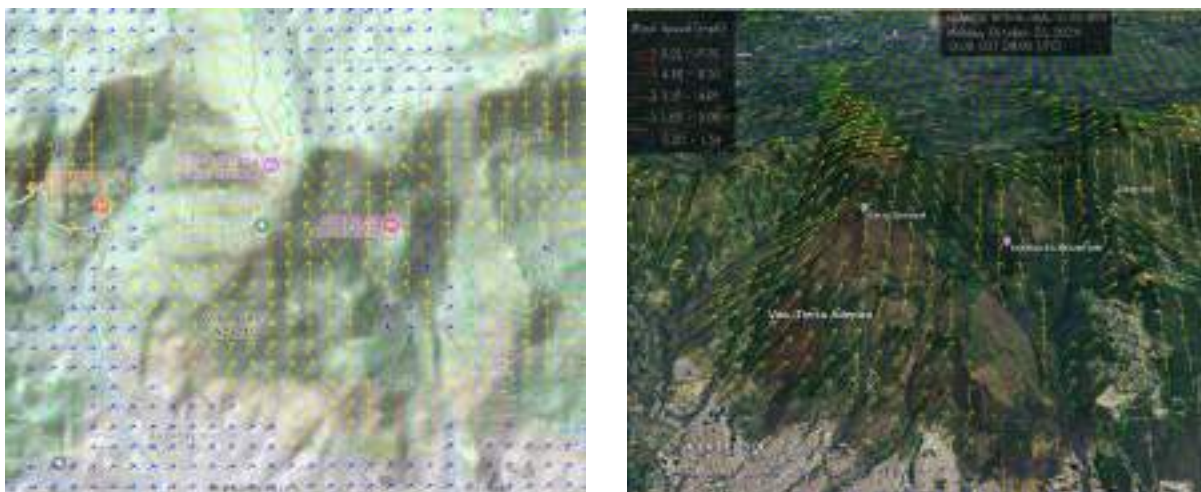


Figura 6.37: Vectores de dirección y velocidad del viento simulados con WindNinja a partir de datos de NOMAD-GFS-GLOBAL 0.5 grados para las 13:00 del 21/10/2024.

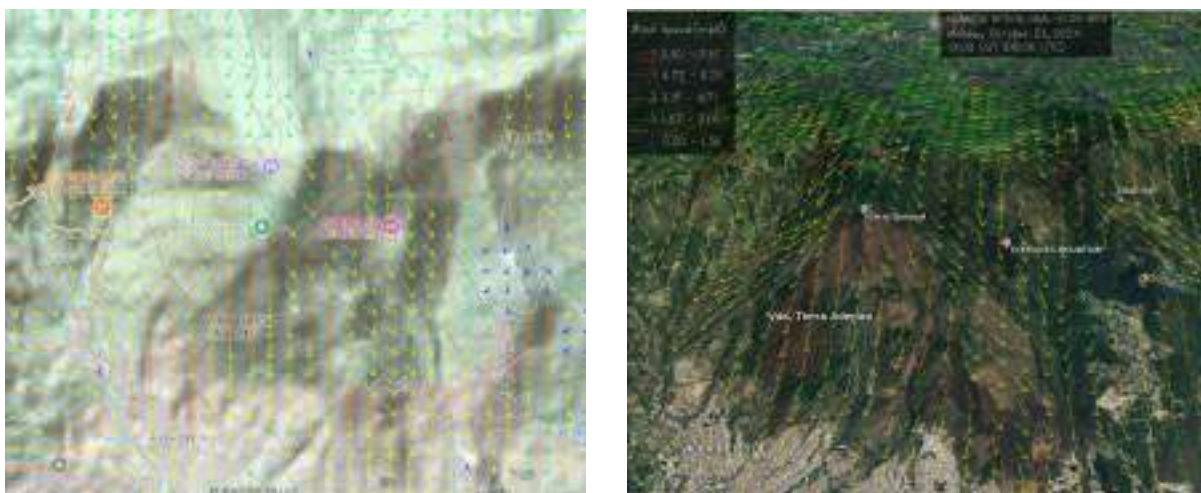


Figura 6.38: Vectores de dirección y velocidad del viento simulados con WindNinja a partir de datos de NOMAD-GFS-GLOBAL 0.5 grados para las 19:00 del 21/10/2024.

Metodología para la clasificación de coberturas de suelo

Por parte del equipo de Teledetección, durante el mes de octubre se realizaron seis (6) experimentos de clasificación implementado la metodología basada en objetos (OBIA). El desarrollo se realizó para el área de estudio elegida durante septiembre, tomando una porción de la misma para agilizar el procesamiento y la obtención de resultados.

Como datos iniciales de entrada se usaron: Ortofoto, Modelo Digital de Superficie (DSM) y Modelo Digital de Terreno (DTM). A partir de estos tres insumos se estimaron datos adicionales para enriquecer la información con la que se alimenta el clasificador. Estos datos adicionales fueron:

- Modelo digital estandarizado de altura (stdnDSM) (Zhou et al., 2019)
- Índice de Exceso de verde (Woebbecke et al., 1995)
- Texturas: Homogeneidad (ASM) y Uniformidad (IDM) (Haralick et al., 1973)

Para la llevar a cabo la clasificación se adaptó el flujo de trabajo propuesto por (Wyard et al., 2021) incluyendo herramientas como QGIS, Orfeo y GDAL (ver Figura 6.39).

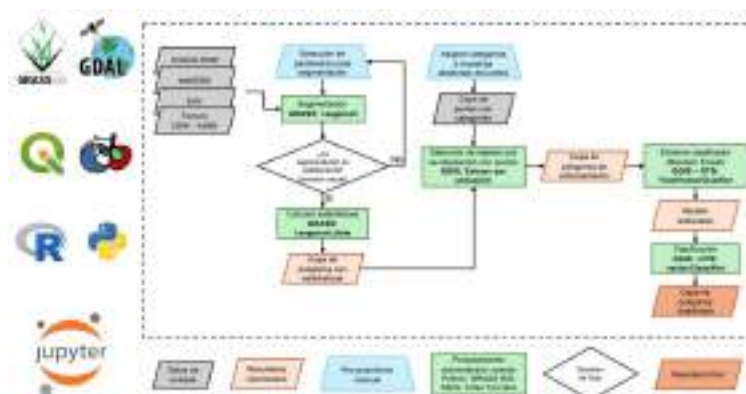


Figura 6.39: Diagrama de flujo para clasificación basada en objetos.

Este flujo de trabajo fue implementado en Jupyter Notebook por su facilidad de configuración en sistemas operativos Windows, Linux y MacOS.

Para entrenar el clasificador se realizó una asignación de clases o categorías a 300 puntos distribuidos de forma aleatoria en la región de procesamiento. Posterior a la asignación de categorías se realizó una segmentación para obtener los objetos que serán clasificados. Para llevar a cabo la segmentación se agruparon insumos como se muestra a continuación:

- Grupo solo RGB
- Grupo RGB + stdnDSM
- Grupo RGB + ExG
- Grupo RGB + Texturas (IDM y ASM)

- Grupo stdnDSM + ExG
- Grupo RGB + stdnDSM + ExG + Texturas (IDM y ASM)

Los resultados de los seis experimentos mostraron que las coberturas que tienen mayor dificultad para su clasificación corresponden a: cuerpos de agua y suelo desnudo, categorías que suelen confundirse con techos blancos o vías.

De acuerdo con la revisión visual realizada, la categoría que tendrá mayor dificultad para la clasificación serán los cuerpos de agua, principalmente el río. Se puede ver que agregar el *stdnDSM* y *ExG* mejora la delimitación vegetación alta y la distinción entre vegetación alta y baja, así como la distinción entre suelo desnudo y área abierta. Sin embargo, la precisión de las clasificaciones será evaluada mediante una matriz de confusión y coeficiente Kappa. Se pudo avizorar el uso de la combinación stdnDSM + ExG para delimitar zonas arborizadas, con posible aplicación a seguimiento de estado de salud vegetativo si se tienen datos multiespectrales.

WP1.3. Insumos técnicos para herramientas operacionales/atención de emergencias

WP1.3.1. Revisión, análisis y evaluación de las capacidades existentes del proyecto para el acompañamiento en la atención de emergencias

Como en el caso del mes de septiembre, el inventario de las estaciones para la atención de emergencias en el mes de octubre de 2024 incluye:

- Cuatro (4) sirenas completas
- Cuatro (4) estaciones de nivel completas
- Cuatro (4) pluviómetros completos
- Cuatro (4) cámaras visibles con antena

WP1.3.2. Desarrollo y mejoramiento continuo de herramientas operativas que permitan la generación de alertas

Se continúan las actividades de monitoreo de crecientes, incendios y drenaje urbano. Los productos operativos para agilizar la consulta y generación de reportes sobre el estado de las crecientes semana a semana están disponibles en: https://siata.gov.co/hidrologia/reportes/resumen_semanal/. Como se ha mencionado, los productos incluyen el resumen de eventos de precipitación en cada día de la semana, número y ubicación de estaciones con crecientes de todos los niveles de riesgo, y estaciones cuyas crecientes superaron los máximos históricos.

Con respecto a incendios, se continúa con el procesamiento de los datos requeridos para el cálculo del Fire Weather Index y el reporte de columnas de humo en el valle de Aburrá.

Finalmente, en torno a drenaje urbano, las redes de nivel de alcantarillado y encharcamiento, al igual que la red de cámaras, mantienen su operación continua.

WP2.1. Medición y seguimiento

WP2.1.1. (Calidad del aire) Garantizar el cumplimiento de los requisitos de micro-localización de las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire

Durante el período se dio continuidad a las gestiones de reubicación de equipos de medición de contaminantes atmosféricos en la estación Estrella Metro y en la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Se realizaron reuniones con personal de la empresa Metro de Medellín con el fin de aclarar las dudas asociadas a los requerimientos de espacio y a la definición del sitio específico donde se espera ubicar el equipo de monitoreo. La empresa Metro se comprometió con responder a la solicitud.

En relación con la Universidad Nacional, en el mes de octubre se enviaron los ajustes solicitados al documento de caracterización del sector de la Facultad de Minas para la instalación de una estación en este punto de medición. En este informe se concluyó que *no se considera viable técnicamente instalar una estación de monitoreo en el punto analizado si el objetivo de la instalación de esta es la inclusión en la acreditación de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire; sin embargo, se considera que puede ser un punto bastante interesante para evaluar el impacto en la calidad del aire asociado a los cambios en la movilidad permitiendo analizar el antes, durante y después de la operación del Metro de La 80, el cual se espera que cambie drásticamente la movilidad en el Distrito de Medellín*. Este informe servirá como base para la decisión de la posible ubicación de la estación de calidad del aire en este sector.

Por otro lado se realizó visita de campo a la institución educativa Concejo Municipal de la Estrella, con el fin de evaluar la posibilidad de ubicar el equipo de medición de PM10 manual, que deberá ser retirado de la institución educativa María Goretti debido a que se harán adecuaciones físicas en dicha institución. Durante la visita se identificó que no se cumplían con las condiciones técnicas para la ubicación del equipo en la institución mencionada. Se continuará en la búsqueda del sitio de ubicación del equipo manual de PM10 y en caso de que no sea posible se guardará el equipo para necesidades de campaña de caracterización química. Lo anterior de conformidad con el estudio de rediseño de la red de monitoreo de calidad del aire del 2022 que identificó que se tenían muchos equipos de PM10 manuales en operación y que no era necesario mantener más de 4 de ellos.

WP2.1.2. Garantizar el correcto funcionamiento de los sensores de monitoreo que hacen parte de las redes de monitoreo

En el mes de octubre, los equipos Operacional y de Calidad de Datos continuaron con el proceso de garantizar el correcto funcionamiento de los sensores que forman parte de las redes de monitoreo del proyecto SIATA. Se ha realizado un reporte diario detallando el estado de las estaciones e incluyendo información sobre aquellas que se encontraban caídas, la duración de la caída y si se detectaron datos anómalos.

El listado detallado de los mantenimientos preventivos y correctivos realizados durante el mes de octubre se encuentra disponible en el siguiente enlace: [Lista Mantenimiento octubre 2024](#).

Este reporte ha sido fundamental para que el equipo de Mantenimiento pueda incluir los mantenimientos correctivos necesarios en su cronograma de mantenimientos preventivos. Esto ha permitido abordar de manera oportuna y efectiva cualquier problema identificado, asegurando así el funcionamiento óptimo de los sensores de monitoreo.

WP2.1.3. Gestionar e implementar algoritmos, procesos y técnicas que garanticen la calidad de los datos

Análisis de la recurrencia de fallas de las estaciones de monitoreo hidrometeorológico. A partir del análisis de recurrencia de fallas realizado durante el mes de octubre, se sintetizaron los siguientes problemas identificados en las estaciones de monitoreo de la red hidrometeorológica y de geotecnia, y se consolida el porcentaje de la cantidad de estaciones asociado a cada problema, con respecto al total de estaciones con fallas durante el mes en cuestión.

- Acumulado de problemas de baja recurrencia: **49.99 %**.
- Estaciones con comunicación intermitente **15.79 %**.
- Estaciones de nivel con datos distorsionados, ruidosos, sin hidrógrafas, comportamiento plano, sostenido o incoherente: **12.63 %**.
- Estaciones con problema recurrente de un pluviómetro taponado o pulsos de lluvia anómalos posterior al evento de precipitación: **11.62 %**.
- Estaciones meteorológicas con valores sostenidos simultáneamente en dos o más variables: **8.08 %**.

En el siguiente enlace se proporciona mayor información relacionada: [Calidad Datos](#). Así mismo, los informes de análisis de recurrencia de problemas desarrollados durante esta vigencia pueden consultarse en: [Análisis de recurrencias](#).

Inventario de estaciones de monitoreo hidrometeorológico. En el mes de octubre, la red hidrometeorológica in-situ del proyecto SIATA contaba con 401 estaciones, distribuidas en las siguientes redes:

- Pluviómetros: 162.
- Niveles: 135.
- Meteorológicas: 44.
- Velocidad superficial: 21.
- Disdrómetros: 19.
- Humedad del suelo: 15.
- Piranómetros: 5.

Adicionalmente, se tienen catorce (14) piezómetros que hacen parte de la red experimental de medición de nivel freático y dos (2) sensores experimentales para la medición de sedimentos en ríos y quebradas.

En el siguiente enlace se puede consultar más información sobre el inventario de estaciones hidrometeorológicas en tierra del proyecto SIATA: [Calidad Datos](#).

Metadatos nuevas instalaciones. Para las redes de monitoreo hidrometeorológico, de geotecnia y de cámaras del proyecto SIATA, durante el mes de octubre se realizó un total de nueve (9) instalaciones en el Valle de Aburrá correspondientes a las redes de cámaras (2), niveles (1), sirenas (1), piranómetros (2) y molinos de campo eléctrico (3). En el siguiente enlace se proporciona mayor información de las instalaciones realizadas: [Calidad Datos](#).

WP2.1.4. Generar información oportuna sobre amenazas

Monitoreo y generación de alertas asociadas a drenaje urbano. Durante el mes de octubre, se registraron once (11) eventos de inundación por medio del grupo de WhatsApp *Drenaje Urbano*, cuatro (4) de ellos reportados por la red de monitoreo de drenaje urbano de SIATA y siete (7) eventos reportados por el CCTV de la Secretaría de Movilidad del Distrito de Medellín. En el transcurso del mes se destacan dos (2) eventos ocurridos en paso a desnivel Feria de Ganado donde se alcanzó nivel de riesgo rojo y un evento ocurrido en la Q. La Presidenta a la altura de Éxito Poblado, donde se registraron inundaciones sobre la vía principal, encontrando láminas de agua de hasta 80 centímetros. Esta misma inundación ocasionó el encharcamiento en la Glorieta Monterrey y en el paradero de buses de la Estación Poblado.

Estaciones de monitoreo de sedimentos. Se retiraron los sensores de sedimentos ubicados en Aula Ambiental y Ancón Sur para realizar mantenimiento exhaustivo en el laboratorio de Telemetría.

Sensor RPLiDAR como apoyo en las mediciones de nivel y sección transversal. Continuando con el fortalecimiento del sensor RPLiDAR, se diseñó el esquemático de tarjeta electrónica donde se unifica la electrónica necesaria para el funcionamiento de dicho sensor.

(Para más detalle visitar el anexo [Telemetría](#)).

WP2.1.5. Identificar e instalar nuevas estaciones de monitoreo en las diversas redes de monitoreo

En la Tabla 8.1 se listan las instalaciones de las estaciones de monitoreo del proyecto en el mes que se documenta.

Tabla 8.1: Instalaciones del mes de octubre de 2024.

Código	Nombre	Fecha	Municipio
741	Q. La Madera - José Antonio Galán 2	2024-10-02	Bello
742	Cámara nivel Cristo Rey Caldas	2024-10-21	Caldas
743	Paso a desnivel San Juan Alpujarra - Encharcamiento vial	2024-10-23	Distrito de Medellín
100874	Cámara nivel La Avelina	2024-10-01	Bello
100879	Molino Parque de las Aguas	2024-10-17	Barbosa
100880	Molino Megacolegio París	2024-10-30	Bello

Se realizó la re-instalación del sensor ubicado en la quebrada La Corcovada, barrio Robledo, Distrito de Medellín y se realiza la instalación de un nuevo sensor de la red encharcamiento vial en el paso a desnivel de San Juan con la Avenida Ferrocarril (Alpujarra). (Ver Tabla 8.2).

Tabla 8.2: Instalaciones red de nivel.

Fecha	Nombre estación	Tipo
01/10/2024	738 Q. La Corcovada - Robledo La Pola	Re-instalación
23/10/2024	743 Desnivel San Juan Alpujarra	Instalación

En ambos casos se realiza el levantamiento de la sección transversal, de manera que los datos de batimetría y distancia del sensor al lecho permanezcan actualizados.

WP2.1.6. Llevar a cabo mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones en las diferentes redes de monitoreo

En la Tabla 8.3 se listan los mantenimientos preventivos y correctivos de las estaciones de monitoreo del proyecto.

Tabla 8.3: Mantenimientos del mes de octubre de 2024.

Municipio	Total Mantenimientos	Mantenimiento preventivo	Mantenimiento correctivo
Barbosa	51	45	6
Bello	68	62	6
Caldas	36	30	6
Copacabana	38	36	2
Envigado	16	14	2
Girardota	35	33	2
Itagüí	23	20	3
La Estrella	30	26	4
Medellín	324	284	40
Sabaneta	26	21	5
Totales	647	571	76

WP2.1.7. Generar información oportuna sobre los procesos físicos relacionados con la meteorología y climatología de la región. (Calidad del aire) Toda esta información soporta decisiones relacionadas con calidad del aire, especialmente durante los períodos de gestión de episodios, de manera que permitan definir la pertinencia de activar el POECA.

Pronóstico descargas. Se continuó con la evaluación del modelo de pronóstico de descargas eléctricas en el Valle de Aburrá a partir de información del sensor ABI-GOES16 y usando una red neuronal convolucional. Los resultados que se mencionaron en el anterior informe hacían referencia a métricas válidas para todos los píxeles de la región pronosticada en su conjunto. Se procedió a realizar una validación pixel-por-pixel permitiendo reconocer aquellas regiones con mejor o menor desempeño. Ocho (8) de diez (10) municipios del Valle de Aburrá pronosticaron el 80 % de las descargas que sucedieron en sus territorios, siendo Caldas el de menor desempeño en este aspecto, con un porcentaje cercano al 72 %. Por

su parte, la tasa de falsas alarmas (1-precisión, pronóstico de ocurrencia de descargas incorrecto) fue de máximo el 30 % también en Caldas, con valores mínimos de alrededor del 18 % en Copacabana.

Segundo período de gestión de episodios de calidad del aire. Durante el mes de octubre se garantizó el funcionamiento de los equipos complementarios a la Red de Monitoreo de Calidad del Aire oficial, que entregan información que soporta el análisis integral del comportamiento de la calidad del aire. El segundo período de gestión de episodios declarado por la Entidad como autoridad ambiental urbana, incluyó el mes de octubre desde el 15 hasta el 31. Desde el SIATA se entregaron informes diarios del comportamiento de la calidad del aire los cuales fueron el producto de los análisis integrales de las concentraciones del contaminante mas crítico del valle de Aburrá (PM2.5) y de otras variables atmosféricas que se monitorean desde SIATA. Estos informes se pueden consultar en el enlace [Informes Episodios](#).

WP2.1.8. Brindar apoyo a la Entidad en el monitoreo de puntos críticos

Durante el mes de octubre, se realizaron varias actividades enfocadas en el monitoreo de puntos críticos por movimientos en masa. Entre éstas, se llevaron a cabo visitas técnicas a distintas áreas susceptibles, incluyendo la vereda El Socorro en Girardota, donde se evaluó una zona afectada debido a la activación de un movimiento en masa, y varios puntos en San Antonio de Prado, Distrito de Medellín, como los conjuntos residenciales Prado Campestre y Piemonti, para identificar nuevos sitios de monitoreo.

En cuanto a los reportes técnicos, se entregó un informe sobre la viabilidad de instrumentación en la vereda Filoverde, Barbosa, tras la evaluación en el sector de Quebrada El Machete. También se realizó un análisis de deformaciones mediante InSAR en la vereda El Zarzal, Copacabana, y se emitió un reporte técnico sobre la propuesta de monitoreo en la microcuenca El Cedro, Girardota.

Finalmente, se colaboró con el equipo de Teledetección en la revisión de deslizamientos en la vereda Filoverde en Barbosa y se planificó el esquema de monitoreo en la I.E. Normal Superior de Copacabana, cubriendo también sectores de Ancón Norte y El Zarzal. Además, se realizó una visita técnica a la cuenca La Despensa en San Antonio de Prado para evaluar la viabilidad de nuevos puntos de monitoreo en el área del parqueadero ubicado entre las quebradas La Maula y la Limona, y en esta cuenca.

Los detalles de los reportes técnicos pueden consultarse en los siguientes enlaces:

- [Reporte vereda El Socorro, Girardota](#)
- [Reporte vereda Filoverde, Barbosa](#)
- [Reporte vereda El Zarzal, Copacabana](#)

WP2.1.9. Monitorear y capturar datos de interés a diferentes escalas temporales haciendo uso de VANTs

En lo que respecta al WP2 que trata de la Ruta del Dato, el equipo de Teledetección del proyecto SIATA aporta mediante la captura de información gracias a la disposición de diferentes sensores acoplados a VANTs. Dicha captura se realiza de forma periódica, por evento y ante la activación por emergencias sucedidas en el territorio metropolitano y fuera de él, gracias a las gestiones que realice el personal del AMVA. En la presente sección, debido a que se encuentra en el apartado WP2.1 sobre Medición y Seguimiento, se plasman las actividades y gestiones adelantadas para el mantenimiento y la renovación tecnológica de los equipos y periféricos necesarios para el uso de los VANTs.

En el transcurso del mes de octubre se adelantaron ocho (8) acciones destinadas al mantenimiento y renovación tecnológica. De éstas, cinco (5) fueron relacionadas a las pólizas de responsabilidad civil extracontractual de los equipos UAS adscritos al acervo del AMVA y operados por el proyecto SIATA. Se mencionó a la Supervisión en el AMVA que dichas pólizas vencían el 23 de octubre de 2024 a las 00:00, lo que implicaba que a partir de dicha fecha no se podían volver a utilizar los equipos y éstos debían ser guardados y custodiados conforme al protocolo P-GAA-SIATA-96. Al finalizar el mes de octubre, no se habían recibido ni las pólizas ni el certificado de pago de las mismas, razón por la cual los equipos permanecieron en custodia y sin operar. Por otro lado, se adecuaron los puestos de las dos (2) estaciones de trabajo (Horus y Pixel) pertenecientes al equipo de Teledetección; adicionalmente, se recibieron chalecos reflectivos, botas dialécticas y un nuevo UAS, el DJI Mavic 3 Thermal. Los detalles de las acciones adelantadas a lo largo de la presente vigencia, relacionadas con el mantenimiento y renovación tecnológica, se pueden ver en el enlace [mantenimiento y renovación tecnológica](#).

WP2.1.10. Brindar apoyo a la Entidad para el acompañamiento en la atención de emergencias

Durante el mes de octubre, se elaboraron los siguientes reportes y se generaron alertas tempranas que fueron enviadas a los organismos gestores de riesgos a través de diferentes grupos de WhatsApp destinados para tal fin.

Tabla 8.4: Resumen de reportes a organismos de gestión del riesgo del Valle de Aburrá.

Tipo de reporte	Número
Reportes de precipitación	194
Reportes de nivel	91
Informes eventos precipitación	25
Reportes de vientos	2
Reportes de descargas eléctricas	3
Reportes de granizo o precipitación sólida	5
Reportes de deprimidos viales	2
Reportes de incendios	3
Condiciones meteorológicas	0
Reportes de red pluviométrica	0

Para información más detallada, consultar el siguiente link: [Reportes](#).

Monitoreo de descargas en la red de cámaras

Como apoyo a una solicitud generada desde la Unidad de Gestión del Riesgo y Cambio Climático de la Entidad, se realizó seguimiento a uno (1) de los puntos de descarga en la cuenca de la quebrada La Tinaja en Medellín, utilizando imágenes de la cámara nivel La Tinaja. El objetivo fue identificar posibles descargas de aguas residuales provenientes de La Feria de Ganado, debido a reportes de la comunidad sobre olores fuertes en esa zona de la quebrada. Para esto, se descargaron imágenes en intervalos de 30 minutos correspondientes a los meses de junio, julio y agosto, cuando la vegetación no obstruía la visual del punto de descarga. A partir de estas imágenes, se seleccionaron las fechas en las que se evidenció una descarga en el punto de interés y se trazó la cuenca desde la ubicación de la cámara para generar una animación a escala minutal. Esto permitió descartar que las descargas de agua observadas correspondieran a eventos de lluvia en la cuenca. En la Figura 8.1 se presenta una visual de la cámara hacia la quebrada La Tinajas, en rojo se indica la descarga de interés.



Figura 8.1: Monitoreo de la quebrada La Tinajas en Medellín para identificación de descargas en un punto crítico de interés para AMVA.

Apoyo para indicador mensual de la entidad AMVA

Durante el mes de octubre se solicita el apoyo del equipo de Hidrología para calcular uno de los indicadores de la Entidad, en el cual se debe clasificar el caudal mensual de algunas estaciones. Para responder a esta solicitud se propone el análisis de los caudales mensuales en las cuencas que cuentan con curva de estimación de caudales o curva nivel-caudal y que fueron seleccionadas para cada estación: [curvas nivel-caudal](#). Este análisis incluye la realización de la curva de duración de caudales para cada estación a partir de la serie de datos histórica de caudal mensual. A partir de las curvas de duración de caudales se realiza la siguiente clasificación para cada mes: régimen alto o aguas altas cuando supera el percentil 75, régimen bajo o aguas bajas cuando es menor al percentil 25, y régimen medio o aguas medias cuando son valores intermedios entre el percentil 25 y 75. Además, se incluyen las anomalías en porcentaje de la lluvia mensual obtenida a partir de los datos históricos de la red de pluviómetros. Esto con el fin de analizar el comportamiento mensual de las precipitaciones y su influencia en la variabilidad de los caudales. En el siguiente enlace se encuentran los resultados obtenidos para los primeros cinco (5) meses de 2024: [Mapa nivel-pluviómetros](#).

Apoyo por medio del uso de VANTs

Durante el mes de octubre, no ocurrieron emergencias en el Valle de Aburrá que generaran activaciones del equipo de Teledetección y, en consecuencia, no se llevó a cabo sobrevuelos con VANTs para este tipo de actividades.

WP2.2. Fortalecimiento

WP2.2.1. (Calidad del aire) Implementar y fortalecer las estrategias tecnológicas, logísticas y operativas para garantizar el correcto funcionamiento de las redes de Calidad de Aire y Ruido Ambiental, y el programa de Ciudadanos Científicos

Fortalecimiento de la red de calidad del aire. Para el proyecto Ciudadanos Científicos en Bicicleta, se da inicio a primeros acercamientos para el desarrollo de un nuevo prototipo básico que permita, en una vigencia futura, la construcción de un sensor mucho más robusto.

(Para más detalle visitar el anexo [Telemetría](#)).

Indicadores de captación de datos

Red de Calidad de aire

El seguimiento continuo de los reportes de las estaciones de calidad del aire, permite establecer un porcentaje de datos válidos para cada analizador. Este indicador es afectado, entre otras variables, por la cantidad de datos faltantes relacionadas con las actividades de monitoreo y verificación intermedia, posibles interrupciones en el fluido eléctrico de las estaciones, así como por la calificación realizada por el equipo de analistas de datos de la Red de monitoreo de Calidad del Aire a partir de los procedimientos de validación establecidos. En este sentido, en la Tabla 9.1 se presenta, para el mes de octubre de 2024, el porcentaje de datos válidos para cada variable medida por las estaciones que hacen parte de la Red de Monitoreo de calidad del aire del Valle de Aburrá. Según los resultados mostrados, los analizadores de óxidos de nitrógeno (NO , NO_2 y NO_X) y de PM_{10} de la estación GIR-EPM, los sensores de $\text{PM}_{2.5}$, SO_2 , óxidos de nitrógeno (NO , NO_2 y NO_X) y ozono de la estación MED-FISC, y los equipos de ozono de las estaciones MED-MIRA y MED-PBLQ, presentaron porcentajes de datos válidos inferiores al 75 %.

Para la estación GIR-EPM, el equipo de PM_{10} presentó intermitencias en el reporte de las mediciones. En la revisión por parte del equipo técnico se encontraron fallas en la tarjeta de comunicaciones debido a que el puerto serial no permitía la transferencia de datos. Por otro lado, la tarjeta Board del equipo, la cual almacena los datos, tenía algunos sectores en falla, afectando así el envío y almacenamiento de los mismos. Se realizó el cambio de estos componentes y se hicieron pruebas para verificar la comunicación y operación general del equipo. Para el caso del analizador de óxidos de nitrógeno (NO , NO_2 y NO_X), este presentó mediciones atípicas, incumpliendo con los criterios de validación. En las acciones correctivas se realizó la inspección y ajuste a todo el sistema neumático del analizador. Posteriormente se hizo la verificación de los componentes internos y ajuste de las conexiones. Por último, se efectuaron una prueba de fugas y una verificación multipunto al equipo para validar la linealidad del mismo.

En la estación MED-FISC se tuvieron dificultades para el acceso, debido a problemas externos que Fiscalía actualmente tiene con el espacio físico donde se encuentran instalados los equipos. Al verse afectado el ingreso a la estación, no se pudieron cumplir con los mantenimientos preventivos y verificaciones de los equipos, por lo que se tuvo que generar la invalidación de los datos de los analizadores de gases y por su parte, el analizador de $\text{PM}_{2.5}$ no se le pudo realizar la actividad correctiva luego de agotar la cinta filtro,

interrumpiendo así el muestreo del mismo durante varios días.

En el analizador de ozono de la estación MED-PBLQ se presentaron datos atípicos, según los datos reportados por el equipo, fue debido a parámetros fuera de rango en la operación del mismo. En las acciones correctivas por parte de los profesionales técnicos, se diagnosticaron fallas en las lecturas de referencia de la lámpara UV, componente elemental en la determinación de ozono, por lo que se realizó el ajuste, según lo indica el manual de operación, dejándola en valores de referencia aceptables. Se finaliza con la verificación del analizador, para garantizar la linealidad del mismo.

Finalmente, en el caso de la estación MED-MIRA, durante las verificaciones intermedias se identifica que los parámetros que determinan la linealidad del equipo de ozono, están fuera de rango, lo que puede ocasionar inconsistencias en las mediciones. El equipo técnico al identificar esta novedad en el analizador, decidió llevar el equipo al Área de Análisis y Pruebas con el fin de realizar un mantenimiento completo a todos los componentes internos del mismo. Entre las acciones correctivas se realizó el reemplazo del sistema neumático, la limpieza del fotómetro y del portafiltro de partículas, y el reemplazo de la válvula de referencia. Luego de realizar estos ajustes, se ejecutó una verificación multipunto ajustando los parámetros y garantizando así la linealidad del equipo.

Tabla 9.1: Porcentaje de datos válidos para los contaminantes monitoreados durante el mes de octubre de 2024. En negrilla se resaltan los equipos con porcentajes de datos válidos menores al 75 %.

Estaciones	PM2.5	PM10	NO	NO2	NOx	Ozono	CO	SO2	PM2.5(s)	PM10(s)
BAR-HSVP										100.0
BAR-TORR	91.0									
BAR-PDLA						95.6				
GIR-EPM	98.5	67.2	61.2	64.1	64.1	93.1	89.1	99.1		
COP-HSMA										100.0
COP-CVID	91.7									
BEL-FEVE	90.3									
BEL-JEGA									100.0	
BEL-USBV		94.1				99.1				
MED-ARAN	96.8									
MED-PBLQ	98.1					71.8				
MED-SCRI	96.6									
MED-FISC	68.4		0.1	0.1	0.1	0.1		18.3		
MED-VILL	89.4									
CEN-TRAF	94.2	92.2	98.4	98.4	98.4			98.9		
MED-CORA										100.0
MED-EXSA		97.6								
MED-BEME	94.9									
MED-SELE	87.9									
MED-UDEM						81.5				
MED-MIRA						64.0				100.0
MED-PROV	85.2	96.0	90.7	90.7	90.7					

Tabla 9.1: Porcentaje de datos válidos para los contaminantes monitoreados durante el mes de octubre de 2024. En negrilla se resaltan los equipos con porcentajes de datos válidos menores al 75 %.

Estaciones	PM2.5	PM10	NO	NO2	NOx	Ozono	CO	SO2	PM2.5(s)	PM10(s)
MED-ALTA	82.5	88.2	93.3	93.3	93.3					
MED-PJIC		93.7	97.7	97.6	97.6		89.0		90.0	90.9
MED-CES	94.9					84.9				
MED-TESO	95.6									
ITA-PTAR										100.0
ITA-POGO		88.3								100.0
ITA-CJUS	98.4		82.6	83.2	83.2			88.4		
ITA-CONC	97.7	98.0				98.5				
ENV-HOSP	95.3									
EST-MAGO		88.3								100.0
EST-HOSP	97.8									
SAB-RAME	95.8									
EST-TABL	93.8									
CAL-JOAR	95.6									100.0

Datos meteorológicos

El monitoreo de variables meteorológicas es de especial importancia para el entendimiento de la calidad del aire en una región determinada debido al papel fundamental que representa para el transporte y dispersión de contaminantes. La Red de Monitoreo de Calidad del Aire cuenta con 13 estaciones de monitoreo automático de variables meteorológicas, ubicadas en 7 de los 10 municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

La Tabla 9.2 muestra el porcentaje de datos válidos para las variables meteorológicas en cada una de las estaciones de monitoreo. En esta tabla, P es presión atmosférica, PPT es precipitación, T es temperatura del aire, RG es radiación solar global, HR representa humedad relativa, VV es la velocidad del viento, y DV es la dirección del viento. Según los resultados mostrados, el sensor de humedad relativa de la estación BEL-USBV y la totalidad de sensores de las estaciones MED-FISC, reportaron un porcentaje de datos válidos inferior al 75 %.

En el caso de la estación MED-FISC, como se mencionó para la Red de Calidad del Aire, se tuvieron dificultades para el acceso, debido a problemas externos que la Fiscalía actualmente tiene con el espacio físico donde se encuentran instalados los equipos, por lo que no se pudieron cumplir con los mantenimientos preventivos y verificaciones de los equipos.

Por otro lado, se encontraron intermitencias en la mediciones del sensor de humedad relativa de BEL-USBV, entre las actividades correctivas se hizo la inspección y limpieza del sensor, sin encontrar afectaciones que interfirieran en su funcionamiento. Se realizó el ajuste de conexiones y continuó en operación.

Es necesario aclarar que del total las estaciones meteorológicas reportadas en este informe, los sensores ubicados en las estaciones BEL-USBV e ITA-CJUS son marca Met-One y miden radiación incidente,

mientras que los demás equipos son marca Thies y Vaisala. Los datos pertenecientes a los sensores Met-One son procesados y validados por el equipo de calidad del aire del SIATA, que a su vez se encarga de la operación de los equipos de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental. En el caso de las estaciones meteorológicas Thies y Vaisala, el mantenimiento, la recepción y la validación de los datos obtenidos está a cargo del área de hidrometeorología del SIATA. Dicho proceso se hace de manera integral con los demás equipos técnicos pertenecientes al proyecto, y se completan transcurridos dos meses a partir del mes de la medición, por esta razón los porcentajes de datos válidos pueden variar si son consultados antes del tiempo de cierre. La calidad de los datos de estas estaciones depende, además de los procesos de validación propios del área de hidrometeorología, de los protocolos de actualización manual de datos adquiridos con el fin de completar las series de tiempo medidas en cada variable con el fin de obtener el mayor número posible de datos catalogados de buena calidad.

Tabla 9.2: Porcentaje de datos válidos para los contaminantes monitoreados durante el mes de octubre de 2024. En negrilla se resaltan los equipos con porcentajes de datos válidos menores al 75 %.

Estaciones	P	PPT	T	RG	HR	VV	DV
BAR-PDLA	100.0	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0
GIR-EPM	100.0	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0
COP-CVID	100.0	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0
BEL-USBV	97.6		98.9	100.0	10.1	84.8	100.0
MED-PBLQ	100.0	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0
MED-FISC	72.3	72.3	72.3		72.3	72.3	72.3
MED-UDEM	100.0	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0
MED-MIRA	100.0	100.0	100.0		100.0	99.7	100.0
MED-PJIC	100.0	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0
ITA-CJUS	89.1		89.7	90.5	90.5	72.3	84.4
ITA-CONC	100.0	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0
SAB-RAME	99.7	99.7	99.7		99.7	99.7	99.7

Red de Ruido Ambiental

En la Figura 9.1 y en la Tabla 9.3 se presenta el porcentaje de datos de nivel de presión sonora válidos, inválidos o faltantes, además del porcentaje de datos válidos para los datos de niveles de presión sonora diurnos y nocturnos, calculados a partir de los niveles de presión sonora horaria. El porcentaje de captación de datos horarios válidos para 1 de las 8 estaciones se encontró por debajo del 75 %.

Los sonómetros ubicados en las estaciones Itagüi Santa María (ITA-SAMA), Torre SIATA (MED-SIAT), Estación Tráfico Centro (CEN-TRAF) y Sría. Educ. Sabaneta (SAB-SEMS) fueron retirados para ser enviados al proceso de calibración anual de equipos, por lo cual presentaron porcentajes de datos válidos inferiores al 75 % para las variables LRAeqH, LRAeqD y LRAeqN.

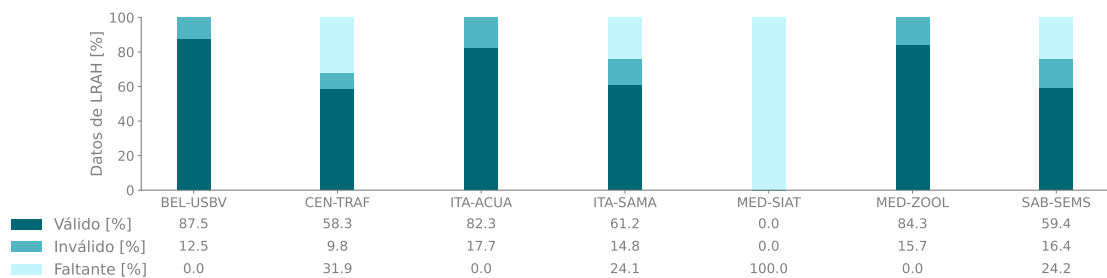


Figura 9.1: Datos captados válidos e inválidos del nivel de presión sonora horaria en el Valle de Aburrá para el mes de octubre de 2024.

Tabla 9.3: Porcentaje de datos válidos de la Red de Ruido Ambiental para el mes de octubre del 2024. En negrilla se resaltan los equipos con porcentajes de datos válidos menores al 75 %.

Estaciones	<i>LRAeqh</i>	<i>LRAeq, d</i>	<i>LRAeq, n</i>
BEL-USBV	87.5	100.0	100.0
MED-SIAT	0.0	0.0	0.0
CEN-TRAF	58.3	74.2	64.5
MED-ZOOL	84.3	100.0	93.5
ITA-SAMA	61.2	74.2	67.7
ITA-ACUA	82.3	100.0	90.3
SAB-SEMS	59.4	74.2	64.5

Red de Ciudadanos Científicos

Ciudadanos Científicos - Nubes

Durante el mes de octubre de 2024 se realizaron 89 intervenciones a las Nubes de la Red de Ciudadanos Científicos, incluyendo mantenimiento correctivo y/o actualización de software de acuerdo con los requerimientos de cada Nube. La Figura 9.2 muestra el porcentaje de nubes que enviaron datos al menos una vez cada día del mes. Las franjas grises de la Figura indican los días de fin de semana, en los cuales, en términos generales, se ve una disminución en el porcentaje de nubes activas que puede deberse a situaciones en las cuales los ciudadanos suspenden el fluido eléctrico del sensor porque van a dejar la vivienda sola durante esos días.

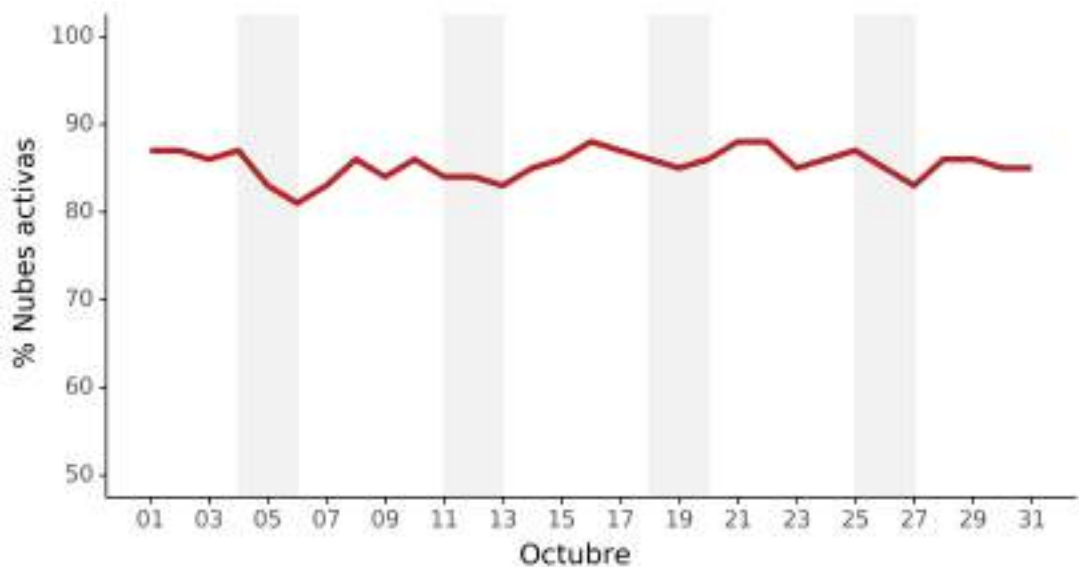


Figura 9.2: Porcentaje de Nubes activas al menos una vez durante el mes de octubre de 2024.

De las 259 Nubes instaladas, 230 estuvieron activas al menos una vez durante el mes, lo que equivale al 89 % de los sensores instalados. En cuanto a las Nubes restantes del total del programa, éstas se encuentran fuera de operación y en proceso de calibración y/o mantenimiento. La Figura 9.3 muestra el ciclo semanal de Nubes que estuvieron activas al menos una vez durante el mes de octubre. El margen de confianza graficado es del 95 %, es decir, se muestra la variabilidad del 95 % de los datos alrededor del promedio semanal.

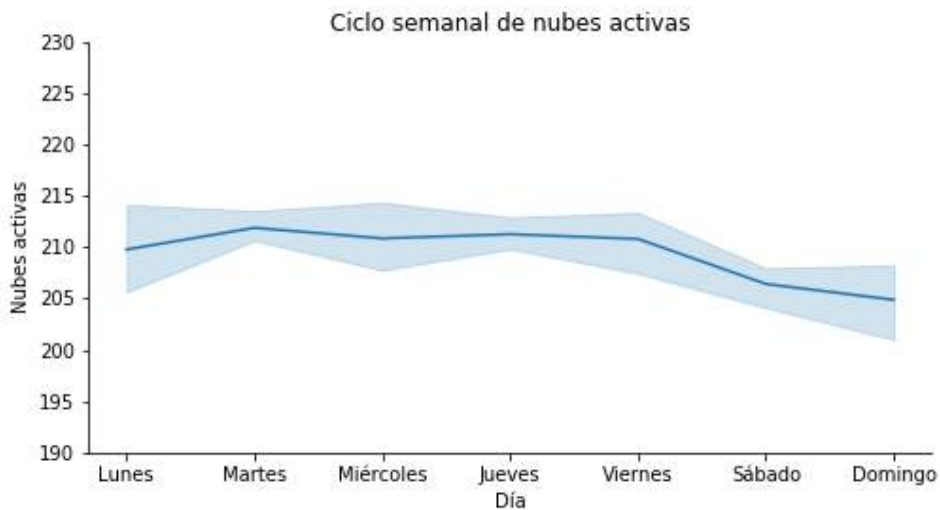


Figura 9.3: Ciclo semanal de número de Nubes activas durante el mes de octubre de 2024.



La Tabla 9.4 presenta el número de Nubes activas y que enviaron datos durante más del 50 % del mes, es decir, aquellas que estuvieron activas la mayor parte del tiempo para un total de 205 lo que equivale al 79 % de las Nubes instaladas. La información se presenta clasificada por municipio.

Tabla 9.4: Nubes activas durante el mes de octubre de 2024, discretizadas por municipio del Valle de Aburrá.

Municipios	Número de nubes activas	Número de nubes instaladas
Barbosa	6	8
Bello	16	21
Caldas	6	8
Copacabana	12	15
Envigado	21	23
Girardota	13	18
Itagüí	11	15
La Estrella	15	18
Medellín	94	120
Sabaneta	11	13

Ciudadanos Científicos en Bicicleta

Durante el mes de octubre de 2024, diez (10) sensores instalados en bicicleta, de un total de treinta y cinco (35) sensores asignados, enviaron datos al menos un día al mes. En promedio, dos (2) sensores enviaron datos cada día del mes de octubre como se presenta en la Figura 9.4.

Como parte de las actividades del Contrato de Ciencia y Tecnología CCT 016 de 2024, desde el equipo de Gestión Ambiental del Área Metropolitana y el equipo de Calidad del Aire del proyecto SIATA, durante el mes de octubre trabajó en el evento virtual de Ciudadanos Científicos en Bicicleta diseñado para generar un espacio de participación ciudadana y de construcción conjunta de la escala de colores de la red, buscando canales de comunicación e incentivándolos frente a la importancia de los datos, que esta iniciativa del proyecto SIATA ha implementado.





Figura 9.4: Balance de los sensores instalados en Bicicletas de la Red de Ciudadanos Científicos para el mes de octubre de 2024.

Soporte general de la red de Ciudadanos Científicos

Durante el mes de octubre de 2024, se realizaron 76 actividades de soporte a la red de Ciudadanos Científicos relacionadas con los sensores fijos y 13 actividades relacionadas con los sensores móviles, como se presenta en la Figura 9.5.

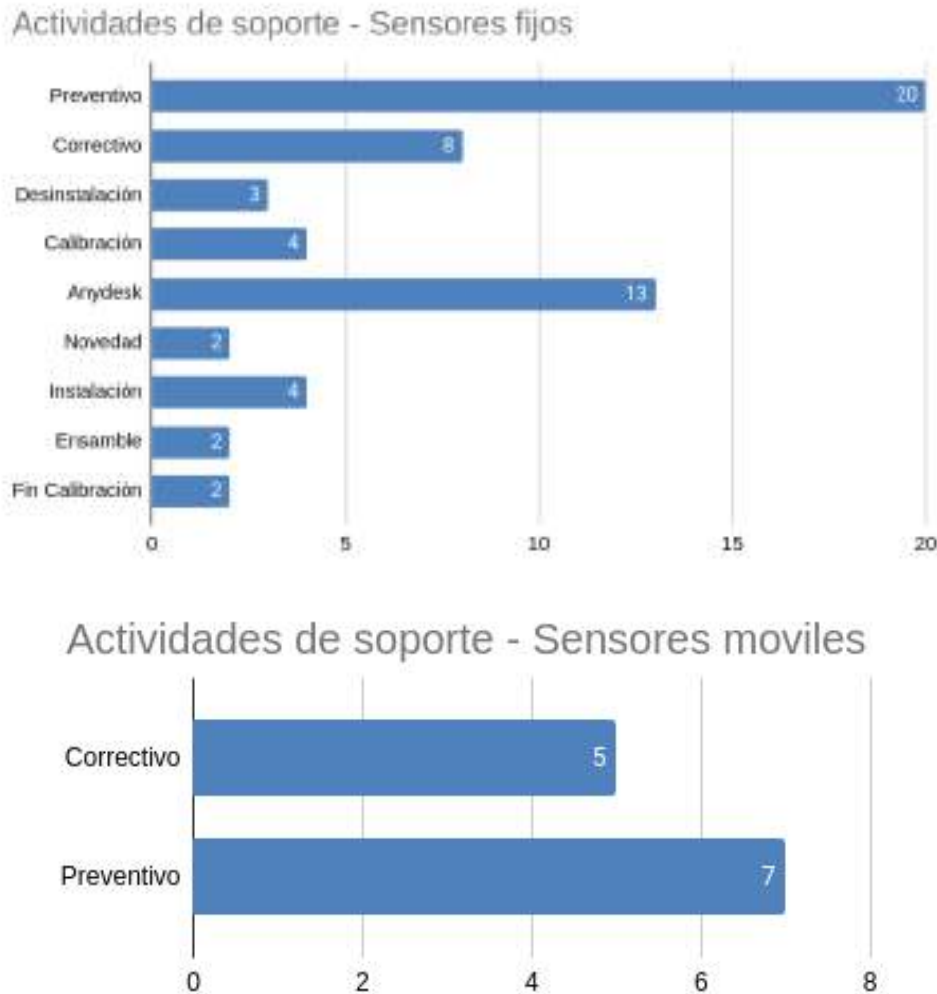


Figura 9.5: Actividades de soporte a la red de Ciudadanos Científicos durante el mes de octubre de 2024.

Comportamiento del nivel de presión sonora a partir de las nubes de Ciudadanos Científicos

Durante el mes de octubre del 2024 la red de Ciudadanos Científicos contó con 195 sensores de ruido instalados que transmitieron al menos un dato durante el mes en puntos de monitoreo ubicados en viviendas, oficinas e instituciones educativas que acogieron de manera voluntaria un sensor de bajo costo o *nube* como es conocido comúnmente el dispositivo, desarrollado por el SIATA.

Las Figuras 9.6 a 9.8 presentan la mediana del nivel de presión sonora para diferentes zonas de los municipios del área metropolitana durante el mes de octubre del año 2024, calculada teniendo en cuenta las nubes que operaron durante el mes en los diferentes municipios. Las zonas se encuentran definidas de la siguiente manera:

- Zona Norte: estaciones ubicadas en los municipios de Girardota, Copacabana y Barbosa, con un

total de 29 estaciones de Ciudadanos Científicos con sensor de ruido.

- Bello: estaciones ubicadas en el municipio de Bello, con un total de 13 estaciones de Ciudadanos Científicos con sensor de ruido.
- Zona Sur: estaciones ubicadas en los municipios de Sabaneta, Itagüí y Caldas, con un total de 33 estaciones de Ciudadanos Científicos con sensor de ruido.
- Envigado: estaciones ubicadas en el municipio de Envigado, con un total de 20 estaciones de Ciudadanos Científicos con sensor de ruido.
- La Estrella: estaciones ubicadas en el municipio de La Estrella, con un total de 16 estaciones de Ciudadanos Científicos con sensor de ruido.
- Medellín Sur: estaciones ubicadas en el municipio de Medellín, en los barrios Belén, El Poblado, Guayabal y Altavista con un total de 32 estaciones de Ciudadanos Científicos con sensor de ruido.
- Medellín Centro: estaciones ubicadas en el municipio de Medellín, en los barrios La América, Buenos Aires, San Javier, Laureles, Estadio, Villa Hermosa, La Candelaria y el corregimiento de Santa Elena con un total de 26 estaciones de Ciudadanos Científicos con sensor de ruido.
- Medellín Norte: estaciones ubicadas en el municipio de Medellín, en los barrios Robledo, Doce de Octubre, Castilla, Aranjuez, Manrique, la zona Nororiental, y el corregimiento de San Cristobal con un total de 26 estaciones de Ciudadanos Científicos con sensor de ruido.

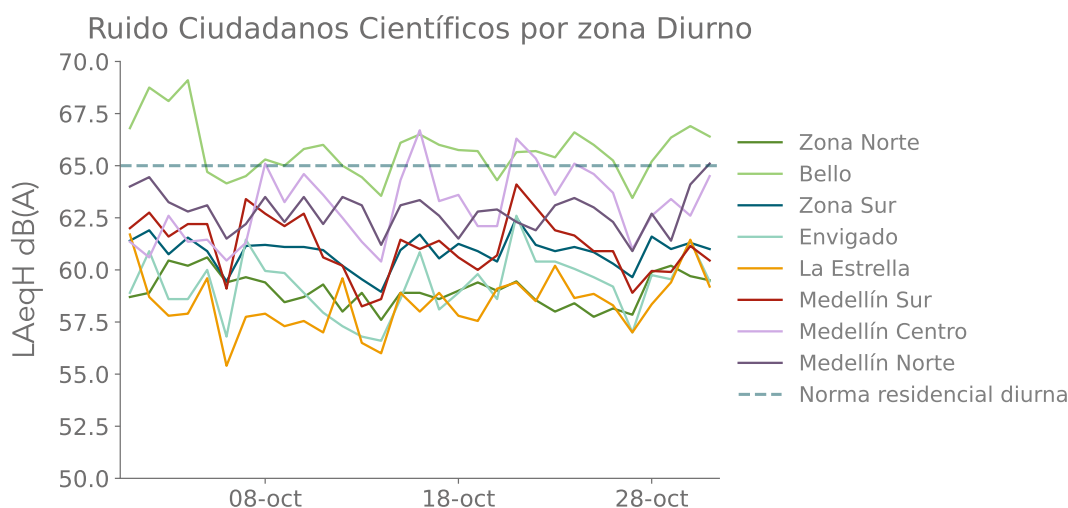


Figura 9.6: Serie de tiempo diurna por zonas de los sensores de ruido de la red de Ciudadanos Científicos para el mes de octubre de 2024.

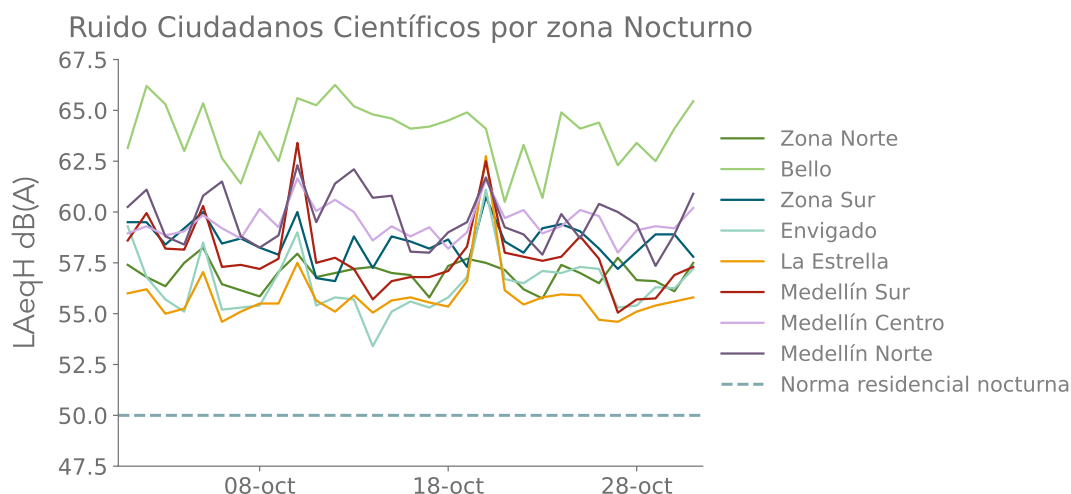


Figura 9.7: Serie de tiempo nocturna por zonas de los sensores de ruido de la red de Ciudadanos Científicos para el mes de octubre de 2024.

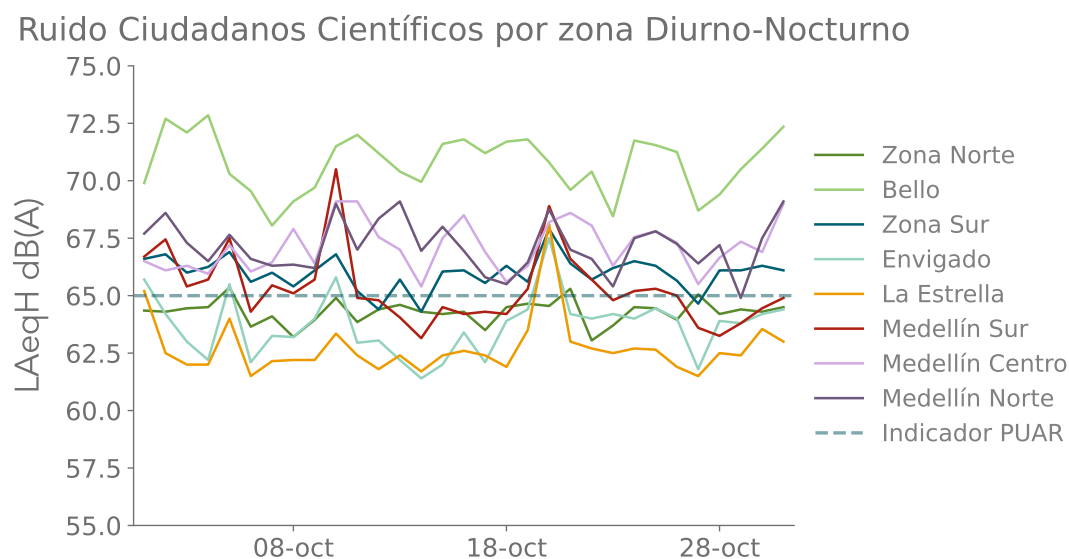
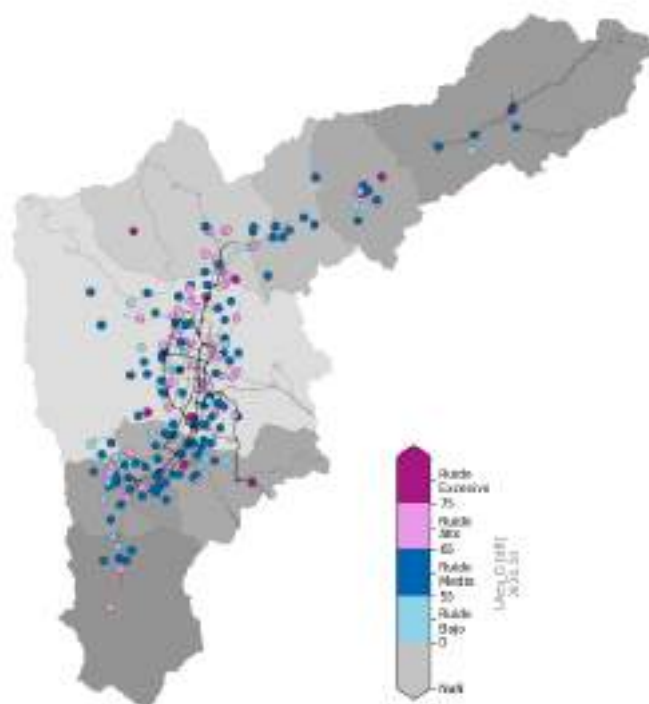


Figura 9.8: Serie de tiempo diurna-nocturna por zonas de los sensores de ruido de la red de Ciudadanos Científicos para el mes de octubre de 2024.

En las Figuras 9.6 a 9.8 es posible observar que la mediana del nivel de presión sonora varía entre 55 y 69 dBA durante el período diurno, entre 53 y 66 dBA durante el período nocturno, y entre 61 y 72 dBA para el indicador diurno-nocturno.

En las Figuras 9.9 y 9.10 se presentan los resultados del nivel de presión sonora promedio (LAeq) diurno y nocturno para las nubes de Ciudadanos Científicos que entregaron datos durante el mes de octubre de

2024. Es importante resaltar que los valores presentados corresponden al promedio energético de los días en los cuales cada estación entregó datos.



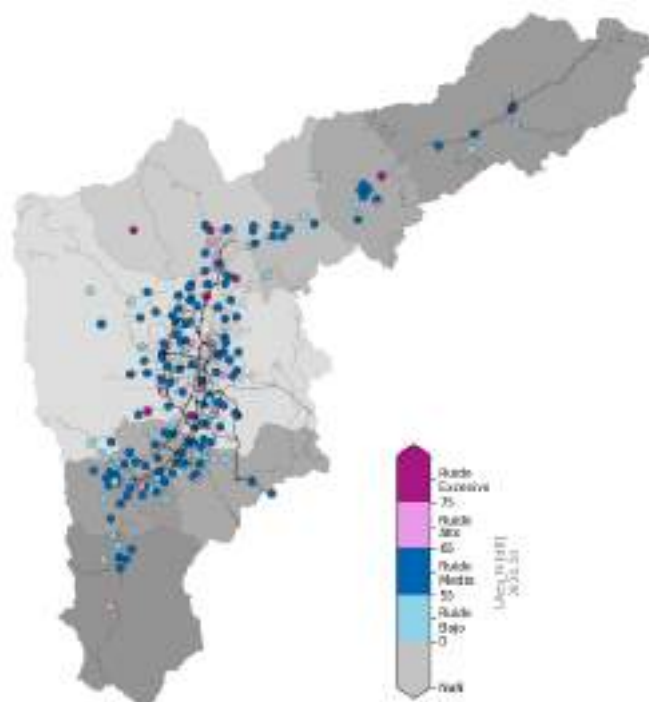


Figura 9.10: Mapa de los valores de LAeq promedio mensual nocturno obtenidos con la Red de Ciudadanos Científicos para octubre de 2024.

Finalmente, en la Tabla 9.5 se presenta el número de nubes de Ciudadanos Científicos que entregaron datos diarios de ruido para al menos la mitad de días del mes de octubre del 2024.

Tabla 9.5: Sensores de ruido de la red de Ciudadanos Científicos activos durante el mes de octubre del 2024

Municipios	Número de nubes activas
Barbosa	6
Bello	13
Caldas	7
Copacabana	10
Envigado	18
Girardota	12
Itagüí	11
La Estrella	15
Medellín	85
Sabaneta	11

WP2.2.2. Gestionar e implementar algoritmos, procesos y técnicas que garanticen la calidad de los datos registrados en las redes hidrometeorológicas

Desde el equipo de Calidad de Datos se lleva a cabo un constante avance en el desarrollo de herramientas para la evaluación de la calidad de los datos en tiempo real, y la detección y seguimiento de problemas en la red de monitoreo hidrometeorológico. En el mes de octubre se realizaron 10 herramientas de desarrollo de código y 17 actividades involucradas en los procesos de calidad del dato, las cuales se realizan con periodicidades diaria, semanal y mensual. Para mayor detalle se puede consultar: [Calidad Datos](#).

WP2.2.3. (Calidad del aire) Gestionar e implementar algoritmos, procesos y técnicas que garanticen la calidad y validez de los datos registrados en la red de Calidad del Aire

La Red de Monitoreo de Calidad del Aire cuenta con un proceso de validación de datos que garantiza la confiabilidad de la información que se entrega, documentado en el WP4 Sistema de Gestión de la Calidad del Aire. En el caso de la Red de Ciudadanos Científicos se cuenta con un procedimiento que cualifica los datos arrojados por los diferentes sensores. Los procesos de ajuste a los registros de los sensores de bajo costo se realizan a partir de la red oficial acreditada por el IDEAM.

WP2.2.4. Gestionar el intercambio de la información registrada por todas las redes de monitoreo del proyecto SIATA a través de la respuesta a las solicitudes de información

La base de datos empleada para dar respuesta a las solicitudes de información, especialmente las relacionadas con los registros históricos de las distintas redes hidrometeorológicas, es actualizada mensualmente teniendo en cuenta el último mes con evaluación de la calidad exhaustiva. De igual forma, esta información es almacenada periódicamente en los servidores del proyecto SIATA.

Adicionalmente, el seguimiento del correcto funcionamiento de la herramienta de descargas disponible al público es una tarea que se realiza en conjunto con el equipo de Sistemas, teniendo en cuenta las retroalimentaciones recibidas por parte de los usuarios. La documentación relacionada con estas actividades de seguimiento se encuentra disponible en el siguiente enlace: [Seguimiento descargas](#).

WP2.2.5. Proveer sostenibilidad a las redes

Durante el mes de octubre, se brindaron todos los consumibles y repuestos necesarios para llevar a cabo las instalaciones y mantenimientos a las estaciones de monitoreo. En el enlace [Detalle de inventarios octubre 2024](#) se puede visualizar el detalle y cantidades consumidas durante el mes de septiembre con su comparativo.

WP2.2.6. Generar información oportuna sobre las consecuencias generadas por sismos

En el marco del fortalecimiento y expansión de la **red de monitoreo estructural**, se planea la instrumentación sísmica y monitoreo permanente de una nueva edificación ubicada en el Valle de Aburrá.

Esta nueva incorporación se sumará a las 10 edificaciones que actualmente integran la red de monitoreo estructural.

Acorde a esta actividad se realizó una selección preliminar de las edificaciones candidatas pertenecientes a los sectores indispensable, atención a la comunidad y ocupación especial identificados por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) a través del Proyecto SIATA, selección que fue realizada aplicando la metodología propuesta en el documento [Criterios de selección de edificios para la implementación de instrumentación sísmica permanente y realización de pruebas de vibración ambiental](#).

En este proceso, se contactó a los administradores de 20 de los edificios candidatos (ver Figura 9.11) por medio de un oficio institucional entregado desde el AMVA. Así, en el mes de octubre se realizaron 9 reuniones de socialización a aquellos administradores que respondieron de forma positiva a la invitación de participación. A continuación, se enumeran las reuniones de socialización realizadas, cuyos soportes pueden consultarse en el enlace [Documentos para la selección de nuevo edificio de la red de monitoreo estructural 2024](#).

- (Medellín) Clínica de Las Vegas (16/10/2024)
- (Medellín) Palacio de Justicia - Edificio José Félix de Restrepo (23/10/2024)
- Alcaldía de Barbosa - Bernardo J. Sierra (22/10/2024)
- Alcaldía de Coopacaba (15/10/2024)
- (Coopacaba) Hospital Santa Margarita – Urgencias (17/10/2024)
- (Bello) Institución Universitaria Marco Fidel Suárez (15/10/2024)
- (Envigado) Hospital Manuel Uribe Ángel (23/10/2024)
- (Itagüí) Apartamentos Reserva del Parque (24/10/2024)
- Alcaldía de Caldas (17/10/2024)

De esta forma iniciaron las **pruebas experimentales de vibración ambiental** en aquellos edificios donde los administradores decidieron continuar con el proceso, con el objetivo de tener la identificación inicial de las características dinámicas de los edificios, siendo un requisito obligatorio para la instalación de instrumentación sísmica permanente e insumos esenciales para la operación del sistema de monitoreo estructural. En estas compañías de medición también se documentó información adicional sobre los aspectos logísticos que condicionan la viabilidad de la instalación y operación de los instrumentos sísmicos en el edificio, tales como la disponibilidad de energía eléctrica, alternativas para el envío de la información por acceso a internet de forma local, espacios en cuartos técnicos y buitrones de redes, entre otros.

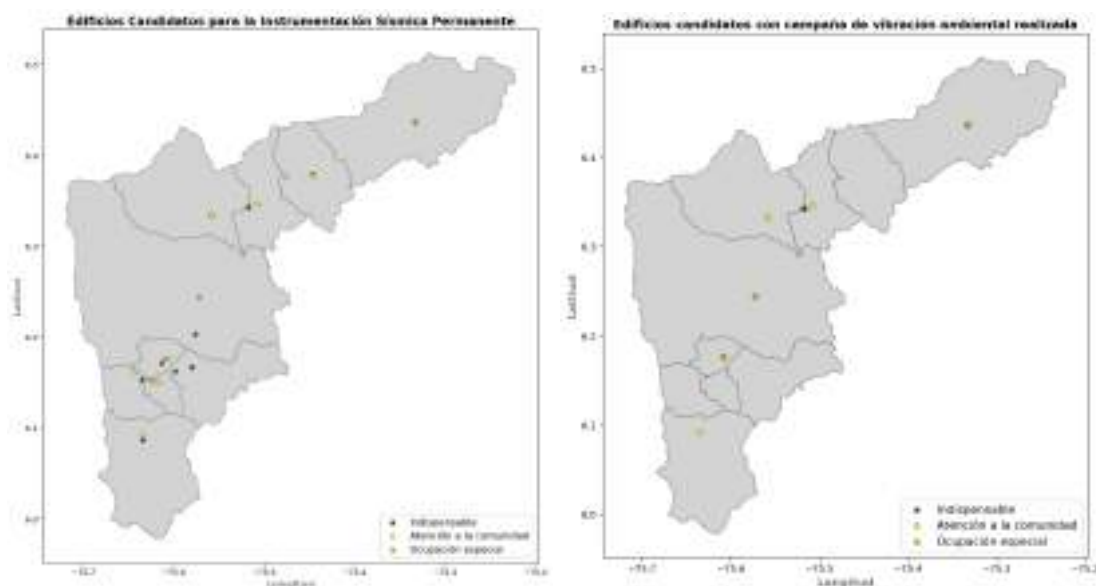


Figura 9.11: Izquierda: localización de las veinte (20) edificaciones candidatas e invitadas para la implementación de instrumentación sísmica permanente y realización de pruebas de vibración ambiental. Derecha: campañas de vibración realizadas a la fecha.

En el mes siguiente se finalizarán las labores de socialización con los participantes interesados (Alcaldía de Sabaneta) y la realización de las jornadas de vibración ambiental faltantes (Alcaldía de Sabaneta, Clínica las Vegas y Hospital Manuel Uribe Ángel). Con lo anterior ejecutado, se seleccionará la edificación que será instrumentada y adicionada a la Red de Monitoreo estructural del equipo de Ingeniería Sísmica.

WP2.2.7. Garantizar el seguimiento de las redes de monitoreo sísmico

El 10 de julio se realizó la visita al sitio de reubicación de la estación La Tasajera (TAS) en un túnel auxiliar de la Central Hidroeléctrica del mismo nombre, conocido como Ventana 2, a una distancia aproximada de 1 km del punto actual. El personal que realizó la visita hace parte de los equipos de Infraestructura, Mantenimiento e Ingeniería Sísmica del proyecto SIATA, así como del área de Mantenimiento y Operación de Empresas Públicas de Medellín (EPM). Esta evaluación sirvió para definir el punto exacto de reubicación dentro del túnel, las obras a realizar y los materiales necesarios para su ejecución, además del tiempo en el cual se realizará la obra, que estaba prevista para finales de agosto e inicios de septiembre del presente año. No obstante, sujeto a procesos de oferta y contratación se estima que la instalación deba ser realizada para finales del mes de octubre y mediados del mes de noviembre. Finalmente se realizarán dichas labores en 7 de noviembre.

Con relación a la estación sismológica de Santa Elena (ESE), que fue visitada en el mes de julio con el fin de evaluar anomalías presentadas en sus registros y que con una visita posterior ejecutada el 21 de agosto, se concluyó que es necesario cambiarla de sitio donde los registros no se vean alterados por algún tipo de excitación no identificada. El lugar para su reubicación fue identificado dentro del mismo predio donde se encontraba inicialmente el sensor, en este es necesario disponer de obras menores para su respectiva instalación y alimentación a la energía. El proceso de compra de todos los elementos necesarios para realizar esta instalación se encuentra finalizado y las obras de adecuación y reubicación están sujetas a los respectivos permisos expresos por AEROCIVIL.

WP2.2.8. Fortalecer y desarrollar la infraestructura IT para la gestión del conocimiento y el cumplimiento de las actividades misionales

Se continuó con la atención de solicitudes de usuarios que requirieron mejorar el rendimiento de servidores sobre los cuales se hacen actividades de registro, consulta y procesamiento de datos, así como de servicios de aplicación y firewall. Se realizaron acciones de balanceo de cargas para obtener mejores tiempo de respuesta. Además, se atendieron solicitudes de creación de usuarios, actualizaciones de sistemas operativos, creación de librerías y otras actividades de apoyo a la implementación y pruebas de servicios de aplicaciones y plataformas de software.

WP2.2.9. Establecer un ecosistema tecnológico para la gestión de datos

Se continuó el proceso de alistamiento del Repositorio Tipo 1 para lograr su despliegue en el mes de diciembre y poner la plataforma a disposición de usuarios del AMVA, el SIATA y el DAGRD, inicialmente. Además, se continuó el proceso de búsqueda de proveedores para contratar los servicios de Data Lake para poder implementar servicios de catalogación, gobierno, calidad de datos, y distribución dinámica de reportes.

WP2.2.10. Optimizar los aplicativos de difusión de alertas en tiempo real

Se atendieron solicitudes de desarrollo y mantenimiento de software que aseguran la continuidad del proyecto. Estos desarrollos están asociados a aplicaciones de apoyo a la gestión del proyecto y procesos de análisis y divulgación de los datos misionales del mismo.

WP2.2.11. Investigar, evaluar y fortalecer el uso de nuevas tecnologías (sensores para medición y protocolos de intercambio de información Internet de las Cosas - IoT)

Fortalecimiento en el uso de nuevas tecnologías para la transmisión de la información en las estaciones del proyecto SIATA. Buscando estar a la vanguardia en tecnologías de transmisión de la información IoT y, a su vez, fortalecer las redes existentes, durante este mes se realizaron las siguientes actividades:

- Sistema de alta disponibilidad con el bróker RabbitMQ: en el mes de octubre se inició configuración de Raspberry pi 5 como consumidora del sistema de alta disponibilidad. En esta configuración se instalaron las librerías necesarias y se adicionó los software y servicios que automatizan el consumo de las diferentes colas de información del bróker RabbitMQ. Por otro lado, se implementó software en las estaciones Vaisala, el cual permite recuperar los datos del día anterior y así optimizar la recuperación de los mismos.
- Red alterna LoRaWAN para la transmisión de la información: se solicitó al grupo de Teledetección sobrevuelo sobre un área de interés para instalar una nueva red LoRaWAN: municipio de Copacabana, alrededor del colegio Ciudadela Educativa La Vida. Por otro lado, se realizó la instalación de la prospección LoRa en el punto “Finca 2” en la vereda La Valeria - San Fernando del municipio de Caldas, esto con el objeto de iniciar con la evaluación de viabilidad para uso de esta ubicación como punto estratégico en el despliegue de las estaciones SIATA en la zona de interés. Adicionalmente,

se instaló en la Escuela El Salado de San Antonio de Prado el Gateway LoRa para obtener la información de las estaciones 18 y 546 pertenecientes al SATC de la zona. Por último, se continuó con el piloto de inclusión para personas con discapacidad auditiva que estén en zonas de SATC. Este piloto consiste en un dispositivo T-Watch-S3 que vibra y que se pone en la mano con manillas tipo reloj. La activación del dispositivo la hace el módulo de desarrollo Lilygo mediante protocolo de comunicación LoRa y, a su vez, este módulo Lilygo lo activa el sistema de alarmas comunitarias mediante un mensaje de texto. Este desarrollo está actualmente en pruebas de funcionamiento.

(Para más detalle visitar el anexo [Telemetría](#)).

WP2.2.12. Propender por la actualización tecnológica, el mejoramiento y la densificación de las redes de monitoreo

Buscando fortalecer las redes de monitoreo del SIATA, durante este mes se desarrollaron las siguientes actividades:

- **Fortalecimiento de los SATC.** Luego de varios meses de pruebas internas en el envío de mensajes de texto, informando sobre la activación de las alarmas comunitarias, se adicionó a las personas líderes en cada comunidad para que también les llegara el mensaje de texto informando sobre la activación. Adicionalmente, el mensaje de texto a enviar se actualizó a uno más acorde.
- **Sensor acelerómetro Wit motion WT901C.** Se desarrolló software en Raspberry Pi para leer, almacenar y procesar la información suministrada por el sensor acelerómetro Wit motion WT901C.
- **Construcción de banco de pruebas en el laboratorio de Telemetría.** Desde el grupo de Telemetría, y para su laboratorio, se construyó un banco de pruebas que permite ubicar allí diferentes desarrollos o pruebas que se llevan a cabo y así mantener todo organizado, evitando daños o errores en dichas pruebas.
- **Apoyo en mantenimiento preventivo, correctivo y/o adaptativo.** Se apoyó múltiples mantenimientos correctivos y preventivos.
- **Molino de campo eléctrico.** Se diseñó y fabricó en prototipo fuente de voltaje para los diferentes componentes que tiene el molino de campo eléctrico. Esta fuente se diseñó buscando filtrar ruido y con las protecciones necesarias para sobrecorrientes. Adicionalmente, se ensambló, calibró e instaló dos (2) molinos de campo eléctrico: el primero en Megacolegio París de Bello, y el segundo en el Parque de las Aguas en Barbosa.

(Para más detalle visitar el anexo [Telemetría](#)).

WP2.3. Innovación

WP2.3.1. (Calidad del aire) Generar información complementaria a la Red de Monitoreo de Calidad de Aire, a partir de la implementación de campañas de medición de variables físicoquímicas

Toda la información relacionada a las campañas de caracterización química y medición de compuestos tóxicos en el Valle de Aburrá, se especifican en el WP1.1.3. Estas campañas están relacionadas con las campañas de micrometeorología que están soportando el conocimiento que permite avanzar en el modelo de pronóstico estadístico de calidad del aire, así como también en el avance en el entendimiento de la formación del PM2.5 secundario en la región.

WP2.3.2. Gestionar el intercambio de la información registrada por todas las redes de monitoreo del proyecto SIATA a través de la respuesta a las solicitudes de información

Desde el equipo de Calidad de Datos se han desarrollado distintas herramientas de carácter interno que permiten procesar y optimizar la descarga de datos históricos, esto para dar respuesta a aquellas solicitudes que requieran este volumen de información. En el siguiente enlace se puede obtener mayor información sobre las herramientas en mención: [Descargas históricos](#).

Así mismo, es importante mencionar que el registro y seguimiento de las solicitudes de información recibidas durante cada mes es llevado a cabo en el formato [Registro solicitudes](#). En este documento es posible observar el tiempo de respuesta, el tipo de usuario, la pertinencia con la herramienta de consulta de datos y la autorización para el intercambio de información. Cabe resaltar que para el periodo de tiempo en cuestión, se respondió un total de **57** solicitudes a través del correo solicitud.datos@siata.gov.co, donde predominan los requerimientos dentro de la categoría de *Entidad*. Mayor detalle puede ser consultado en: [Calidad Datos](#).

WP2.3.3. Proveer mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones de las diferentes redes de monitoreo

Durante el mes de octubre, se realizó un total de **647 mantenimientos** en las diversas estaciones distribuidas en los municipios, de los cuales **571** fueron mantenimientos preventivos y **76** correctivos.

A continuación, se presenta un resumen de los trabajos realizados por municipio:

- **Barbosa:** se llevaron a cabo 51 mantenimientos, con un enfoque mayormente preventivo, ya que 45 de ellos fueron de esta naturaleza, mientras que seis (6) fueron correctivos.
- **Bello:** con un total de 68 mantenimientos, 62 fueron preventivos y seis (6) correctivos.

- **Caldas:** este municipio registró 36 mantenimientos, 30 preventivos y seis (6) correctivos, reflejando un balance equilibrado.
- **Copacabana:** se realizaron 38 mantenimientos, de los cuales 36 fueron preventivos y solo dos (2) correctivos.
- **Envigado:** de los 16 mantenimientos realizados, 14 fueron preventivos y dos (2) correctivos.
- **Girardota:** aquí se ejecutaron 35 mantenimientos, 33 preventivos y dos (2) correctivos.
- **Itagüí:** en este municipio se realizaron 23 mantenimientos, con 20 preventivos y tres (3) correctivos.
- **La Estrella:** se completaron 30 mantenimientos en total, con 26 preventivos y cuatro (4) correctivos.
- **Medellín:** con el mayor número de intervenciones, se ejecutaron 324 mantenimientos, distribuidos en 284 preventivos y 40 correctivos, destacando la alta actividad en este municipio.
- **Sabaneta:** finalmente, este municipio tuvo 26 mantenimientos, 21 preventivos y cinco (5) correctivos.

WP2.3.4. Generar información oportuna sobre de los procesos físicos relacionados con la meteorología y climatología de la región

Técnicas de Machine Learning (ML) para estimación cuantitativa de precipitación (QPE)

Durante el mes de octubre se avanzó en la construcción de metodologías de Machine Learning para mejorar la QPE. Además del dataset que contiene información del radar meteorológico explicado en el informe anterior, se calculó, a partir de la información de la estación pluviométrica “torre SIATA”, la intensidad de precipitación (mm/h en 15 minutos), la cual es la variable a “predecir” por los modelos. Una vez obtenido el dataset, se escalaron las variables basados en la metodología del MaxMinScaler de la librería sklearn y se procedió a entrar el modelo Random Forest haciendo uso de la técnica “GridSearchCV” que permite identificar los mejores hiperparámetros evaluando los resultados con una validación cruzada. Los resultados iniciales muestran que el modelo Random Forest no logra capturar adecuadamente las características de las variables del radar meteorológico que conducen a una buena QPE, pues subestima considerablemente la intensidad de la precipitación mostrada por la estación pluviométrica.

Dado que la distribución de la magnitud de la intensidad de la precipitación muestra un fuerte sesgo positivo, se puede considerar que se está trabajando con un problema de datos desbalanceados donde hay un gran porcentaje de datos bajos (indicando que es más frecuente encontrar intensidades bajas en los eventos de precipitación) respecto a datos altos. Así pues, se decidió dividir el dataset categorizando los eventos de precipitación en tres tipos: débiles, moderados y fuertes. Para esto, se consideró la intensidad de precipitación en cada tipo de evento, donde se consideran eventos débiles como aquellos cuya intensidad de precipitación está por debajo del percentil 90 de las intensidades, mientras que los moderados son aquellos que tienen una intensidad de lluvia entre el percentil 90 y 99 y, por último, en los eventos fuertes su intensidad es superior al percentil 99.

Una vez dividido el dataset, se entrenó nuevamente el modelo Random Forest bajo las mismas condiciones utilizadas en el GridSearchCV mencionadas anteriormente. A pesar de este procedimiento, aún no se identifican mejoras sustanciales en la respuesta del modelo para la QPE. Esto puede estar relacionado

a que el dataset proveniente de variables del radar meteorológico aún necesita ser alimentado con información de otras variables polares que puedan ayudar al modelo a capturar el comportamiento de la precipitación en la región.

WP2.3.5. Avanzar en la implementación de técnicas de teledetección para el monitoreo de movimientos en masa

La implementación de técnicas de teledetección para el monitoreo de movimientos en masa se basa y complementa en los avances reportados en el WP1.2.4 del Observatorio de Amenazas y Riesgos. Se recomienda una lectura conjunta de ambas actividades para una comprensión más amplia.

Este mes, se avanzó en la automatización de la línea de procesamiento InSAR, enfocándose en la integración del SDK (Software Development Kit) de HyP3 para automatizar la descarga de imágenes a través de la API. Además, se incorporaron metodologías para interpretar los resultados de InSAR en función de los desplazamientos en dirección de la pendiente del terreno, en lugar de la línea de vista del satélite, lo cual facilita su comprensión por parte de las Unidades Municipales de Gestión del Riesgo de Desastres (UMGRD).

WP2.3.6. Implementar sensores de humedad

Las actividades relacionadas con la implementación de sensores de humedad están integradas con la actividad WP1.2.8 dentro del componente del Observatorio de Amenazas y Riesgos. Se recomienda realizar una lectura conjunta de ambas actividades para lograr una comprensión más completa del proceso.

Para la ejecución de las actividades del WP1.2.8, se consolidaron los códigos en el repositorio, facilitando el análisis de sensores de humedad en zonas cercanas a áreas afectadas por movimientos en masa. En el caso de la implementación de los sensores de humedad, se realizaron ensayos de laboratorio (triaxiales), utilizando el parámetro de relaciones de vacíos para convertir los datos a saturación y así generar una escala comparable entre sensores ubicados en diferentes lugares. Paralelamente, se utilizaron datos de permeabilidad. Esta conversión fue probada satisfactoriamente en los sensores ubicados en la cuenca La Despensa (La Fortuna y Montañita), donde los valores de saturación mostraron resultados coherentes. Además, se identificaron puntos con sensores activos o con un buen historial de datos cercanos a movimientos en masa, con el fin de evaluar la posibilidad de tomar muestras inalteradas y analizar el comportamiento de la serie en términos de saturación para identificar posibles patrones.

WP2.3.7. Propender por la sostenibilidad de las redes de monitoreo sísmico

Fortalecimiento de la red de monitoreo sísmico. Se realizó la configuración del módem GL.iNet X300 para permitir la conexión mediante la red VPN de SIATA, facilitando la transmisión de información del equipo TitanASM y, adicionalmente, se verificó el correcto funcionamiento de dos pantallas táctiles para el grupo de sismos.

WP2.3.8. Fortalecer y desarrollar la infraestructura IT para la gestión del conocimiento y el cumplimiento de las actividades misionales

Se inició el plan de acondicionamiento y alistamiento que garantice la migración de los servidores que van a ser reemplazados.

WP2.3.9. Establecer un ecosistema tecnológico para la gestión de datos

Como se mencionó en la sección [WP2.2.9], se pretende contratar los servicios de Data Lake para poder implementar servicios de catalogación, gobierno, calidad de datos, y distribución dinámica de reportes.

WP2.3.10. Monitorear y capturar datos de interés a diferentes escalas temporales haciendo uso de VANTs

Similar a lo comentado en la actividad WP2.1.9, en lo que respecta al WP2 que trata de la Ruta del Dato, el equipo de Teledetección del proyecto SIATA aporta mediante la captura de información gracias a la disposición de diferentes sensores acoplados a VANTs. Dicha captura se realiza de forma periódica, por evento y ante la activación por emergencias sucedidas en el Área Metropolitana y fuera de ella, gracias a las gestiones que realice el personal del AMVA. En la presente sección, por ubicarse en el apartado WP2.3 sobre Innovación, se plasma las actividades y gestiones adelantadas para sopesar alternativas en pro de superar las limitaciones de conectividad entre los dispositivos usados para la realización de los sobrevuelos y los equipos para la visualización oportuna de datos capturados.

No se tienen avances que reportar en torno a esta actividad en el mes que se documenta.

WP2.3.11. Acondicionar los subsistemas de un VANT destinado a prevenir el riesgo en las labores de inspección en espacios confinados, estructuras en riesgos de colapso o de difícil acceso

El equipo de Teledetección comprometió además para la vigencia actual el acondicionamiento de las partes más relevantes que componen un VANT, con el objeto de proponer una herramienta que permita la inspección de espacios confinados para la prevención del riesgo, evitando con esta el acceso del personal de los cuerpos responsables de evaluar alguna situación en lugares estrechos. La metodología propuesta implica en sus etapas iniciales la búsqueda de literatura que permita una revisión general de los desarrollos adelantados y reportados, considerar las opciones comerciales, decantar aspectos técnicos, entre otras.

No se tienen avances que reportar en torno a esta actividad en el mes que se documenta.

WP2.3.12. Identificar potenciales herramientas para la teledetección

Una actividad adicional comprometida para la vigencia en curso por parte del equipo de Teledetección, trata sobre el reconocimiento de herramientas de teledetección que pueden ser de interés al equipo y al proyecto en general en vigencias futuras.

Considerando los escenarios de teledetección de contaminación del aire, digitalización de ciudades, levantamiento de ejemplares arbóreos, estructuras en riesgo de colapso y socavaciones por afluentes, se diseñó un proceso práctico de diseño conceptual. Este proceso busca desarrollar o adquirir herramientas de teledetección que mejoren la obtención de datos y permitan la prevención de riesgos mediante alertas tempranas.

Para el diseño conceptual de cada escenario, se siguió la siguiente estructura investigativa:

- Definición de un equipo comercial
- Especificaciones técnicas del equipo comercial
- Características del equipo comercial
- Propuesta de desarrollo
- ¿Qué se propone?
- Especificaciones técnicas
- Materiales y precio
- Metodología de desarrollo

Esta estructura permitió identificar las limitaciones técnicas necesarias para guiar el diseño conceptual de un producto, con especial atención en características como peso, consumo energético y precisión en las variables de medición. Sin embargo, en los casos en que un equipo comercial abordaba completamente el escenario de teledetección, se propuso la adquisición directa del mismo. La información ampliada se encuentra en el enlace [Potenciales herramientas de teledetección](#).

WP2.3.13. Investigar, evaluar y fortalecer el uso de nuevas tecnologías (sensores para medición y protocolos de intercambio de información IoT)

Investigación y evaluación del uso de tecnologías tipo Edge Computing. Se realizó transferencia de conocimiento del curso tinyML (Application of tinyML, Deploying tinyML) a integrantes del grupo de Telemetría.

(Para más detalle visitar el anexo [Telemetría](#)).

WP2.4. Ciclo de vida del dato

WP2.4.1. Gestionar e implementar algoritmos, procesos y técnicas que garanticen la calidad de los datos

Durante el mes de octubre, la red de monitoreo hidrometeorológico del proyecto SIATA obtuvo una recuperación total de datos del 99.26 %, de los cuales alrededor del 3.25 % corresponden con datos de calidad dudosa. La información ingresada por los procesos de importación (no en tiempo real) alcanza un porcentaje del 0.82 %. Información relacionada para cada red de monitoreo hidrometeorológico puede ser consultada en el siguiente enlace: [Calidad Datos](#).

WP2.4.2. Proveer sostenibilidad a las redes

Análisis de recurrencias en las estaciones. El equipo de *Calidad de Datos* realiza un análisis exhaustivo de las recurrencias de fallas en las estaciones de monitoreo. Este análisis tiene como objetivo identificar patrones o fallos que se repiten, los cuales podrían estar afectando la disponibilidad y precisión de los datos recolectados. El informe de análisis de recurrencias del mes de octubre 2024 se puede ver en el siguiente enlace: [Análisis de recurrencias](#).

WP2.4.3. Propender por el sostenimiento de las redes de monitoreo sísmico

Durante el mes de octubre, se realizó la revisión y curaduría de los registros acelerográficos asociados a veintiocho (28) eventos sísmicos reportados por el Servicio Geológico Colombiano (SGC), los cuales fueron incorporados a la base de datos acelerográfica. Para ver la información asociada a dichos eventos, ver el reporte presentado en el [WP1.2.10].

WP2.4.4. Monitorear y capturar datos de interés a diferentes escalas temporales haciendo uso de VANTs

En la misma vía a lo comentado en la actividad WP2.1.9 y WP2.1.10, en lo que respecta al WP2 que trata de la Ruta del Dato, el equipo de Teledetección del proyecto SIATA aporta mediante la captura de información gracias a la disposición de diferentes sensores acoplados a VANTs. Dicha captura se realiza de forma periódica, por evento y ante la activación por emergencias sucedidas en el Área Metropolitana y fuera de ella, gracias a las gestiones que realice el personal del AMVA. En la presente sección, por ubicarse en el apartado WP2.4 sobre Ciclo de vida del dato, se presentan las acciones que se llevaron a cabo para la recolección, almacenamiento y análisis preliminares de datos obtenidos en las diferentes capturas.

En total se realizaron veinte (20) sobrevuelos durante el mes de octubre, de los cuales once (11) se enfocaron en el monitoreo de movimientos en masa, cuatro (4) para el ingreso a infraestructura en riesgo de colapso, dos (2) para cartografía post-incendio, uno (1) para monitoreo hidráulico, uno (1) para captura de material audiovisual, y uno (1) para prospección de Telemetría para una futura estación. Los sobrevuelos fueron solicitados por el AMVA (5), CMGR Girardota (2), CMGR Bello (2), el DAGRD (1), el equipo de Geotecnia (8), el equipo de Hidrología (1) y el equipo de Telemetría (1). En el enlace [sobrevuelos realizados](#), se observa la información ampliada de los sobrevuelos históricos, indicando el tipo de producto generado, el solicitante, tipo de operación, nombre, mes y fecha del sobrevuelo.

WP2.4.5. Generar una infraestructura de almacenamiento con la información más relevante

En el mes que se documenta, no se llevaron a cabo tareas relacionadas con esta sub-actividad.

WP3.1. Comunicación

WP3.1.1. Construir y ejecutar un Plan de Comunicaciones que incluya plan de medios masivos, pauta en redes y presupuesto

El avance del plan de comunicación es significativo. Al momento, se encuentran en etapa final los entregables correspondientes al Laboratorio de Innovación, a los ambientes virtuales tales como el geoportal y sitio Web, el diseño y producción del nuevo stand, y la propuesta y diseño del evento de cierre con los usuarios de los componentes de Educación, Social y Divulgación con Ciudadanos Científicos.

Para avanzar en la materialización del evento de Educación y del evento con Comunidades y Organismos de Gestión del Riesgo, el equipo de Divulgación realizó todas las piezas gráficas y audiovisuales que se proyectarán y usarán en el evento, tales como el diseño de todos los souvenir, el material de convocatoria, las piezas lúdicas para los diferentes momentos de la agenda como pósteres y la exposición fotográfica virtual, así como también apoyó y orientó a los prestadores de servicios para alinear sus propuestas a la misión y objetivo de SIATA.

El evento busca resaltar el compromiso de las comunidades, niños, niñas y docentes, así como ciudadanos científicos y otros actores de la gestión del riesgo, así como transmitir a los asistentes la idea de que la ciencia es divertida, y que la cultura y el arte son también herramientas válidas para la divulgación científica.

Tras algunas reuniones con Supervisión AMVA, se estableció que lo más conveniente sería realizar el evento en dos momentos: en la mañana, el encuentro con todos los participantes de la estrategia educativa, y en la tarde, con los integrantes de los SATC. Aunque las agendas contienen algunas similitudes en su momento inicial (saludo, acto científico y obra de teatro), cada uno conserva el espíritu de su estrategia a través de actividades propias de sus componentes, como la muestra de pósteres y las mesas de conversación para intercambiar experiencias.

El espacio donde se realizará será en las instalaciones de la Universidad EAFIT, específicamente en la Plazoleta de los Estudiantes, donde reuniremos en la mañana del sábado 9 de noviembre a 550 niños, jóvenes y docentes, y en la tarde a 400 ciudadanos integrantes de los SATC. Todas estas personas podrán disfrutar de actividades científicas y lúdicas.

Por otra parte, se reportan avances significativos en los ambientes digitales del proyecto: sitio web, geoportal y App SIATA. Las tres plataformas están siendo renovadas por los equipos de TI en todo lo relacionado con front- y back-end, y desde Divulgación toda la generación de contenidos, experiencia de usuario y diseño (UI). Así mismo, para los tres se han realizado ejercicios de diseño, UX, grupos focales y encuestas que permiten tener un mayor conocimiento de las necesidades del usuario. Estos ejercicios son facilitados por la asesora del componente de Apropiación Social del Conocimiento, quien soporta este tipo de actividades para asegurar soluciones agradables, intuitivas, atractivas y eficientes.

Estrategia digital

En cumplimiento de la estrategia digital de SIATA y alineados con los requerimientos del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, durante octubre se desarrollaron contenidos diseñados para generar emociones y aprendizajes significativos entre los diversos públicos del proyecto. Estos contenidos se adaptaron a

las características y estilos comunicacionales de cada red social, fortaleciendo de manera progresiva la conexión y el crecimiento de la comunidad digital.

A continuación, se relacionan las cifras y acciones para octubre en las redes sociales, las cuales presentan el siguiente crecimiento en número de seguidores:

- Instagram: 20598 seguidores, 612 más que el mes anterior.
- Facebook: 13351 seguidores y 12124 “Me gusta” a la página; es decir, 88 seguidores más que el mes anterior.
- X: 76978 seguidores, 477 más que el mes anterior.

En octubre, se llevaron a cabo 88 publicaciones en Instagram, 319 en Facebook y 729 en X. Gracias a estos contenidos, se alcanzaron 16532 personas en Instagram y 7132 en Facebook. Es de resaltar que durante este mes Instagram creció, logrando la cifra de 20000 seguidores; esto significa que la comunidad del proyecto es fuerte, está en constante crecimiento y mantiene gran interés por los contenidos que se publican en ella.

Este mes, la manera de publicar en cada red social sigue obedeciendo a la fortaleza, tipo de público e interés de cada una. Es decir, en Facebook e Instagram predominan los contenidos relacionados con la educación, temas sociales y noticias actuales. En cambio, X se orienta hacia un público más especializado, interesado en recibir información en tiempo real sobre variables ambientales que pueden influir en el Valle de Aburrá.

De las publicaciones realizadas en octubre, nueve (9) contenidos en el feed fueron en colaboración con el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y uno (1) con la cuenta @telemedellín:

- Nuestros ciudadanos científicos: 3549 cuentas alcanzadas.
- Compartimos el mismo aire: 5458 cuentas alcanzadas.
- Tres datos - Desde septiembre se siente que llegó la temporada de lluvias: 10645 cuentas alcanzadas.
- Y cuál es tu nube favorita: 6533 cuentas alcanzadas.
- Día internacional para la reducción del riesgo de desastres: 4433 cuentas alcanzadas.
- Semillas de cultura ciudadana en torno a la gestión del riesgo: 7389 cuentas alcanzadas.
- Vamos en bici por un mejor aire: 4704 cuentas alcanzadas.
- Somos Área - Red de Monitoreo de la Calidad del Aire: 3202 cuentas alcanzadas.
- Nuestro Valle de Aburrá de norte a sur: 10010 cuentas alcanzadas.
- Esto es puro sol de lluvia: 39587 cuentas alcanzadas.

Además de los contenidos habituales en colaboración con el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, este mes se realizó una publicación con la cuenta @telemedellin.

Realizar publicaciones en colaboración con otras entidades en Instagram, es fundamental para ampliar el alcance y la visibilidad de los contenidos, al aprovechar las audiencias combinadas de ambas partes. Esta práctica digital fomenta el intercambio de conocimiento, enriquece la narrativa del contenido y genera un sentido de comunidad, clave para construir relaciones más sólidas y lograr un impacto positivo y duradero en el público objetivo.

Por otra parte, el contenido que generó mayor participación en Instagram en el mes que se documenta fue el reel [Esto es puro sol de lluvia](#), publicado el 25 de octubre, con 39578 visualizaciones, 1700 likes, 23 comentarios, 307 enviados y 83 usuarios lo guardaron. Esto se debe a que el título incluye una expresión popular y coloquial, lo que genera una conexión inmediata con la audiencia al evocar familiaridad y cercanía. Además, el contenido es visualmente atractivo gracias al dramatizado del comienzo, el cual engancha a las personas, porque refleja una situación familiar para los habitantes del Valle de Aburrá. Por otra parte, el tema está relacionado con fenómenos climáticos despertando la curiosidad en las audiencias; este contenido, por ejemplo, está presentado de forma creativa y educativa, logrando mayor difusión. En la Figura 12.1 se presenta la publicación con más alcance.



Figura 12.1: Mejor contenido de Instagram en octubre.

En Facebook, el contenido que generó mayor interacción fueron las fotos del [Congreso Iberoamericano de Educación Ambiental](#), el cual se llevó a cabo en Cali, y se publicó el 18 de octubre. Este contenido generó 16 reacciones, 851 impresiones y garantizó 835 usuarios alcanzados.

Este álbum de fotos genera más conexión con la comunidad digital de SIATA, ya que muestra a los profesionales participando en un evento internacional sobre educación ambiental. Este es un tema sensible y actual, que resalta el compromiso del proyecto con la formación de una ciudadanía más consciente ante la problemática de cambio climático. Al visibilizar estas acciones, se inspira confianza, se refuerza la credibilidad del proyecto y se motiva a la comunidad a involucrarse en la gestión ambiental. En la Figura 12.2 se presenta la publicación con más alcance.



Figura 12.2: Mejor contenido de Facebook en octubre.

En el enlace [métricas redes](#) se encuentra el documento con las métricas detalladas del mes de octubre.

La gestión de las redes sociales en el proyecto SIATA demostró ser efectiva, alcanzando buenos resultados. Se logró un notable incremento en el número de seguidores, lo que evidencia el fortalecimiento de la comunidad digital interesada en la gestión del riesgo, los temas ambientales y el territorio. Los contenidos publicados, tanto técnicos como emotivos, tuvieron un gran alcance, consolidándose como herramientas clave para informar, sensibilizar y formar a la población.

Es importante destacar que los contenidos técnicos, elaborados con rigor científico e inspirados por las tendencias, la cotidianidad y la actualidad en las redes sociales, no sólo fueron bien recibidos por la audiencia, sino que también fomentaron la comprensión de temas complejos, logrando un balance entre lo educativo y lo accesible.

Estos resultados reafirman la importancia de las redes sociales como una herramienta indispensable para la comunicación y el fortalecimiento del proyecto SIATA, impulsando su misión de promover la prevención y gestión efectiva del riesgo. De cara al futuro, se continuará innovando en las estrategias digitales para ampliar el impacto y consolidar a SIATA como un referente en la comunicación científica, social y técnica

a través de plataformas digitales.

En el siguiente enlace se detalla y evidencia la sistematización de las preguntas formuladas y respuestas obtenidas en redes sociales durante el mes de octubre: [Tabla de preguntas y respuestas](#), lo que asegura una interacción de calidad entre el proyecto y sus usuarios, siempre considerando sus contribuciones, preguntas y observaciones.

En este mes, a través del correo contacto@siata.gov.co se dio respuesta a cincuenta (50) solicitudes como charlas, talleres, participación en jornadas ambientales en empresas, instituciones educativas, universidades, alcaldías y ferias.

Adicionalmente, desde el componente de Apropiación Social del Conocimiento se participó en actividades como talleres, charlas, ferias, eventos, capacitaciones y semilleros en el territorio, dando cumplimiento al Plan de Comunicaciones. En octubre, se realizaron dieciséis (16) publicaciones en las redes sociales acerca de estas actividades en el Valle de Aburrá con los diferentes públicos de SIATA. En la Figura 12.3 se presenta un collage de cubrimientos de las actividades del componente de Apropiación Social del Conocimiento.



Figura 12.3: Publicaciones de actividades de ASC.

Todos los contenidos realizados y publicados en el mes de octubre se pueden ver en el enlace: [Tabla de contenidos 2024](#).

Espacios efímeros

En el mes de octubre, SIATA reforzó su estrategia de divulgación y apropiación del conocimiento mediante la incorporación de nuevos equipos técnicos para su stand, destinados a enriquecer la experiencia multimedia y transmedia. Así mismo, produjo impresos en 3D para proyecciones en videomapping, experiencias didácticas para personas con discapacidad y el público en general. Entre estos equipos se destacan unas gafas de realidad virtual, un televisor interactivo, cuatro (4) sensores impresos en 3D y una tablet, todos orientados a ofrecer una interacción más inmersiva y educativa con el público, enfocada en la gestión de riesgos y el monitoreo ambiental en el Valle de Aburrá.

Con el fin de potenciar esta experiencia, SIATA desarrolló una exposición fotográfica virtual e interactiva que permite a los visitantes explorar imágenes relacionadas con fenómenos hidrometeorológicos y ambientales del territorio. Este enfoque busca generar una conexión más profunda con el trabajo de monitoreo y la importancia de la gestión del riesgo. Así mismo, se elaboró contenido especializado sobre las nubes y el radar hidrometeorológico, destinado a educar a la población sobre el monitoreo meteorológico y su impacto en la seguridad y el bienestar de las comunidades.

El componente sonoro también cobró relevancia, con la recopilación de videos que capturan los paisajes sonoros del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, aportando un elemento sensorial y contextual que resalta la relación entre la comunidad y su entorno. En línea con su compromiso de accesibilidad e inclusión, SIATA trabajó en la grabación y edición de contenidos para personas sordas, incluyendo cuentos

de la institución y material educativo, asegurando que el conocimiento esté al alcance de todos.

Además, se creó un contenido específico sobre el fenómeno ENSO (El Niño-Oscilación del Sur) y las variaciones en las temperaturas de los océanos, destacando su relevancia y los efectos climáticos que impactan la región.

La implementación de estos recursos y contenidos representa un avance significativo para SIATA en su propósito de fortalecer la apropiación social del conocimiento. Al ofrecer experiencias interactivas y accesibles, SIATA fomenta una mejor comprensión de los fenómenos climáticos y ambientales, promueve la visibilidad de la ciencia y la tecnología, y refuerza su compromiso con la educación, la sensibilización y la inclusión. Esta estrategia no sólo permite una mayor conexión con la comunidad, sino que también proyecta a SIATA como un referente en la gestión de riesgos y la divulgación científica.



Experiencia radar hidrometeorológico



Exposición fotográfica inmersiva



Temperatura de los océanos



Los tres valles de Antioquia

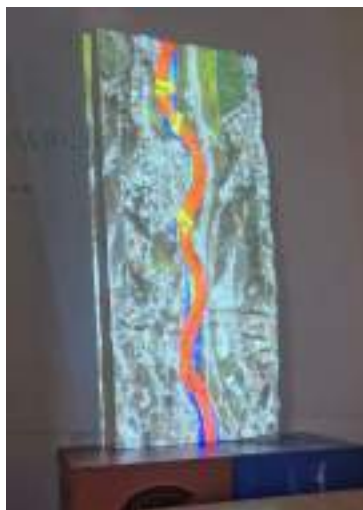


Figura 12.4: Video mapping sobre impresión 3D.

WP3.1.2. Gestionar el sitio web, Geoportal y aplicativos del proyecto SIATA

En el periodo anterior, se aplicó la metodología de Lean UX canvas para la conceptualización de la App SIATA. En octubre, se empezó con el diseño general de la aplicación móvil teniendo en cuenta los criterios extraídos de la metodología y de algunos comentarios en los wireframes por parte del equipo de TI y el asesor experto en aplicaciones móviles. A continuación, se listan las actividades y tareas específicas que se llevaron a cabo:

- I. Como primer paso, se procedió con el diseño UI (Interfaz del Usuario) para la primera entrega de la aplicación. Esto incluye el home, la ventana del mapa con el geoportal y las notificaciones. Cada una de estas visualizaciones cuenta con varios *features* (características) que llevan información de importancia para el ciudadano. A continuación, se describen a profundidad las mismas.
 - El home tiene un espacio donde se muestra el estado del tiempo actual, tomando como referencia la estación más cercana al usuario. Así mismo, tiene el estado de la calidad del aire de las últimas 24 horas y una botonera que categoriza diferentes tipos de consulta que se pueden hacer en el geoportal; en este caso, tenemos “movilidad”, “bienestar” y “gestión del riesgo”. Al hacer tap en estos perfiles, se abrirá el mapa con unas capas activadas por defecto. También cuenta con el pronóstico de precipitación y temperatura de las próximas 48 horas y unas recomendaciones generales según el estado del clima.
 - En la pantalla de mapa se podrán ver las redes de monitoreo más importantes del proyecto, con información en tiempo real, gráficas de nomenclatura y la posibilidad de ver la animación del radar meteorológico. También se podrán ver los perfiles por defecto y un resumen del estado del tiempo.
 - En la parte de notificaciones habrá dos (2) espacios, uno (1) para notificaciones de alerta temprana, y otro (1) para recomendaciones según la temporada o los sucesos hidrometeorológicos o de calidad del aire que estén presentes en el momento.
 - En una segunda etapa, se dispondrá un espacio de tutoriales y un *log-in* para recibir notificaciones más personalizadas.

- II. Se presentó el diseño de la aplicación a algunos de los coordinadores y líderes del proyecto para verificar que los datos que se deseaban entregar sí estuvieran disponibles, además de recoger algunos *insights* para aplicar mejoras y tener en cuenta ciertos aspectos para entregas futuras.
- III. Con todos estos criterios, se entregó al equipo de TI el diseño finalizado de la App SIATA en la plataforma Figma para su primera versión. Con estos insumos, el equipo de TI inició con el desarrollo y montaje de la plataforma.
- IV. Finalmente, a medida que se empezó el proceso de desarrollo, fueron surgiendo algunos ajustes y/o requerimientos por parte del equipo de TI que se implementaron de forma inmediata con el fin de cumplir con las fechas estipuladas para la entrega del proyecto.

Por otro lado, se hicieron algunos ajustes en las otras plataformas. Para el caso del Geoportal, se agregó la “Red de Ruido Ciudadanos Científicos”, para la cual se elaboró el diseño del icono, la nomenclatura y la visualización de las redes. Para el sitio web, se hicieron unas páginas que se tenían pendientes por diseño; éstas se entregaron al equipo de TI para que hicieran su desarrollo, tanto de una versión de desktop como para la versión *responsive*.

WP3.1.3. Conceptualizar, diseñar y generar contenido técnico

En el mes de octubre, se realizaron los diseños finales para el evento de Fiesta de Ciencia Local (cierre de la estrategia social y de educación). Para ello, se ajustaron diseños de las piezas para los souvenirs como bolsas, camisetas y termos, de acuerdo con la línea gráfica aprobada por el AMVA.

Se continúa con el producto llamado **SIATA en datos**, el cual consiste en realizar el reporte de lo que pasó en la semana, y lo que espera para la semana siguiente, en temas de calidad del aire, precipitaciones, niveles, vientos, entre otros, al igual que el pronóstico meteorológico y de calidad del aire. Este reporte está dirigido a la Dirección de Área Metropolitana del Valle de Aburrá AMVA y se entrega al finalizar cada semana.

Como producto destacado para las redes sociales, se realizó el contenido sobre las semillas de cultura ciudadana en torno a la gestión del riesgo.

Como materiales impresos se realizaron algunas correcciones a los cuentos, así como ajustes de mapas de los municipios del Valle de Aburrá para los ejercicios de sismica, teniendo las muestras ya físicas y esperando aprobación por parte del equipo de Sismica.

Todo lo descrito anteriormente se puede evidenciar en el siguiente enlace, en una tabla que incluye contenidos, número de piezas, uso y propósito para el cual se diseñó: [Informe de actividades](#). Para ver los diseños de las piezas mencionadas se puede visitar el siguiente enlace: [Diseños](#).



Figura 12.5: Divulgación - Contenidos audiovisuales, mes de octubre de 2024.

Durante el mes de octubre se desarrolló una serie de contenidos y producciones audiovisuales que aportan a la apropiación social del conocimiento de los procesos de SIATA; además, apoyan la divulgación de la gestión de riesgos del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. En total se realizaron **36 contenidos audiovisuales en octubre de 2024**, los cuales se encuentran alojados en el siguiente enlace: [contenidos audiovisuales octubre 2024](#).

Entre estos contenidos se destacan los siguientes:

Los niños nos hablan sobre sus nubes favoritas

Niños y niñas que visitaron el proyecto desde el municipio de Don Matías, cuentan porqué son admiradores del cielo, cuáles son sus nubes favoritas y demás conocimientos aprendidos en el taller práctico dictado por el equipo de Educación sobre las nubes y el viento. Este encuentro fue posible gracias a la alianza con el CTA y el programa Ondas Antioquia, el cual los motiva a investigar sobre problemas de su contexto.

Para realizar esta cápsula, el componente audiovisual hizo un trabajo de pre-producción e investigación de la historias, al igual que las grabaciones de las entrevistas a los niños y niñas, las tomas de apoyo y posteriormente la edición y graficación del video. En el siguiente enlace se puede visualizar el [video niños y sus nubes favoritas](#).

Sol de lluvia

Este video divulgativo explica, mediante el testimonio de experto del equipo de Meteorología del proyecto, si la expresión cotidiana “es puro sol de lluvia” es válida y qué conceptos científicos hay en ella. Para su realización audiovisual, se hizo investigación del concepto con el experto, se escribió un guión preliminar y, posteriormente, se realizó la grabación y edición del contenido. En el siguiente enlace se puede visualizar el [video sol de lluvia](#).

Live Calidad del aire en Girardota

Se gestionó y ejecutó la producción de un Live o transmisión en vivo sobre el monitoreo de la calidad del aire y los procesos de divulgación en el municipio de Girardota. Para la producción de este Live se hizo una investigación previa con el equipo de Calidad del Aire de SIATA y del Área Metropolitana del Valle de Aburrá y con la Secretaría de Ambiente y Sostenibilidad de Girardota. Así, se definieron los temas relevantes, los invitados al programa y demás asuntos logísticos y técnicos de la transmisión;

posteriormente, se hizo la escritura de guión, un video promocional para redes, y se grabaron y editaron los videos de apoyo pertinentes que acompañaron la transmisión. Además, se realizó la producción y despliegue técnico para realizar la transmisión audiovisual en directo desde el parque principal de Girardota, municipio donde el Área Metropolitana, el SIATA y la Secretaría de Ambiente han desarrollado diferentes estrategias de divulgación, monitoreo y gestión de la calidad del aire. En el siguiente enlace se puede visualizar el [live de calidad del aire en Girardota](#).

Durante el mes de octubre se gestionaron cuatro (4) kits de prensa como apoyo a la gestión de medios de comunicación del Área Metropolitana del Valle de Aburrá sobre los siguientes temas: la segunda temporada de lluvias, el radar meteorológico, las comunidades en la gestión de riesgos y el reporte de acumulados de lluvias de octubre. Para mayor información, se sugiere visitar el hipervínculo: [kits de prensa octubre de 2024](#).

También, se realizó una serie de **cubrimientos audiovisuales en octubre** a los diferentes talleres, visitas, charlas y demás actividades de divulgación, apropiación del conocimiento y de gestión del riesgo del proyecto en el territorio. En el siguiente enlace se detallan el [cronograma cubrimientos audiovisuales octubre 2024](#), el cual se actualiza cada semana, priorizando los eventos más destacados; además, se gestiona su logística y producción de campo. En total se realizaron **36 registros de fotos y videos en octubre de 2024**.

WP3.1.4. Generar espacios académicos y de intercambio de experiencias e información con otros modelos de CTel

Espacios de visibilización

Como parte de la gestión de espacios para visibilizar el proyecto SIATA, desde la línea de Educación del componente de Apropiación Social del Conocimiento, se participó en el *VIII Congreso Latinoamericano de Educación Ambiental* realizado en la ciudad de Cali entre el 16 y el 18 de octubre del presente año. En este contexto, se presentó *la estrategia educativa del componente* y el trabajo con los docentes a través de **la Red de Educadores Científicos**. Este congreso resultó ser un espacio de gran valor, donde se compartieron experiencias, se establecieron nuevos vínculos y se generaron ideas innovadoras que contribuyen al crecimiento del proyecto, especialmente en los temas de apropiación y divulgación de las ciencias. Además, se reafirmó el papel que desempeña el SIATA en el territorio metropolitano, consolidando su presencia y su impacto en el desarrollo y la apropiación social del conocimiento en la región.

Un logro importante de esta participación fue la oportunidad que el proyecto SIATA, a través del AMVA, le brindó a una de las profesoras de la Red para participar en el congreso y socializar su experiencia, denominada **Guardianes del Picacho**, en temas de educación para el cambio climático. Este hecho ratifica el compromiso de la entidad ambiental con la apropiación social del conocimiento en el territorio.

Guardianes del Picacho ya está cumpliendo su tercer año de ejecución, ha alcanzado una madurez significativa, permitiendo a la profesora y los colegas con quien ha construido esta apuesta, replantear su práctica pedagógica desde un enfoque de ciencia local. A través de este proceso, el proyecto ha jugado un papel clave en la transformación educativa, contribuyendo a la creación de nuevas perspectivas y metodologías en la enseñanza de la ciencia.

En la Figura 12.7 se presenta evidencia de la participación en el **VIII Congreso Latinoamericano de Educación Ambiental**.



Figura 12.6: Participación VIII Congreso Latinoamericano de Educación Ambiental.

Se construyó una propuesta para presentar en el evento *TeachersCOP*, un espacio en línea que se llevará a cabo durante las negociaciones internacionales sobre el clima. En éste, aquellos profesionales que desarrollan prácticas educativas participarán para discutir la educación sobre el cambio climático. Dicho espacio es una oportunidad para que el proyecto visibilice las apuestas que se han logrado en temas de educación para el cambio climático, que ha estado permeado por un ejercicio de investigación de los profesionales de las ciencias sociales del SIATA. **Ingrese aquí** para acceder a la propuesta que se formuló.

Por otro lado, en este mismo mes, el equipo de Teledetección participó en dos (2) espacios académicos y de intercambio de experiencias. En primer lugar, se compartieron las actividades del equipo con estudiantes del curso de Introducción a la Ingeniería Ambiental en la Universidad de Antioquia. En el segundo espacio, en el marco de la Semana de la Geomática: Innovación y Tecnología para Conectar Territorios, organizada en Bogotá por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), se presentó una ponencia titulada “Estrategias para la Gestión de Riesgos de Desastres en el Valle de Aburrá, Colombia: Integración de Información Capturada con Dron y Datos Satelitales”, a cargo de Jhon Zuluaga, analista del equipo. En esta presentación, se compartieron las estrategias implementadas por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) y el proyecto SIATA para apoyar la atención de incendios forestales, inundaciones, avenidas torrenciales, movimientos en masa y otras emergencias en el territorio. También se detalló el uso de sensores RGB, multiespectrales y térmicos, y el contraste permanente con datos satelitales. Finalmente, se destacó el desarrollo de drones de bajo costo para acceder a espacios confinados, colapsados o en riesgo de colapso.

La información ampliada y el registro audiovisual, es posible consultarlo en el enlace: [espacios académicos y de intercambio del equipo de Teledetección](#).

WP3.1.5. Diseñar una estrategia piloto para la creación de un Laboratorio de Innovación Social y Deliberativa

En el mes de octubre, se realizó un recorrido territorial con el objetivo de fortalecer la relación entre la Escuela de Humanidades de EAFIT, SIATA y el equipo de Geotecnia. Este recorrido incluyó una visita de campo al colectivo “PH La 13”, durante la cual las profesoras de la Universidad tuvieron la oportunidad de conocer al líder comunitario y evaluar territorialmente el riesgo de avenidas torrenciales basándose en las señales de riesgo presentes en el área. Durante esta visita, se exploraron los principales retos que enfrenta el territorio y se identificaron puntos clave para el desarrollo conjunto de acciones orientadas a la gestión del riesgo.

Adicionalmente, se llevó a cabo un encuentro virtual con la Escuela de Artes y Humanidades de la Universidad EAFIT. En esta sesión se revisó la construcción metodológica para la experiencia de la sala de escape y se discutieron diversos aspectos, incluyendo la priorización de la comunidad objetivo y el análisis del riesgo reputacional para EAFIT y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) en relación con la colaboración en trabajos de concienciación sobre la gestión del riesgo.

Se identificaron varios factores de riesgo reputacional derivados de esta colaboración. Los principales incluyen:

- Asociación pública con la Comuna 13: dada la complejidad histórica y social de la zona, se reconoció la necesidad de actuar con cautela en la generación de contenidos y mensajes, anticipando y mitigando posibles críticas o percepciones negativas en medios y redes.
- Control de narrativas: trabajar con influencers y periodistas comunitarios locales podría generar narrativas que, si no están alineadas con las metas institucionales, podrían desviar la interpretación de los objetivos del proyecto, afectando la reputación institucional.
- Percepción de compromiso social: la participación de EAFIT y el AMVA podría ser vista como una acción positiva y de responsabilidad social; sin embargo, cualquier controversia o falta de claridad en los roles y mensajes podría afectar la credibilidad de las instituciones. Las partes acordaron continuar analizando el tema reputacional, priorizando un enfoque colaborativo y una estrategia de comunicación que permita la gestión adecuada de los posibles riesgos asociados.



Figura 12.7: Recorrido territorial Comuna 13.

WP3.1.6. (Calidad del aire) Realizar campañas de sensibilización y difusión con la ciudadanía y los actores interesados

En el marco de la estrategia de comunicaciones para el componente Calidad del Aire 2024, se desarrollaron contenidos pedagógicos sobre la forma y la composición química del PM2.5, las fuentes de ruido ambiental, un cubrimiento a la Semana por la Tranquilidad y contra el ruido, además de la realización de algunas charlas y talleres sobre calidad del aire.

Durante el mes de octubre, se realizaron quince (15) contenidos en diferentes formatos (historias, publicaciones en Instagram, Facebook y X) para la sensibilización y la apropiación social del conocimiento científico sobre calidad del aire, entre los cuales se incluyeron videos en Instagram sobre Ciudadanos Científicos y cubrimientos a actividades destacadas.



Figura 12.8: Evidencias de las publicaciones realizadas en octubre de 2024.

En el enlace [contenidos octubre](#), se puede consultar el listado de publicaciones realizadas. La información presentada en el documento incluye la temática, fecha del post, texto de la publicación y link de cada uno de ellos.

Gestión de la comunidad Ciudadanos Científicos

Para el mes de octubre de 2024, se finalizó la convocatoria y se desarrolló el Segundo Encuentro Científico, el cual se realizó de manera virtual. Se tuvo una charla sobre calidad del aire y salud a cargo de Samuel David Osorio, quien es médico y doctor en Ciencias en Salud Ambiental con más de 10 años de experiencia en docencia, investigación y gestión de la salud ambiental, experto en contaminación del aire, cambio climático y sus impactos en la salud humana. Así mismo, se realizó un taller para desarrollar la escala de colores de los informes de calidad del aire de Ciudadanos Científicos para usuarios de nubes (semanales) y de ciclistas (diarios). Allí, unos treinta (30) participantes explicaron qué sensación y percepción les generaba cada color y dieron ideas para la construcción de la escala, en presencia del equipo técnico del proyecto SIATA y del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.



Figura 12.9: Evidencias de la realización del Segundo Encuentro Científico.

Por otro lado, con el propósito de mantener fidelizados a los Ciudadanos Científicos y generar conversación entre ellos, se compartió un total de nueve (9) mensajes a través de los grupos de WhatsApp habilitados para esta red. Los contenidos estuvieron enfocados en la convocatoria del Segundo Encuentro Científico, invitaciones a ver videos sobre Ciudadanos Científicos, y a la transmisión en vivo sobre calidad del aire en Girardota, entre otros.



Figura 12.10: Evidencias de los mensajes enviados a los Ciudadanos Científicos durante el mes de octubre.

Caracterización de la comunidad Ciudadanos Científicos

Con respecto a este ejercicio de caracterización, con el cual se busca conocer mejor a los públicos que hacen parte de la red, se aplicaron las entrevistas (análisis cualitativo) y encuestas (análisis cuantitativo) a una muestra de la población de Ciudadanos Científicos, los cuales se dividieron entre hogares, empresas y entidades públicas, instituciones educativas y universidades, además de biciusuarios.



Figura 12.11: Evidencias de las entrevistas semiestructuradas con los Ciudadanos Científicos.

Para conocer más sobre los avances realizados con la Escuela de Artes y Humanidades de EAFIT, en el enlace [caracterización CC.](#), se podrán ver evidencias de las entrevistas.

WP3.2. Educación

WP3.2.1. Potenciar los procesos de Apropiación Social del Conocimiento por medio de prácticas experienciales con públicos priorizados

Dentro del componente de ASC, la estrategia social tiene entre sus objetivos vincular a la ciudadanía y actores estratégicos con los temas de ciencia, tecnología e innovación enfocados a la gestión del riesgo de desastres, con el fin de construir territorios resilientes y adaptados a las condiciones climáticas que afronta la región.

En el mes de octubre se adelantó un total de cuarenta y nueve (49) actividades con los diferentes públicos de las estrategia de los SATCs, las UMGRD, los organismos de socorro y Conexiones Territoriales. Entre las actividades que se abordaron, se destacan los talleres formativos, visitas de seguimiento y gestión, reuniones de articulación y recorridos.

Para este mes las condiciones hidrometeorológicas en el Valle de Aburrá llevaron al equipo Operacional a generar la activación de dos (2) alarmas con líderes de las comunidades de los SATC El Pesebre, en el Distrito de Medellín, y el SATC Plebiscito, en el municipio de Sabaneta; sin embargo, no se reportaron evacuaciones.

Por otro lado, se realizaron acciones que dan cuenta de la articulación constante que tiene el proyecto SIATA con los organismos de socorro del Valle de Aburrá; en ese sentido, se realizaron diez (10) actividades a lo largo del mes. Entre las más importantes se destacan los talleres del uso de la tecnología de los drones para el apoyo a la atención de emergencias en el Valle de Aburrá, la reunión de avances en la modelación de incendios, el taller de incendios forestales, la socialización de SIATA con la Estación Libertadores del municipio de Medellín y las visitas de seguimiento.

Con las UMGRD se continuó el proceso de articulación y acompañamiento a la gestión en cada uno de los municipios con los actores encargados de la gestión del riesgo. Así mismo, se dio continuidad a los procesos de capacitación en temas de SIATA en las oficinas que lo han requerido. Se resaltan los talleres de Hidrología Urbana y Manchas de Inundación, Calidad del Aire, Salud Mental en la GRD, así como Geoportal. En el siguiente link se puede ver el detalle de dichos procesos: [información correspondiente a la estrategia social](#).

WP3.2.2. Fortalecer los procesos educativos de la red de Semilleros de Ciudadanos Científicos

Este mes, se continuaron los procesos con los Semilleros de Ciudadanos Científicos, que consisten en encuentros con niños, niñas y jóvenes para que comprendan su papel en temas de investigación y se apropien de su territorio, donde relacionen las variables ambientales mediante la experimentación, a partir de un esquema de aprender-haciendo, para fortalecer espacios de reflexión y solución de problemas en torno a la gestión de riesgo de desastres en el Valle de Aburrá.

Durante el mes de octubre, participaron diez (10) instituciones educativas del Valle de Aburrá, con aproximadamente 199 estudiantes, para un total de 17 encuentros. En la Tabla 13.1 se describen los

procesos llevados a cabo este mes.

En octubre se finalizaron los procesos de Semilleros de Ciudadanos Científicos en la Institución Universitaria ITM y el Colegio Pinares Altoverde, donde los participantes desarrollaron diversas actividades utilizando sensores de nivel de agua para el monitoreo remoto en plataformas STEAM, como Thinkspeak y Makecode, que les permitieron programar y visualizar los datos. Además, realizaron el ensamblaje de estaciones meteorológicas del proyecto SIATA, con las que monitorearon variables ambientales como la velocidad y dirección del viento, humedad y temperatura, observando el comportamiento de estas variables de manera gráfica.

Con el Semillero de Ciudadanos Científicos de la Biblioteca Comfama, se cerraron las actividades mediante un diálogo sobre la calidad del aire en el Valle de Aburrá, un tema de gran interés para esta comunidad, destacando cómo el proyecto SIATA emplea diferentes sensores para llevar a cabo este monitoreo.

Tabla 13.1: Semilleros de Ciudadanos Científicos - octubre de 2024.

Institución Educativa	Municipio	Etapas	Participantes	Estado	Fecha
I.E. Escuela Normal Superior María Auxiliadora	Copacabana	Acompañamiento	19	Finalizado	15/10/2024
Colegio Mano Amiga	Bello	Acompañamiento	18	Finalizado	03/10/2024
I.E. Ciro Mendiá	Medellín	Específico	20	En Proceso	02/10/2024 23/10/2024 30/10/2024
I.E. Barrio Santa Margarita	Medellín	General	27	Finalizado	2/10/2024
Centro Educativo Travesías El Morro	Medellín	Específico	29	En proceso	03/10/2024
Colegio Pinares	Medellín	Específico	22	Finalizado	18/10/2024 23/10/2024 29/10/2024
C.R.E. Pantanillo	Barbosa	Específico	45	En Proceso	03/10/2024
I.E. Finca La Mesa	Medellín	General	12	Finalizado	16/10/2024
Biblioteca Comfama Cristo Rey	Medellín	General	7	En Proceso	11/10/2024 25/10/2024

En la Figura 13.1 se pueda apreciar el consolidado de la estrategia de Semilleros de Ciudadanos Científicos, donde es importante precisar que desde el mes de agosto, donde los mediadores ya estaban capacitados, hay un incremento importante en la cantidad de encuentros desarrollados y el número de participantes alcanzado bajo la estrategia.



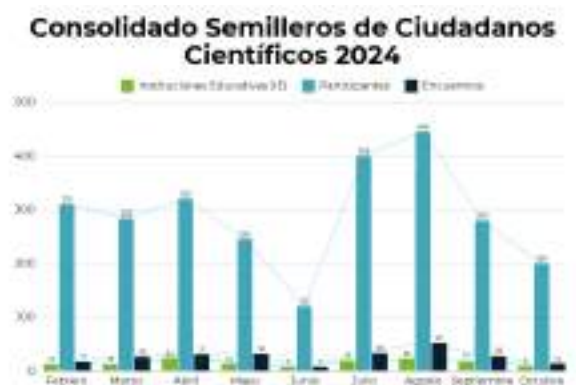


Figura 13.1: Consolidado Semilleros de Ciudadanos Científicos.

En el mes octubre, se continuó con los procesos de Semilleros de Ciudadanos Científicos centrados en áreas como la gestión del riesgo de desastres, la meteorología y el cambio climático. Se consolidaron investigaciones escolares, las cuales han fortalecido el aprendizaje práctico y la apropiación de los temas en las instituciones educativas del Valle de Aburrá, despertando el interés de los jóvenes por la ciencia y su capacidad de incidir en su entorno. En el enlace [Semilleros de Ciudadanos Científicos](#), se puede consultar las evidencias de los encuentros desarrollados en el mes de octubre. Es importante destacar como el semillero de la I.E. Escuela Normal Superior María Auxiliadora obtuvo el segundo lugar en la Feria de Ciencia municipal de Copacabana. Con una investigación enfocada en conocer cómo influye el cambio climático en la intensificación de la fase Niña del fenómeno ENSO y esto como repercute en los movimientos en masa que se han manifestado en el entorno de la institución educativa. Se reconoce el esfuerzo, la pasión y dedicación que le han puesto los estudiantes a esta investigación. En la Figura 13.2 se muestran algunas de las actividades realizadas en los encuentros de Semilleros de Ciudadanos Científicos durante el mes de octubre.



Figura 13.2: Actividades en los Semilleros de Ciudadanos Científicos en el mes de octubre.

Fiesta de Ciencia Local 2024

Para el cierre del 2024, el equipo de Educación se prepara para la Feria de Ciencia Local, es decir, el intercambio de experiencias de los procesos de educación, evento que se lleva a cabo anualmente. La Feria de Ciencia Local de SIATA es un espacio donde convergen la comunidad, la academia y las

instituciones, en un esfuerzo conjunto por promover la ciencia y la tecnología a nivel local. Durante este día, los Semilleros de Ciudadanos Científicos exploran una amplia gama de proyectos de investigación y actividades interactivas que muestran el impacto de la ciencia en nuestra vida cotidiana y en la gestión de riesgo de desastres de nuestra comunidad. El objetivo es que los estudiantes y educadores den a conocer los avances, aprendizajes y experiencias vividas durante la construcción de los procesos de educación que han permitido acercar la ciencia a las instituciones educativas del Valle de Aburrá.

Una de las actividades centrales del evento consiste en un espacio de socialización e intercambio de conocimientos en la modalidad de póster, donde los estudiantes y educadores tienen la oportunidad de presentar las apuestas educativas que materializaron en el año. Durante el mes de octubre se avanzó en la construcción de dichos [pósters](#). Desde el proyecto se apoyó específicamente con la configuración y diseño. En la Figura 13.3 se evidencian algunos de los pósters finalizados. En el enlace [Evento Ciencia Local 2024](#), se pueden consultar las evidencias de las instituciones educativas invitadas, cantidad de participantes y cuáles de ellas presentan póster de investigación.



Figura 13.3: Ejemplo de pósters de educación para la Fiesta de Ciencia Local 2024.

Semilleros para la inclusión de personas con discapacidad en la ciencia

En el mes de octubre se finalizó el semillero general que se llevó a cabo en la I.E. Francisco Luis Hernández con estudiantes de bachillerato con discapacidad visual. En este semillero, se logró acercar a los estudiantes a la ciencia y al territorio a partir de experimentos y actividades multi-sensoriales. En este semillero, fue posible usar y validar algunos materiales que se había creado recientemente, los cuales contienen braille y relieve, siendo los materiales mencionados fundamentales para la comprensión de los conceptos trabajados. Se resalta, además, que algunos estudiantes del grupo demostraron un gran interés por la ciencia, lo cual se evidenciaba en las preguntas que hacían y la motivación con la que desarrollaban las actividades.

Mediadores

Es importante destacar que la incorporación de mediadores ha sido un pilar fundamental para consolidar y profundizar el impacto de las actividades de Apropiación Social del Conocimiento, principalmente de la estrategia de Semilleros de Ciudadanos Científicos en instituciones educativas y otros grupos juveniles del Valle de Aburrá. Estos mediadores, quienes recibieron una formación completa en las metodologías

y temáticas relacionadas al proyecto SIATA, acompañan a las niñas, niños, jóvenes, educadores y ciudadanía en general en sus procesos de aprendizaje. A continuación, se describen algunas de las actividades realizadas durante el mes de octubre. Para más detalles, se puede consultar el [Informe de Actividades de Mediadores](#).

- Acompañamiento y realización de experimentos y diferentes actividades en veintiocho (28) sesiones de Semilleros de Ciudadanos Científicos.
- Atención de diferentes públicos en veinte (20) eventos de ciudad, entre los que se incluyen charlas, visitas, stand y participación en ferias de ciencia.
- Realización de cuatro (4) talleres.
- Acompañamiento a los procesos sociales en cuatro (4) SATC.
- Apoyo en el trabajo administrativo del componente de Apropiación Social del Conocimiento.

WP3.2.3. Fortalecer los procesos educativos de la Red de Educadores Científicos

Desde la estrategia de la Red de Educadores Científicos, se trabaja en el fortalecimiento de los procesos educativos mediante diversas actividades que promueven la participación activa e interacción entre profesores y otros actores educativos del territorio metropolitano. A lo largo de 2024, se han logrado avances significativos, que han contribuido al reconocimiento del proyecto SIATA como un recurso clave para los ejercicios de enseñanza y aprendizaje en los contextos de educación tanto formal como informal, adoptando un enfoque de ciencia local. Estos logros reflejan el crecimiento continuo de la red y las diversas actividades que se han venido desarrollando desde su inicio. **Ingrese aquí** para acceder a las actividades desde el inicio de la estrategia. También, se podrá **ingresar aquí** para conocer las cifras de participación.

Como parte del fortalecimiento de la estrategia de la Red de Educadores Científicos, durante el mes de octubre se realizó una serie de actividades que permiten continuar integrando profesores del Valle de Aburrá, interesados en ejercicios educativos basados en el territorio, así como seguir contribuyendo, a través de la didáctica, a que los miembros de dicha red puedan contar con herramientas que favorezcan procesos de formación que respondan a las necesidades de sus contextos.

- Se concluyeron cuatro (4) *ciclos de formación de formadores* que se realizaron entre agosto y octubre en alianza con el Centro de Innovación del Maestro - MOVA, donde se abordaron los temas de *cambio climático, calidad del aire, meteorología y territorio* con enfoque en gestión del riesgo de desastres. En total, se capacitaron veintiséis (26) profesores con quienes se trabajó en **una apuesta de mejora** a los proyectos de gestión del riesgo escolar teniendo como base uno de los temas abordados en las formaciones.
- Se concluyeron siete (7) *acompañamientos* con dieciocho (18) educadores de la red. En estos se tiene como objetivo **integrar la ciencia local** para el desarrollo de propuestas educativas que favorezcan la comprensión del territorio. Para este ejercicio, el equipo de educación del proyecto SIATA apoyó con reuniones, talleres y asesorías.
- Se realizó una (1) *salida de campo* a la Reserva Ecológica San Sebastián de la Castellana. Se contó con la participación de veinticinco (25) profesores de la red y siete (7) profesionales del proyecto SIATA, quienes apoyaron con el conocimiento que desde la investigación científica se ha construido, así como en la logística. **Ingrese aquí** para acceder a la carpeta con las evidencias de la salida.

En la Tabla 13.2 se presenta un resumen de las actividades realizadas en el marco de la Red de Educadores Científicos.

Tabla 13.2: Procesos Red de Educadores Científicos - octubre 2024.

Actividad	Nro. Actividades	Participantes	Temas
Ciclo de formación de formadores	4	26	Calidad del aire, cambio climático, meteorología, gestión del riesgo
Acompañamiento	7	18	Calidad del aire, meteorología, cambio climático, gestión del riesgo
Salida de campo	1	25	Territorio

Grupo de WhatsApp Red de Educadores Científicos

Apostándole al fortalecimiento de la red, se continuó la interacción con los profesores a través del grupo de WhatsApp. En el mes de octubre, se estuvo compartiendo el pronóstico meteorológico y material de apoyo para las prácticas educativas. También se dio respuesta a las inquietudes y solicitudes de los maestros. Por otro lado, se envió la invitación a la **Fiesta de Ciencia Local**, espacio en el cual se socializará todo el trabajo durante el 2024 de los públicos de interés.

La Red de Educadores Científicos representa una iniciativa con alto valor para integrar el conocimiento generado en el territorio metropolitano a las prácticas educativas, con el fin de que se convierta en un recurso fundamental tanto para los procesos formales de enseñanza como para los programas de educación informal. Las actividades realizadas durante el mes de octubre jugaron un papel importante en el cumplimiento de este objetivo, permitiendo visibilizar cómo el proyecto contribuye a enriquecer la práctica pedagógica de los docentes. Esto subraya la importancia de que los procesos formativos sean contextualizados, respondiendo a las necesidades y particularidades del entorno inmediato de los educadores. Aproximadamente 14.500 estudiantes se ven indirectamente beneficiados por las acciones de la Red, ya que, a través de ellas, se espera que los docentes generen y apliquen estrategias didácticas ajustadas a sus realidades educativas.

WP3.2.4. Fortalecer la estrategia Territorio al aire: diálogo de saberes

En octubre, la estrategia Territorio al Aire logró una valiosa conexión con diversos públicos; esto se reflejó en diferentes entidades académicas y en la participación de diferentes públicos. Durante este mes, alrededor de **123 personas participaron de nuestras charlas**, interactuando de manera dinámica a través de la escucha activa y la resolución de preguntas sobre los temas planteados en cada encuentro.

En la Biblioteca EPM se realizó un conversatorio enfocado en las estrategias que el equipo de Educación implementa en sus actividades con las comunidades. Este espacio contó principalmente con la participación de colaboradores de la Fundación EPM. Estas herramientas no sólo responden a las necesidades específicas del proyecto SIATA, sino que también están diseñadas para adaptarse a las características del territorio y las dinámicas de sus habitantes. La experiencia fue muy enriquecedora, ya que no se trató únicamente de un intercambio teórico, sino también de una **interacción intencionada** con estos objetos.



Esto permitió a los asistentes conocer de primera mano su funcionamiento y explorar su aplicabilidad en sus propios públicos y contextos.

Por otra parte, en el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid y la Universidad de Antioquia se realizaron cuatro (4) charlas durante el mes de octubre, en las que se abordaron temas como **Monitoreo de la Calidad del Aire, Aguas Subterráneas, Redes de Alcantarillado en el Valle de Aburrá y una Atmósfera 4D**. Estos encuentros, de enfoque técnico y académico, acercaron a los estudiantes de carreras afines a estas temáticas, brindándoles la oportunidad de interactuar directamente con expertos y profundizar en la comprensión de estos temas relevantes para su formación profesional.

Además, la estrategia Territorio al Aire estuvo presente en la conmemoración del **Día Internacional para la Reducción del Riesgo de Desastres**. En este espacio, el equipo Social sostuvo un diálogo sobre la importancia de los procesos sociales en la gestión del riesgo de desastres, resaltando cómo la participación comunitaria es fundamental para construir **comunidades resilientes frente al cambio climático**. La actividad fue un recordatorio de que la gestión de riesgos va más allá de las soluciones técnicas; requiere de un enfoque integral que incluya la colaboración y el fortalecimiento del tejido social.

En conjunto, todas estas actividades contribuyeron a consolidar el compromiso de la estrategia Territorio al Aire con la divulgación científica y la participación comunitaria, promoviendo una **conciencia colectiva sobre temas de relevancia ambiental y social**. Cada espacio y actividad permitió sembrar conocimientos y reforzar el interés por el cuidado del entorno, creando una red de aprendizaje que integra academia, comunidad y territorio.

Tabla 13.3: Territorio al Aire - octubre de 2024.

Institución	Municipio	Tema	Participantes	Fecha
Universidad de Antioquia	Medellín	El monitoreo de la calidad del aire a partir de sensores de bajo costo	17	04/10/2024
Biblioteca EPM	Medellín	Estrategias de educación, una apuesta por la apropiación social de la ciencia y la tecnología para la gestión del riesgo.	23	07/10/2024
Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid	Medellín	Aguas subterráneas	5	09/10/2024

Continúa en la siguiente página



Continuación de la página anterior				
Institución	Municipio	Tema	Participantes	Fecha
Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid	Medellín	Redes de alcantarillado en el Valle de Aburrá: riesgo y estrategias de monitoreo	21	09/10/2024
Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid	Medellín	Conmemoración mes de la gestión del riesgo	26	15/10/2024
Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid	Medellín	Una atmósfera 4D ¿Qué pasa en la altura? ¿Cómo se forman las nubes y cómo se ven por dentro?	31	17/10/2024

En la Figura 13.4 se presentan algunas evidencias de las actividades en el marco de la estrategia Territorio al Aire.



Figura 13.4: Territorio al aire, octubre de 2024.

En el enlace se pueden consultar las evidencias de [Territorio al Aire](#).

WP3.2.5. Diseñar y construir material edu-comunicativo, lúdico y pedagógico con enfoque en inclusión

SIATA para la Escuela

Esta estrategia busca el desarrollo de contenidos que permiten fortalecer los procesos de educación y divulgación del proyecto. Durante el mes de octubre, se realizaron algunos ajustes al juego de cambio climático, que facilita su jugabilidad y permite realizar esta actividad con más públicos (incluyendo personas de todas las edades que no saben o se les dificulta leer y realizar sumas). En la Figura 13.5 se evidencia parte del trabajo realizado.



Figura 13.5: Avances del juego de cambio climático realizados en el mes de octubre.

SIATA Para la Escuela con enfoque de inclusión

Durante el mes de octubre, se acompañó el proceso de grabación de algunos cuentos y experimentos de SIATA para la Escuela, los cuales fueron traducidos a Lengua de Señas Colombiana por parte de un proveedor contratado. Este ejercicio es un avance para el equipo de Educación y el componente en general, ya que poder tener material de divulgación científica en Lengua de Señas, posibilitará el acceso de la comunidad sorda a esta información, y será un material que se pretende usar en los diferentes semilleros que se llevan a cabo con esta población. Además, se espera que sea un contenido de acceso libre, con el fin de que personas sordas de cualquier parte del país tengan contenidos científicos en su lengua materna, en temáticas como meteorología, hidrología, cambio climático, calidad del aire y gestión del riesgo de desastres, temáticas de las cuales actualmente no se encuentran fácilmente contenidos en Lengua de Señas.

A continuación se presentan algunas evidencias de este ejercicio:



Figura 13.6: Grabación de contenidos en Lengua de Señas Colombiana.

WP3.2.6. Realizar procesos educativos y de transferencia del conocimiento relacionados con calidad del aire y ruido ambiental

Con respecto a los espacios de divulgación y educación sobre calidad del aire y ruido ambiental en el Valle de Aburrá, en el mes de octubre se adelantaron dieciocho (18) actividades orientadas a generar apropiación social del conocimiento científico sobre los contaminantes atmosféricos y las variables que influyen en su concentración y dispersión. Con estos talleres, charlas y stand se logró sensibilizar a un total de 1266 personas.



Figura 13.7: Espacios divulgativos sobre calidad del aire y ruido ambiental que fueron realizados en el mes de octubre.

Dentro de estas acciones, se destacó el segundo Encuentro Científico, en el cual se hizo un ejercicio de construcción colectiva de escalas de color para los informes de Ciudadanos Científicos, además de la activación del Aula Móvil en la Feria Movilizarte de ITM y un stand sobre calidad del aire hecho

para los empleados de la empresa Prebel. Adicionalmente, los procesos con instituciones educativas de Copacabana, Bello y Medellín.

En el enlace [espacios de divulgación de octubre](#), se puede consultar en detalle las charlas, stand y talleres realizados durante el mes, además de las evidencias y los municipios beneficiados.

WP3.3. Relacionamiento, articulación y gestión con actores estratégicos

WP3.3.1. Adelantar procesos de articulación con organizaciones de carácter público y/o privado

En el marco de nuestro compromiso por fortalecer el conocimiento y la gestión del riesgo en el territorio, y por solicitud del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, se coordinó un intercambio de experiencias con la Oficina para la Gestión del Riesgo y Cambio Climático del Departamento del Cesar (ODGRD). Este encuentro tuvo como objetivo compartir las buenas prácticas y procesos implementados por el Sistema de Alerta Temprana del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (SIATA), ya que el Departamento del Cesar tiene como uno de los retos en su Plan de Desarrollo la implementación de dos (2) sistemas de alerta temprana. Por ello, están indagando sobre propuestas integrales que ya están en funcionamiento, como es el caso de SIATA, con el propósito de fortalecer sus capacidades en la gestión del riesgo.

La agenda que se definió para este intercambio se describe a continuación:

Día 1, 16 de octubre de 2024

Jornada mañana

- Saludo AMVA-EAFIT: bienvenida, propósito del espacio y presentación de la agenda.
Responsable: Natalia Buriticá, Coordinadora Apropiación Social del Conocimiento.
- Contexto AMVA: qué es el AMVA y por qué tiene un proyecto como SIATA.
Responsable: Jenny Lucía López, Enlace AMVA.
- Presentación Universidad EAFIT, Vicerrectoría CTel y Dirección de Innovación: Universidad EAFIT como aliado del AMVA, Vicerrectoría y su ecosistema CTel, capacidades de la Dirección de Innovación.
Responsable: Ana María Yepes, Coordinadora Ejecución de Proyectos.
- Presentación General SIATA: qué es SIATA y cómo funciona.
Responsable: Daniel Felipe Ruiz, Asesor Científico de SIATA.
- Conversatorio: Situación actual del Departamento del Cesar.
¿Qué los trae acá? ¿Cuál es el panorama en gestión del riesgo en su territorio?

Jornada tarde

- Monitoreo y generación de alertas tempranas desde SIATA: cómo se realiza el monitoreo y se generan alertas?
Responsable: Lina Ceballos, Coordinadora Técnica Geociencias

Día 2, 17 de octubre de 2024

- Recorrido SATC La Clara, Caldas, puntos de monitoreo y quebrada, y conversación con Líder Comunitaria.
Responsables: Marisol Delgado, Líder de Divulgación; Carlos Valenzuela, Profesional Equipo Hidrología; Alejandra Hincapié, Profesional del Equipo Social.
- Finalización del recorrido y conclusiones del intercambio.

Por otra parte, el programa de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Universidad Pontificia Bolivariana, Seccional Montería, manifestó su interés en conocer las actividades del proyecto SIATA, considerado un referente clave en la formación académica de los cursos de Hidrología y Calidad del Aire de la institución. En respuesta, se llevó a cabo un intercambio de experiencias el jueves 24 de octubre en la Universidad EAFIT, desarrollando la siguiente agenda:

- Espacio de conversación con nuestros profesionales de calidad del aire e hidrología en una de las aulas de la Universidad EAFIT.
- Visita a una de nuestras estaciones de calidad del aire.

WP3.3.2. Fortalecer los procesos sociales con las comunidades y los públicos de interés

Caracterización de públicos

En octubre, se llevó a cabo un grupo focal con las comunidades de los SATC del Valle de Aburrá, con el objetivo de recopilar información directa de sus participantes. La actividad tuvo lugar en la Universidad EAFIT y fue liderada por Emerson Echavarría, con el apoyo de Yazmin Cardona. Este ejercicio fue fundamental para avanzar en la caracterización de públicos del proyecto, aportando datos clave para una comprensión más profunda de las perspectivas y necesidades de estas comunidades. Además, el grupo focal generó insumos valiosos para diseñar futuros indicadores sociales, los cuales facilitarán una evaluación más precisa del impacto de las iniciativas y fortalecerán las estrategias de divulgación del conocimiento implementadas por el equipo.

Procesos sociales con comunidades

Para el mes de octubre, y continuando con lo establecido en el contrato 016, se logró la realización de talleres formativos con las diferentes comunidades que cuentan con SATC. A continuación, se mencionan los avances con estos SATC y articulaciones que se derivan de algunos procesos y que pueden llevar a instaurar la metodología con otras comunidades. En el siguiente link se puede evidenciar [información correspondiente a la estrategia social](#).

SATC San Fernando, Caldas

En este mes se instaló la estación de prospección, la cual se encuentra en funcionamiento. Se está a la espera que la estación arroje los datos suficientes y así obtener los registros de los sensores. También se

espera la alineación del enlace para la instalación de la sirena. Se espera que dicho enlace permita la activación remota de la sirena en los casos que revistan necesidad. Figura 14.1.

Se continuó con la realización de encuentros quincenales con la comunidad y, en paralelo, gestiones que permitan la instalación de los sensores de monitoreo.



Figura 14.1: Recorrido Telemetría San Fernando, Vereda La Valeria.

SATC El Cairo, Bello

Durante el mes de octubre se realizaron dos (2) de los talleres de la fase de desarrollo. Uno de ellos el de Socialización SIATA, donde se comparte la estrategia SATC de la línea Social. El segundo taller fue el de Imaginarios de la quebrada junto con la UMGRD (ver Figura 14.2) con el fin de identificar fechas de eventos extremos que haya vivido la comunidad. Esta información se le entregó al equipo de Hidrología para avanzar con la modelación.



Figura 14.2: Taller de Imaginarios de la Quebrada en SATC El Cairo.

SATC La Planta, Caldas

A lo largo del mes que se documenta, se dio continuidad al proceso formativo con el SATC. El día 03 de octubre se realizó el taller de socialización SIATA, en el cual se contó con la asistencia de dieciocho (18) personas, incluyendo a la comunidad y el acompañamiento de Juan Esteban Londoño del AMVA. El día 10 se desarrolló el taller Imaginarios de la quebrada; a este espacio asistieron dieciocho (18) personas. Finalmente, el día 24 de octubre se realizó el taller de Monitoreo, en el que se realiza un acercamiento a las variables ambientales con las que SIATA fundamenta su proceso científico. Figura 14.3.

La comunidad se muestra muy interesada y comprometida con el proceso formativo; así mismo, se mantiene a la expectativa de la instalación de los sensores y la culminación del proceso formativo.



Figura 14.3: Taller Imaginarios de la quebrada, La Planta.

SATC El Salado, Envigado

En el mes de octubre se dio inicio al proceso formativo en el SATC El Salado en el municipio de Envigado, con el taller de socialización del proyecto SIATA, donde se dio a conocer qué es un Sistema de Alerta Temprana Comunitaria SATC, funciones e importancia del proyecto. Además, se definió la periodicidad para el proceso formativo. Figura 14.4.



Figura 14.4: Socialización SATC El Salado, Envigado.

Visitas en Distrito Especial de Medellín

Durante el mes de octubre se realizaron visitas interdisciplinarias en territorios del distrito de Medellín donde se viene valorando la posible instalación de nuevos SATC. Vale la pena resaltar que muchas de las solicitudes en el Distrito son peticiones directas de la comunidad al DAGRD.

Estas visitas exploratorias se han realizado con el acompañamiento de miembros de los equipos de Hidrología, Logística - Mantenimiento y Social. Las mismas se efectúan con el objeto de facilitar acercamientos a los territorios, evaluar las condiciones técnicas de los afluentes que atraviesan el sector, y establecer contactos sociales con las comunidades que residen en dichos espacios.

Las comunidades y sectores visitados hasta la fecha son los siguientes:

- Barrio Caicedo - San Antonio, en la comuna 8, visitado el día 09 de octubre. El mismo es aledaño a la quebrada San Antonio.
- Barrio Villatina - La Torre, en la comuna 8, visitado el día 28 de octubre. El mismo es aledaño a la quebrada La Gallinaza.

Estado actual de los SATC

Para este mes, se continuó con la fase de seguimiento y algunas actividades con los SATC ya consolidados, con el fin de fortalecer las capacidades instaladas en los territorios y propender por comunidades resilientes ante los retos climáticos que afronta la región.

En la Tabla 14.1 se describen las actividades realizadas durante el mes de octubre de 2024. Además, en el enlace [procesos sociales](#), se puede consultar el detalle de éstos por municipio.

Tabla 14.1: Actividades realizadas en los SATC durante el mes de octubre de 2024.

Municipio	SATC	Fecha	Actividad
Barbosa	SATC Santa Marta - Hatillo	2024-10-24	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Barbosa	SATC Buenos Aires	2024-10-03, 07	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Barbosa	SATC La Primavera	2024-10-03	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Barbosa	SATC La Isaza	2024-10-01	Seguimiento vía WhatsApp.
Girardota	SATC Jamundí	2024-10-28	Seguimiento a líder comunitaria vía WhatsApp.
Copacabana	SATC Guadalajara	2024-10-02, 03, 07, 11, 15, 16, 17, 21, 25 y 28	Seguimiento a líder comunitaria vía WhatsApp.
Copacabana	SATC Guadalajara	2024-10-16	Asistencia de líder comunitaria en grupo focal de líderes comunitarios de SATC con la Escuela de Humanidades de EAFIT.
Copacabana	SATC Guadalajara	2024-10-21	Reporte de novedad de la visual de la cámara instalada en SATC por parte de líder comunitaria.
Copacabana	SATC Las Vegas	2024-10-22	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Copacabana	SATC Barrio María	2024-10-02, 15, 17 y 23	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Copacabana	SATC La Asunción	2024-10-02, 09, 15, 17 y 29	Seguimiento vía telefónica y vía WhatsApp.
Bello	SATC Cafetal	2024-10-01, 02, 03, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 18 y 28	Seguimiento con líder comunitaria vía WhatsApp.
Bello	SATC Cafetal	2024-10-16	Asistencia de líder comunitaria en grupo focal de líderes comunitarios de SATC con la Escuela de Humanidades de EAFIT.
Bello	SATC El Cairo	2024-10-01, 02, 10, 11, 16, 17, 24, 25, 28, 29 y 31	Seguimiento con líder comunitario vía telefónica y vía WhatsApp.
Bello	SATC El Cairo	2024-10-11	Taller de Socialización SIATA en compañía de la UMGRD.
Bello	SATC El Cairo	2024-10-25	Taller de Imaginarios de la Quebrada.
Bello	SATC Potrerito	2024-10-02, 8, 18, 22 y 29	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Continúa en la siguiente página			

Tabla 14.1 – Continuación de la página anterior

Municipio	SATC	Fecha	Actividad
Bello	SATC Hato Viejo	2024-10-01, 2, 8, 11, 18, 22 y 29	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp
Bello	SATC Espíritu Santo	2024-10-01, 2, 8, 9, 18, 22, 29 y 30	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Bello	SATC José Antonio Galán	2024-10-01, 2, 3, 7, 9, 15, 16, 18, 22, 13 y 29	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Bello	SATC Plan de la Laguna	2024-10-20	Taller cartografía del territorio
Bello	SATC Plan de la Laguna	2024-10-27	taller reconozco y protejo mi territorio
Bello	SATC Plan de la Laguna	2024-10-02, 03, 06, 08, 16, 20 y 23	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Medellín	SATC Salado (Paraíso)	2024-10-02, 5, 8, 17, 21, 22, 28 y 29	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Medellín	SATC Salado (Las Playas)	2024-10-02, 8, 18, 22 y 29	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Medellín	SATC Santa Rita	2024-10-02, 8, 10, 12, 17, 18, 22, 23 y 29	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Medellín	SATC Santa Lucía	2024-10-02, 8, 10, 11, 12, 15, 16, 18, 22 y 29	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Medellín	SATC Alejandro Echavarría	2024-10-02, 7, 8, 10, 11, 15, 18, 22 y 29	Seguimiento vía telefónica
Medellín	SATC La Palma	2024-10-02, 03, 07, 11, 12, 15, 16, 17, 24, 25, 28 y 31	Seguimiento a líder comunitaria vía WhatsApp.
Medellín	SATC La Palma	2024-10-16	Asistencia de líder comunitaria en grupo focal de líderes comunitarios de SATC con la Escuela de Humanidades de EAFIT.
Medellín	SATC Aures - El Chorro	2024-10-02, 03, 10, 11, 15 y 28	Seguimiento a líder comunitaria vía WhatsApp.
Medellín	SATC Aures - El Chispero	2024-10-01, 02, 10, 11, 15, 16, 28, 29 y 30	Seguimiento a líder comunitaria vía WhatsApp.
Medellín	SATC Aures - El Chispero	2024-10-16	Asistencia de líder comunitaria en grupo focal de líderes comunitarios de SATC con la Escuela de Humanidades de EAFIT.
Medellín	SATC Las Violetas	2024-10-28	Seguimiento con líder comunitaria vía WhatsApp.
Continúa en la siguiente página			

Tabla 14.1 – Continuación de la página anterior

Municipio	SATC	Fecha	Actividad
Medellín	SATC El Hoyo	2024-10-02 y 28	Seguimiento con líder comunitaria vía WhatsApp.
Medellín	SATC Pesebre	2024-10-01, 02, 03, 07, 10, 11, 15, 17, 24, 25, 28 y 31	Seguimiento a líder comunitaria vía WhatsApp.
Medellín	SATC Las Playitas - Aguas Frías	2024-10-14	Seguimiento vía WhatsApp.
Envigado	SATC El Remanso	2024-10-08 y 15	Seguimiento vía WhatsApp.
Itagüí	SATC Santa María 1	2024-10-18	Seguimiento vía WhatsApp.
Itagüí	SATC Villa Lía	2024-10-26	Seguimiento vía WhatsApp.
Estrella	SATC El Pedrero	2024-10-02 y 15	Seguimiento vía WhatsApp y telefónica.
Estrella	SATC La Inmaculada	2024-10-12	Seguimiento vía llamada telefónica.
Estrella	SATC La Raya	2024-10-03	Seguimiento vía WhatsApp.
Sabaneta	SATC Playas Placer	2024-10-05	Seguimiento vía WhatsApp.
Sabaneta	SATC Plebiscito	2024-10-27	Seguimiento vía WhatsApp.
Caldas	SATC La Clara	2024-10-	Seguimiento vía WhatsApp.
Caldas	SATC Andalucía	2024-10-22	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Caldas	SATC Mandalay	2024-10-02, 8, 12, 15, 18, 22, 25, 26 y 29	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Caldas	SATC Cristo Rey	2024-10-02, 15 y 17	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Caldas	SATC San Fernando	2024-10-01	Recorrido con equipo Telemetría y comunidad para identificar nuevos puntos a instrumentar con prueba prospectiva telemétrica
Caldas	SATC San Fernando	2024-10-03	Taller de gestión de emociones en la GRD
Caldas	SATC San Fernando	2024-10-02, 03, 04, 08, 12, 14, 17, 21, 23, 25 y 31	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Caldas	SATC La Planta	2024-10-03	Taller socialización SIATA.
Caldas	SATC La Planta	2024-10-10	Taller imaginarios de la quebrada.
Caldas	SATC La Planta	2024-10-24	Taller monitoreo.

A continuación se amplía información con algunos SATC que presentaron novedades durante el mes de octubre:

SATC José Antonio Galán, Bello

El 2 de octubre se llevó a cabo la instalación de la sirena complementaria del SATC del sector. Aunque ya lleva tiempo en funcionamiento, el SATC se fortaleció en respuesta a solicitud de la comunidad y de la Oficina de Gestión del Riesgo del municipio de Bello, quienes identificaron la necesidad de abarcar a toda la comunidad y proteger el sector más expuesto a inundaciones y avenidas torrenciales. Posteriormente, el 9 de octubre, se realizó puerta-a-puerta para informar sobre el funcionamiento de la nueva sirena y a su vez, se hizo prueba de sonido para verificar su efectividad. Finalmente, el 23 de octubre, se realizó socialización del proyecto y los SATCs con los habitantes, presentando su funcionamiento y reforzando la apropiación del sistema de alerta para la seguridad de todos los ciudadanos. Figura 14.5.



Figura 14.5: Actividades SATC José Antonio Galán.

SATC Hato Viejo, Bello

El 1 de octubre se llevó a cabo la instalación de una cámara en la quebrada La Avelina, con el objetivo de complementar el monitoreo de los niveles y fortalecer la capacidad de respuesta ante posibles eventos de riesgo. Esta acción se realizó con el aval de la comunidad, a quienes se informó sobre la importancia de esta medida y se destacó el papel del cuidado de los sensores y dispositivos para garantizar su óptimo funcionamiento. Además, se aprovechó la oportunidad para sensibilizar a las personas presentes en el sector sobre la relevancia de proteger y mantener en buen estado los equipos, ya que son herramientas clave para la seguridad de todos. Figura 14.6.



Figura 14.6: Instalación cámara SATC Hato Viejo.

Acciones que fortalecen los procesos sociales con las comunidades y los públicos de interés

Piloto SATC por incendios de cobertura vegetal. En el mes de octubre se dio continuidad al piloto de incendios de interfaz en la comunidad Plan de La Laguna, en el municipio de Bello; el día 20 se realizó el taller de cartografía del territorio, donde se contó con el acompañamiento de la UMGRD, guardabosques y GRIBYR. El domingo 27 se realizó el taller reconozco y protejo mi territorio; a este encuentro asistió la UMGRD y el Cuerpo de Bomberos de Bello.

Hasta el momento se ha evidenciado un avance importante en el desarrollo de esta metodología donde el Cuerpo de Bomberos de Bello, UMGRD y la comunidad ha manifestado agrado e impacto en toda esta propuesta. Figura 14.7.



Figura 14.7: Actividades SATC Plan de La Laguna.

Identificar y diseñar metodologías para los SATC que permitan vincular a la población con discapacidad

Durante el mes de octubre, el equipo de Telemetría compartió los avances del dispositivo propuesto meses anteriores para la comunidad sorda. Este dispositivo funciona con un tipo de vibración e iluminación en el momento que sea necesario activar la sirena. Se espera que en los próximos meses el dispositivo pueda ser puesto a prueba con una persona sorda perteneciente a uno de los SATC, para posteriormente analizar su eficacia.

WP3.3.3. Participar de diferentes espacios técnicos y de gobernanza

Para el mes de octubre, no se registraron actividades relacionadas con la participación en espacios técnicos y de gobernanza, por lo que no hay reportes correspondientes en el informe para este período.

WP3.3.4. Gestionar las estrategias y redes con grupos de interés para la identificación de potencialidades y la implementación de acciones

Conexiones Territoriales

En el marco de la línea Social, se continuó desarrollando la estrategia de Conexiones Territoriales a fin de vincular a la ciudadanía en general con las temáticas del proyecto SIATA, promoviendo la apropiación social del conocimiento. Vale la pena destacar que esta estrategia se realiza con una periodicidad diferente a las realizadas con las comunidades, UMGRD y organismos de socorro. Aquí se puede consultar la [información correspondiente a Conexiones Territoriales](#).

Durante el mes de octubre se adelantaron seis (6) encuentros. Algunas capacitaciones se realizaron en los municipios de Caldas y el Distrito de Medellín. En la Tabla 14.2 se describen los procesos llevados a cabo para este mes:

Tabla 14.2: Actividades de Conexiones Territoriales - octubre de 2024.

Fecha	Municipio	Conexión territorial	Actividad	Entidad y/o equipo que acompaña
02/10/2024	Medellín	Comité ambiental - Comuna 6	Se acompañó a DAGRD en taller Línea de tiempo	Equipo Social y DAGRD.
09/10/2024	Medellín	Comunidad Barrio Olaya Herrera	Se realiza taller de Monitoreo y apropiación digital	Equipo Social.
15/10/2024	Caldas	Comunidad vereda La Valeria	Se realiza taller Socialización SIATA	Equipo Social.
16/10/2024	Medellín	Comité ambiental - Comuna 6	Se realizó taller Concepto de cuenca y tipos de ríos	Equipo Social y DAGRD.
23/10/2024	Medellín	Comunidad Barrio Olaya Herrera	Se realiza taller Concepto de cuenca y tipos de ríos	Equipo Social.
30/10/2024	Medellín	Comité ambiental - Comuna 6	Se realizó taller Calidad del aire	Equipo Social y DAGRD.

Para el mes de octubre se continúa trabajando con Conexiones Territoriales que han tenido acompañamiento por parte del equipo Social de SIATA en meses anteriores. Esto se debe a la gran disposición e interés que la comunidad ha expresado por las temáticas hasta ahora compartidas.

Esta iniciativa formativa surge precisamente del interés comunitario para acercarse a recursos y capacidades que fortalezcan sus respuestas ante posibles eventualidades.

WP3.3.5. Fortalecer los procesos con los gestores de riesgo, organismos de socorro, UMGRD y público de interés

Unidades Municipales de Gestión del Riesgo de Desastres UMGRD

Durante el mes de octubre, se llevaron a cabo siete (7) visitas a las Unidades Municipales de Gestión del Riesgo de Desastres (UMGRD) en los municipios de Copacabana, Sabaneta, Bello, Caldas y Barbosa. El propósito de estas visitas fue dialogar sobre temas claves como el estado actual de los Sistemas de Alerta Temprana Comunitarios (SATC), la solicitud de nuevos SATC, la instrumentación disponible en los municipios y otras necesidades relacionadas con el proyecto.

Además, se realizaron seis (6) capacitaciones dirigidas a los funcionarios de las UMGRD. Estas capacitaciones tuvieron como objetivo fortalecer las capacidades técnicas y operativas de los equipos. Los talleres

fueron: hidrología urbana, manchas de inundación, salud mental en la GRD, taller informe de lluvias, y apropiación digital.

Organismos de Socorro

Se realizaron acciones que dan cuenta de la articulación constante que tiene el proyecto SIATA con los organismos de socorro del Valle de Aburrá durante el mes de octubre, con un total de cincuenta y tres (53) bomberos participantes en los encuentros y actividades con el SIATA. En el siguiente enlace se presenta la evidencia [asociada a la estrategia social](#).

En la Tabla 14.3 se describen los procesos llevados a cabo, y en Figura 14.8 evidenciamos algunos de los encuentros realizados con organismos de socorro durante el mes de octubre.

Tabla 14.3: Actividades Organismos de Socorro - octubre de 2024.

Fecha	Municipio	Actividad	Público	Equipo que acompaña
04/10/2024	La Estrella	Taller de uso de la tecnología drones para el apoyo a la atención de emergencias en el Valle de Aburrá	Cuerpo Voluntario de Bomberos	Equipo Social y Teledetección con drones
08/10/2024	Medellín - Libertadores	Taller de Socialización SIATA	Cuerpo Oficial de Bomberos	Equipo Social y DAGRD
11/10/2024	Bello - San Félix	Visita de seguimiento	Cuerpo Oficial de Bomberos	Equipo Social
15/10/2024	Medellín - Libertadores	Taller de Socialización SIATA	Cuerpo Oficial de Bomberos	Equipo Social y DAGRD.
21/10/2024	Medellín - Buenos Aires	Taller de Incendios Forestales con compañía B	Cuerpo Oficial de Bomberos	Equipo Social, equipo de Hidrología y DAGRD.
22/10/2024	Medellín - Buenos Aires	Taller de Incendios Forestales con compañía C	Cuerpo Oficial de Bomberos	Equipo Social, equipo de Hidrología y DAGRD.
23/10/2024	Medellín - Buenos Aires	Taller de Incendios Forestales con compañía A	Cuerpo Oficial de Bomberos	Equipo Social, equipo de Hidrología y DAGRD.
28/10/2024	Barbosa	Visita de seguimiento	Cuerpo Voluntario de Bomberos	Equipo Social.
28/10/2024	Copacabana	Visita de seguimiento	Cuerpo Voluntario de Bomberos	Equipo Social.



Figura 14.8: Acompañamiento a Organismos de Socorro durante el mes de octubre 2024.

El seguimiento de las condiciones hidrometeorológicas en el Valle de Aburrá condujo a la realización de trece (13) comunicaciones telefónicas con organismos de gestión del riesgo y atención de desastres de los municipios del territorio. En la Tabla 14.4 se presenta un resumen de estos llamados por tipo de alerta:

Tabla 14.4: Resumen de llamados a organismos de gestión del riesgo del Valle de Aburrá.

Tipo de llamado	Número
Llamados por aumentos de nivel del río y las quebradas	4
Llamados por drenaje urbano (deprimidos viales)	2
Llamados por incendios	1
Llamadas atendidas en apoyo a la atención de emergencias	3

En cuanto a las comunidades de los SATC, se realizaron veintiún (21) interacciones con líderes y dos (2) activaciones de alarmas (Tabla 14.5). Además, en la Tabla 14.6 se referencian la fecha de activación, las comunidades, municipio, el afluente asociado y la cantidad de veces que fue necesario activar las alarmas durante octubre.



Tabla 14.5: Resumen de llamados a comunidades de los SATC y activaciones de alarma.

Tipo de llamado	Número
Llamados a líderes comunitarios de los SATC	21
Activaciones de alarmas comunitarias de los SATC	2

Tabla 14.6: Resumen de activaciones de alarmas comunitarias.

Fecha	SATC	Municipio	Afluente	Activaciones
2024-10-16	El Plebiscito	Sabaneta	Q. La Sabanetica	1
2024-10-16	La Iguaná	Medellín	Q. La Iguaná	1

En el siguiente link [Bitácora de interacciones](#) se encuentra información más detallada sobre estos llamados.

WP3.3.6. Apoyar al AMVA en los espacios de gobernanza donde se promuevan conversaciones ciudadanas

Durante el mes de octubre se avanzó significativamente en el proceso desarrollado en conjunto con la Escuela de Humanidades de la Universidad EAFIT. Este trabajo, enfocado en la indagación, investigación y análisis de las necesidades del proyecto y de la entidad en temas de gobernanza, alcanzó la etapa final de la conceptualización de la caja de herramientas que constituye el producto principal de este esfuerzo.

La caja de herramientas tiene como objetivo ofrecer un recurso práctico para el diseño y la ejecución de conversaciones efectivas de diversos tipos, fortaleciendo así los espacios de gobernanza participativa. Para el mes de noviembre está prevista la entrega oficial del prototipo, lo que permitirá su presentación al AMVA y la posterior etapa de producción del material. Este avance representa un hito importante para consolidar herramientas innovadoras que promuevan una interacción más efectiva y significativa en los procesos de gobernanza.

En los enlaces [Maqueta cartas](#) y [Maqueta complementos](#), se encuentra información más detallada sobre este proceso de conceptualización.



WP3.4. Gestión del conocimiento técnico y científico

WP3.4.1. Generar los boletines técnicos e informes especializados de cada uno de los componentes del proyecto

En el mes de octubre, el equipo SIATA presentó un (1) informe del comportamiento de la calidad del aire, en términos de los contaminantes criterio, el cual se envía desde el AMVA para dar respuesta a un requerimiento de la Procuraduría, alcanzando un acumulado de ocho (8) en la vigencia. En el mes no se presentó ningún informe anual consolidado del comportamiento anual de todos los parámetros de calidad del aire, razón por la cual el acumulado en la vigencia permanece en uno (1). En el mes que se documenta, no se entregó informe de proyección de períodos de gestión de episodios, razón por la cual el indicador correspondiente se mantiene en 3.25 de ejecución. En la cuarta semana del mes que se documenta, se publicó el informe de avance mensual, para un acumulado de ocho (8) en la vigencia. Finalmente, debido a la fecha en la cual se encuentra el proyecto, no se ha publicado el informe consolidado anual de la vigencia.

WP3.4.2. Documentar, administrar y socializar procedimientos, protocolos y manuales de los diferentes procesos

Reportes operativos diarios

Los reportes operativos diarios contienen el resumen de las alertas que se hayan presentado durante las últimas 24 horas: reporte de eventos de precipitación, reportes de aumento a nivel de riesgo asociado a inundación del río, las quebradas o inundaciones en deprimidos viales, máximo registro de ráfagas de viento y temperatura, reportes sobre movimientos en masa monitoreados, calidad del aire, reporte de incendios, eventos sísmicos, apoyo a organismos externos e interacciones con organismos de gestión de riesgos, comunidades y activación de alarmas en SATC en la jurisdicción del valle de Aburrá. Para el mes de octubre no se realizaron reportes de este tipo.

Reportes de prensa ante ocurrencia de eventos extremos de precipitación

En estos se hace un resumen de las características más relevantes de los eventos, con información de acumulados máximos de precipitación de radar, acumulados máximos de precipitación en la red pluviométrica, descargas eléctricas, aumentos de nivel a riesgo naranja y rojo, llamados a organismos de gestión del riesgo y comunidades de los Sistemas de Alerta Temprana Comunitarios (SATCs), activaciones de sirenas, e inundaciones de deprimidos viales monitoreados por el proyecto SIATA. Estos pueden ser consultados en https://siata.gov.co/informes_prensa/.

En cuanto a los informes de prensa ante la ocurrencia de eventos extremos, en el mes de octubre no se presentaron.

Reporte diario pronóstico meteorológico

Este reporte cubre la generación de pronósticos meteorológicos a través de la revisión e interpretación de datos de observaciones, modelos numéricos, imágenes de satélite, radar y otras herramientas meteorológicas, para la obtención de información para la planificación y toma de decisiones. El documento resume dichas observaciones y se envía diariamente a la dirección del Área Metropolitana.

Durante este mes se enviaron 25 de estos documentos. El último fue enviado el 25 de octubre de 2024.

Estos informes se pueden consultar en https://siata.gov.co/reportes_operacional/reporte_diario_prono/.

Esta actividad se reformuló para entregar la información de manera más adecuada a la Dirección del AMVA y los alcaldes de los nueve municipios y el Distrito, por lo cual se empezaron a generar reportes diarios de pronóstico meteorológico por franja horaria (mañana, tarde y noche), los cuales se almacenan y actualizan para su visualización en https://siata.gov.co/reportes_operacional/pronostico_diario_municipios/.

WP3.4.3. Responder a las solicitudes del AMVA, entidades públicas y privadas, ciudadanía y medios de comunicación

En el mes de octubre, desde el equipo de Calidad de Datos se dio respuesta a **22** solicitudes especiales de información, es decir, solicitudes de entidades relacionadas con la gestión del riesgo y la gestión ambiental. En el siguiente enlace podrá obtener mayor información al respecto: [Calidad Datos](#).

En cuanto al equipo de Teledetección, durante el mes de octubre, se respondieron diez (10) solicitudes: seis (6) enviadas sólo al AMVA, dos (2) para el AMVA y el DAGRD, una (1) para el AMVA y el CMGR de Bello, y una (1) para el AMVA y el CMGR de La Estrella. Además, se dio respuesta a doce (12) solicitudes a diferentes equipos del proyecto SIATA, tres (3) para Calidad de Datos, dos (2) para Divulgación, dos (2) para Hidrología, dos (2) para Coordinación, uno (1) para Telemetría, uno (1) para SGC y uno (2) para investigadores SIATA. Finalmente, se respondió en una (1) ocasión a la Universidad EAFIT. Dentro de estas respuestas se destacan el envío de información relacionada con Box Coulvert (4), el monitoreo hidrológico (4) y los reportes de deslizamientos (3). En el enlace [respuestas equipo de Teledetección](#), se puede observar todas las respuestas emitidas en el transcurso del contrato actual, su descripción, el solicitante, y productos enviados, entre otra información.

WP3.4.4. Realizar procesos de investigación en temas relacionados y de interés del proyecto y de la Entidad

Apropiación Social del Conocimiento

Para un proyecto enfocado en ciencia, tecnología e innovación, la investigación se posiciona como un elemento clave. Desde esta perspectiva, ha adquirido una relevancia importante dentro del componente de apropiación social del conocimiento, debido a las potencialidades y contribuciones que puede aportar

al desarrollo de las actividades contractuales. Por esta razón, se están llevando a cabo diversas iniciativas estratégicas que buscan maximizar el impacto y las oportunidades derivadas de la investigación en el marco del proyecto. Durante el mes de octubre se estuvo realizando ajustes al artículo titulado *Semilleros de Ciudadanos Científicos, una estrategia educativa para la apropiación social del conocimiento científico y la gestión de riesgos de desastres en el Valle de Aburrá* para su envío a otra revista. Esta **propuesta de publicación** tiene como objetivo presentar la estrategia de Semilleros de Ciudadanos Científicos, los logros que se han alcanzado y los retos identificados para fortalecer esta apuesta.

Se avanzó en el proceso de caracterización de públicos de interés del proyecto; se logró concluir la construcción de instrumentos para el levantamiento de información y se inició con la recopilación de datos. Este ha sido un ejercicio que ha permitido conocer la percepción que tienen los habitantes metropolitanos del proyecto e identificar más de cerca el papel que ha cumplido en el desarrollo de habilidades y conocimientos en la población. **Ingrese aquí** para acceder al trabajo que se ha adelantado.

Como parte de las actividades de investigación, desde el componente de apropiación social del conocimiento se estuvo trabajando en la formulación de una propuesta para participar con el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, a través del SIATA, en un proyecto de cooperación internacional llamado *GUARDIAN*. En esta participación se tiene como objetivo liderar el desarrollo de un *laboratorio vivo* que favorezca la comunicación con públicos de interés -comunidades vulnerables, instituciones educativas, organismos de socorro y tomadores de decisiones- en tres áreas de influencia en tres países: Colombia (en el territorio metropolitano del Valle de Aburrá), Croacia y Eslovenia en zona limítrofe. Algunas de las actividades de dicho proyecto consisten en el monitoreo y la investigación de movimientos en masa, así como en la creación de un sistema de alerta temprana frente a esta amenaza. Durante el mes de octubre se escribió la propuesta en un paquete de trabajo -paquete de trabajo 5- que consta de tres tareas y se estuvo interactuando con profesionales de la Universidad de Berlín, con quienes se adelantó varias reuniones para concretar asuntos asociados a esta propuesta. También, se enviaron varios documentos adicionales que fueron solicitados por parte de la institución de educación superior. **Ingrese aquí** para acceder al trabajo que se ha adelantado y tener más contexto del proyecto de cooperación.

Las actividades de investigación realizadas durante el mes han sido clave para el continuo crecimiento del componente en este ámbito. El objetivo es avanzar de manera sostenida hacia la consolidación de líneas de investigación bien definidas, que contribuyan significativamente a los procesos educativos, sociales y de divulgación del proyecto y sus públicos objetivo. Las exploraciones llevadas a cabo en eventos, congresos y ejercicios de investigación refuerzan la necesidad de fortalecer los procesos investigativos en el campo de la apropiación social del conocimiento. Esto abre nuevas oportunidades para indagar y analizar, desde los enfoques de las ciencias sociales, aspectos importantes como la percepción del riesgo, la comprensión y aplicación del conocimiento, y los procesos de toma de decisiones.

WP3.4.5. Brindar soporte tecnológico para la gestión documental y de información generada por los diferentes componentes del proyecto

Como se mencionó en el informe del mes inmediatamente anterior, se contempla el almacenamiento de los documentos y la información generada por los diferentes componentes del proyecto en el repositorio propuesto y discutido en la sub-actividad [WP2.3.9.] Establecer un ecosistema tecnológico para la gestión de datos. Se sugiere al lector remitirse a tal numeral para conocer los avances a la fecha de la sub-actividad aquí relacionada.

WP4.1. Gestionar las labores de instalación, mantenimiento, verificación y calibración (según aplique) de las redes de instrumentación

WP4.1.1. Planificar la instalación de nuevas estaciones e instrumentos en las diversas redes del proyecto

Instalaciones realizadas en el mes de octubre de 2024. A continuación, se listan las instalaciones realizadas durante el mes que se documenta:

- Fecha instalación: 1 de octubre. Estaciones: Piranómetro Pruebas Torre SIATA y Piranómetro UV Pruebas Torre SIATA, ubicados en el Distrito de Medellín.
- Fecha instalación: 1 de octubre. Estación: Cámara Nivel La Avelina, ubicada en el municipio de Bello.
- Fecha instalación: 2 de octubre. Estación: Quebrada La Madera - José Antonio Galán 2, ubicada en el municipio de Bello.
- Fecha instalación: 17 de octubre. Estación: Molino Parque de las Aguas, ubicada en el Distrito de Medellín.
- Fecha instalación: 21 de octubre. Estación: Cámara Nivel Cristo Rey, ubicada en el municipio de Caldas.
- Fecha instalación: 23 de octubre. Estación: Paso a Desnivel San Juan Alpujarra - Encharcamiento Vial, ubicada en el Distrito de Medellín.
- Fecha instalación: 30 de octubre. Estación: Molino Megacolegio París, ubicada en el municipio de Bello.

WP4.1.2. Gestionar y verificar la ejecución de compras necesarias en el proyecto

En el mes de octubre de 2024, se realizaron dieciocho (18) solicitudes de compra relacionadas con repuestos y consumibles para la correcta operación de los diferentes equipos que hacen parte de las redes de Calidad del Aire y Geociencias del territorio, así como de las redes de Ruido Ambiental y Ciudadanos Científicos. Adicionalmente, se recibieron a satisfacción los entregables de veintiocho (28) solicitudes de compras realizadas en meses anteriores. En el enlace [compras octubre](#) se relacionan las solicitudes de compra realizadas durante este mes.

En el link [entregas octubre](#) se reportan los elementos recibidos a satisfacción, los cuales permitirán el correcto funcionamiento de los equipos que conforman las diferentes redes del proyecto.

WP4.1.3. Gestionar la logística de transporte para la ejecución de las actividades del proyecto

Resumen de la gestión de logística de transporte, octubre de 2024. Para consultar el informe detallado sobre la gestión de logística de transporte, se comparte el archivo en Excel disponible en el siguiente enlace: [Logística de Transporte - Informe Excel](#).

En este informe, se presenta un análisis detallado de los desplazamientos realizados por los funcionarios, basado en la información contenida en el archivo. Los datos incluyen fechas, rutas o desplazamientos realizados, horas de inicio y finalización de los recorridos, así como el kilometraje total para cada viaje.

El archivo Excel proporciona información precisa sobre:

- **Fecha:** el día, mes y año en que se realizó cada desplazamiento.
- **Ruta/desplazamiento:** la ruta recorrida por cada funcionario.
- **Horarios:** hora de inicio y finalización del desplazamiento.
- **Kilometraje:** kilómetros iniciales y finales, permitiendo calcular el total de kilómetros recorridos por cada funcionario.

WP4.1.4. Gestionar protocolos de verificación y calibración inicial de los equipos adquiridos

En el mes de octubre no se llevaron a cabo actividades que reportar.

WP4.1.5. Planificar el mantenimiento de estaciones e instrumentos de las diversas redes del proyecto

La programación mensual de las visitas se organiza por semanas y está dividida por zonas y subzonas. Cada cuadrilla está asignada a una zona diferente durante cada semana del mes. En total, se cuenta con siete (7) cuadrillas, cada una compuesta por dos (2) personas y un (1) vehículo para realizar los recorridos.

A continuación, se muestra un ejemplo de la programación de una cuadrilla:

Encargados: Hugo Gómez - Yovany Palacio.

- **Semana 1 del mes:** Zona 1 - 7
- **Semana 2 del mes:** Zona 2 - 5
- **Semana 3 del mes:** Zona 3 - 8
- **Semana 4 del mes:** Zona 4 - 6

Cada mes, el trabajo de las cuadrillas se ajusta de acuerdo a las subzonas asignadas en la programación semanal, asegurando que todas las áreas sean cubiertas satisfactoriamente.

Estas zonas y encargados se pueden ver en el siguiente link: [Detalle de estaciones e instrumentos por zonas](#).

WP4.1.6. Garantizar el adecuado funcionamiento de infraestructura de las estaciones de monitoreo

El detalle de las actividades de infraestructura realizadas durante el mes de octubre de 2024, en el marco del contrato CCT016, está disponible en el siguiente enlace: [Informe de actividades de infraestructura - octubre 2024](#).

Este informe incluye una descripción detallada de las intervenciones realizadas, abarcando tanto los mantenimientos como las adecuaciones necesarias para garantizar el óptimo funcionamiento de las estaciones de monitoreo.

Red de monitoreo de Calidad del Aire

Durante el mes de octubre de 2024 se ejecutaron de manera satisfactoria las actividades que se exponen en la Figura 16.1 con el detalle por estación y analizador. El registro de los mantenimientos y calibraciones se actualiza en las bases de datos del proyecto.

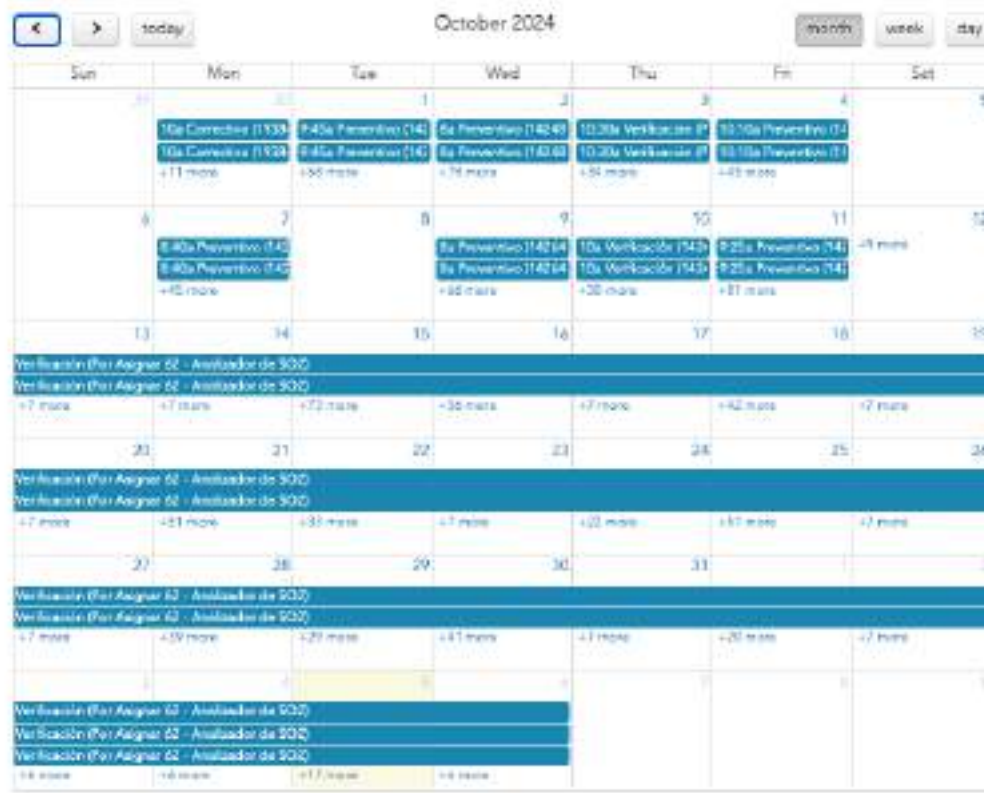


Figura 16.1: Ejemplo de actividades realizadas en las estaciones de la red de Calidad del Aire donde se ejecutaron mantenimientos durante el mes de octubre.

Programa de limpieza

En el mes de octubre de 2024, se ejecutó un total de 45 actividades de mantenimientos locativos en la red de monitoreo de Calidad del Aire, los cuales consistieron en:

- Aseo general (lavado de pisos y estructuras con hidro-lavadora, recolección y disposición de basuras).
- Mantenimiento de aires acondicionados de los shelter.
- Labores de jardinería.

En la Figura 16.2 se muestra la evidencia de las actividades realizadas en la estación ubicada el Distrito de Medellín MED-UDEM.



Figura 16.2: Evidencia de la ejecución del programa de limpieza en la estación MED-UDEM durante el mes de octubre de 2024.

WP4.1.7. (Calidad del aire) Garantizar el cumplimiento del plan de aseguramiento metrológico

Durante el mes de octubre, se realizó el trámite administrativo para la calibración de cuatro (4) sonómetros, una (1) estación meteorológica, cuatro (4) sensores de temperatura y humedad, y dos (2) Delta Cal, los cuales corresponden a equipos patrones para la verificación de los analizadores de material particulado. En el link [Plan Metrológico \(PAME\)](#) se presenta la información de los equipos que fueron enviados a calibración con proveedores externos.

WP4.1.8. Revisar y formalizar las acometidas de la red del proyecto

Como se documentó en el informe del mes inmediatamente anterior, durante el mes de septiembre de 2024 se recibieron las últimas acometidas correspondientes al **RFP1**, completando así la infraestructura necesaria para las estaciones asociadas a esta fase.

En el mes de octubre de 2024, se recibieron las siguientes acometidas correspondientes al **RFP2**:

- Punto de conexión sensor Nivel Quebrada La Miel.
- Punto de conexión Unidad Deportiva Caldas.
- Punto de conexión Quebrada La Salina, Caldas.
- Punto de conexión pluviómetro Pueblo Viejo.
- Punto de conexión pluviómetro deslizamiento La Raya, La Estrella.

- Punto de conexión Antena Bermejala, Megacolegio.
- Punto de conexión Nivel Quebrada La Despensa (parte media).
- Punto de conexión pluviómetros Montañita.
- Punto de conexión acelerómetros Olaya Herrera.
- Punto de conexión Antena Rodeo Alto.
- Punto de conexión Nivel Progreso Quebrada El Tablazo.
- Poste de inundación Punto Cero.
- Poste sensor de Nivel Cerro El Volador.

[WP4.1.9.] Velar por la gestión del inventario eficaz que garantice el suministro oportuno de insumos, consumibles, materiales, herramientas y repuestos

Durante el mes de octubre, se continuó con la gestión estratégica del inventario, enfocándose en asegurar la disponibilidad y el suministro oportuno de insumos, consumibles, materiales, herramientas y repuestos necesarios para las operaciones del proyecto. Este enfoque ha permitido no sólo mantener la continuidad de las actividades, sino también optimizar los procesos internos relacionados con la logística y el mantenimiento.

Para un análisis más exhaustivo de esta gestión, se ha incluido un anexo que detalla todos los aspectos relacionados con la bodega, el cual puede ser consultado a través del siguiente enlace: [detalle de inventario octubre 2024](#). Este documento proporciona un desglose completo de los movimientos de inventario, permitiendo una revisión detallada de las gestiones realizadas y sirviendo como base para la planificación futura.

El enfoque en la gestión eficiente de los recursos ha sido clave para mantener la operatividad del proyecto y garantizar que todos los equipos y estaciones de monitoreo cuenten con los suministros necesarios para su correcto funcionamiento.

WP4.2. Gestionar los procesos para garantizar continuidad a futuro en las actividades del proyecto, e.g., requerimientos de entes de control y renovación tecnológica para el monitoreo de variables prioritarias

WP4.2.1. Gestionar los requerimientos exigidos por los entes de control relacionados con el uso de VANTs

El día 18 de octubre se envió información para la renovación de las pólizas de los UAS, permitiendo dar continuidad de la operación y cumplimiento del RAC 100. Los días 21 y 30 se envió información de aclaración para el mismo proceso de renovación. La ampliación de la información relacionada con el RAC 100 se encuentra registrada en el enlace: [Cumplimiento RAC 100](#).

WP4.2.2. Formular el plan de adquisiciones y reposición para la renovación tecnológica de variables prioritarias

Durante el mes de octubre de 2024, se lograron avances significativos en la gestión y organización de los bienes del proyecto SIATA. Como parte de este esfuerzo, se completó y entregó el quinto informe de legalización correspondiente a la vigencia 016-2024, cumpliendo con los tiempos establecidos y reforzando la transparencia en el manejo de los recursos asignados.

Adicionalmente, se continuó con la actualización integral del archivo maestro de bienes del proyecto, incorporando información nueva y garantizando que todos los registros estén en línea con las políticas internas de gestión de activos. Este proceso resulta fundamental para planificar a futuro, ya que permite identificar anticipadamente los equipos que necesitan ser renovados o recibir mantenimiento, contribuyendo así a la sostenibilidad y eficiencia operativa de las actividades del proyecto.

WP4.3. Propender por una gestión eficaz de inventario general y activos fijos, y una evaluación técnica de vida útil y depreciación

Durante el mes de octubre de 2024, se continuó fortaleciendo los procesos asociados a la adquisición y manejo de bienes en el proyecto SIATA. Este esfuerzo incluye la planificación de compras por parte de los líderes de equipo, quienes, a través de sus planes de compra, solicitan los insumos y materiales necesarios, con la debida justificación y posterior aprobación de los coordinadores.

El proceso integra desde la adquisición y recepción de los bienes hasta su distribución final, ya sea como activo fijo o consumible. Estas mejoras han contribuido significativamente a optimizar la gestión del inventario y los activos del proyecto, garantizando un manejo más eficiente y alineado con las necesidades operativas.

Se priorizó la gestión eficiente para asegurar el suministro, a tiempo, de materiales, herramientas, repuestos e insumos esenciales para las actividades del proyecto. Para más información sobre la gestión de inventarios y temas relacionados con bodega, se encuentra disponible un anexo en el siguiente enlace: [Detalle de inventarios - octubre 2024](#).

Este trabajo es clave para garantizar la continuidad operativa y mejorar la eficiencia en los procesos del proyecto.

WP4.4. Gestionar el Sistema de Gestión Integral (Calidad, Talento Humano, Administrativo y Financiero)

WP4.4.1. Asegurar la actualización y mantenimiento permanente del Sistema de Gestión de Calidad (SGC)

Control de documentos y registros. Se realizó una revisión detallada de la carpeta del Sistema de Gestión de Calidad (SGC) versus el documento *F-GAA-SIATA-11 Listado de documentos y registros*, que incluyó la versión, fecha de vigencia y lugar de almacenamiento de los registros. En el registro *F-GAA-SIATA-15 Solicitud de cambios* se relacionaron los documentos solicitados para creación y modificación. En la Tabla 19.1 se muestran los documentos que ingresaron a ambos listados en el mes de octubre. Es importante destacar que cada documento requiere que los diferentes colaboradores del equipo de Sistema de Gestión de Calidad revisen y propongan la metodología de documentación, en conjunto con los colaboradores de cada equipo correspondiente que hará uso del documento en proceso de construcción o actualización. Además, en este mes se realizó la aprobación de los documentos por parte de los Coordinadores Técnicos de los diferentes componentes: Logística y Mantenimiento; Apropiación Social del Conocimiento; Geociencias; Tecnologías de la Información; y Calidad del Aire. El formato *F-GAA-SIATA-11 Listado de documentos y registros* se realiza acorde al procedimiento *P-GAA-SIATA-17 Control de documentos y registros*. Además, se da cumplimiento al uso de formatos y logos de acuerdo a las directrices del Área Metropolitana del Valle de Aburrá - AMVA.

Tabla 19.1: Control y ajustes de documentos realizados en el mes de octubre.

Proceso	Código	Documento código	Tipo de solicitud
Mantenimiento	F-GAA-SIATA-07	Estaciones con visita mantenimiento mensual	Eliminación
Mantenimiento	F-GAA-SIATA-126	HV estaciones SIATA	Eliminación
Mantenimiento	F-GAA-SIATA-117	Cronograma mantenimiento	Modificación
Logística	P-GAA-SIATA-01	Almacenamiento e inventario	Modificación
Logística	F-GAA-SIATA-12	Reintegro bienes	Modificación
Continúa en la siguiente página			

Tabla 19.1 – continuación de la página anterior

Proceso	Código	Documento código	Tipo de solicitud
Logística	F-GAA-SIATA-30	Control de inventarios	Modificación
Logística	F-GAA-SIATA-56	Verificación líneas SIATA	Creación
Logística	F-GAA-SIATA-58	Control inventario legalizables	Modificación
Coordinación general	F-GAA-SIATA-152	Línea de respuesta Gobernanza SIATA	Creación
Ingeniería Sísmica	M-GAA-SIATA-15	Manual procesamiento edificio Torre SIATA	Eliminación
Ingeniería Sísmica	M-GAA-SIATA-16	Manual procesamiento edificio AMVA	Eliminación
Ingeniería Sísmica	M-GAA-SIATA-29	Realización y análisis de registros de vibración ambiental en edificios	Creación
Ingeniería Sísmica	M-GAA-SIATA-30	Instrumentación sísmica permanente Torre SIATA	Creación
Ingeniería Sísmica	M-GAA-SIATA-31	Instrumentación sísmica permanente Edificio AMVA	Creación
Ingeniería Sísmica	M-GAA-SIATA-32	Instrumentación sísmica permanente Alcaldía La Estrella	Creación
Ingeniería Sísmica	M-GAA-SIATA-33	Instrumentación sísmica permanente CAM Itagüí	Creación
Ingeniería Sísmica	M-GAA-SIATA-34	Instrumentación sísmica permanente edificio Gobernación de Antioquia	Creación
Ingeniería Sísmica	M-GAA-SIATA-35	Instrumentación sísmica permanente Alcaldía de Medellín	Creación
Ingeniería Sísmica	M-GAA-SIATA-36	Instrumentación sísmica permanente Edificio Plaza de la Libertad	Creación
Ingeniería Sísmica	M-GAA-SIATA-37	Procesamiento de eventos sísmicos Red de monitoreo estructural	Creación
Ingeniería Sísmica	M-GAA-SIATA-38	ShakeMaps	Creación
Ingeniería Sísmica	M-GAA-SIATA-39	Reporte red acelerográfica	Creación
Ingeniería Sísmica	M-GAA-SIATA-40	Levantamiento de procesos operativos servidor Nazca	Creación
Ingeniería Sísmica	P-GAA-SIATA-03	Monitoreo sismológico geotécnico	Eliminación
Ingeniería Sísmica	P-GAA-SIATA-19	Verificación acelerómetros tipo MEMS	Modificación

Gestión realizada con diferentes equipos para el mejoramiento continuo de procesos. Durante el mes de octubre, se llevaron a cabo reuniones del equipo de Sistema de Gestión de Calidad - SGC con los diferentes procesos del proyecto SIATA, donde se ha analizado y revisado la documentación y forma de implementación. En este sentido, se han generado ajustes y oportunidades de mejora que permiten estandarizar y optimizar la realización de los procesos. En el enlace [reuniones realizadas](#) se evidencia la gestión con diferentes equipos para la mejora continua de procesos. En la Figura 19.1 se muestra, a manera de ejemplo, algunas reuniones realizadas desde el SGC con los equipos de trabajo.



Figura 19.1: Registro fotográfico de algunas reuniones llevadas a cabo en el mes de octubre.

Actualización plataforma G+. Se realizó revisión de todos los procedimientos del SIATA y Calidad del Aire, verificando que éstos cumplan con la estructura definida. Se registra el cumplimiento de cada documento de los diferentes procesos en el F-GAA-28 Revisión Documentos 2024. Ver en la Figura 19.2 un aparte del registro generado de dicha revisión.

[illegible]

Figura 19.2: Evidencia de la revisión de documentos.

Por otro lado, también se actualizó la codificación de los documentos de calidad del aire, los cuales cambiaron de RA a SIATA-RA. Esto incluyó procedimientos, caracterizaciones, manuales, instructivos y formatos. En las figuras 19.3 y 19.4 se muestra un ejemplo de un procedimiento con el ajuste mencionado.

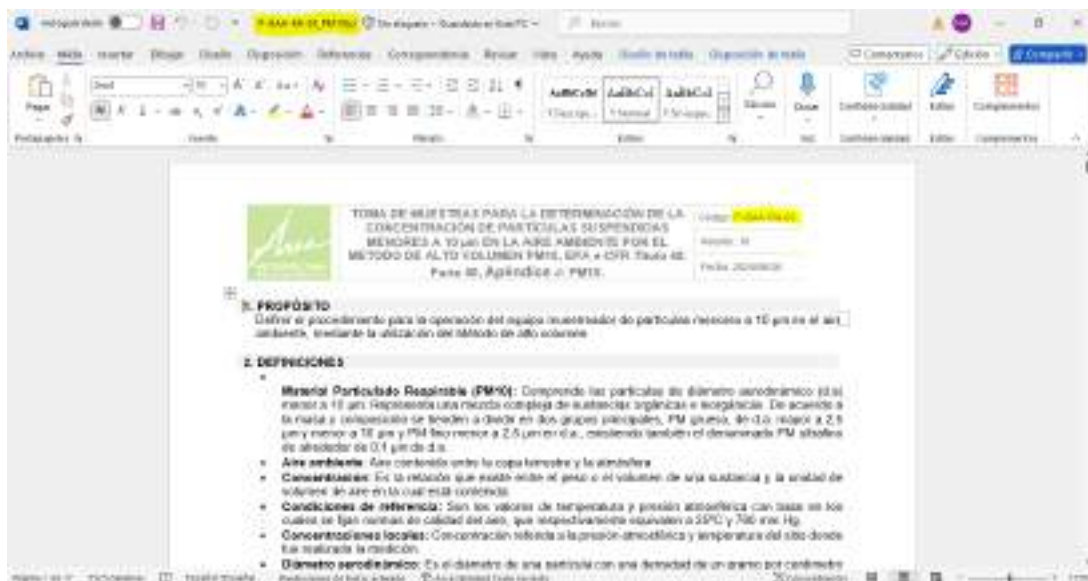


Figura 19.3: Antes.

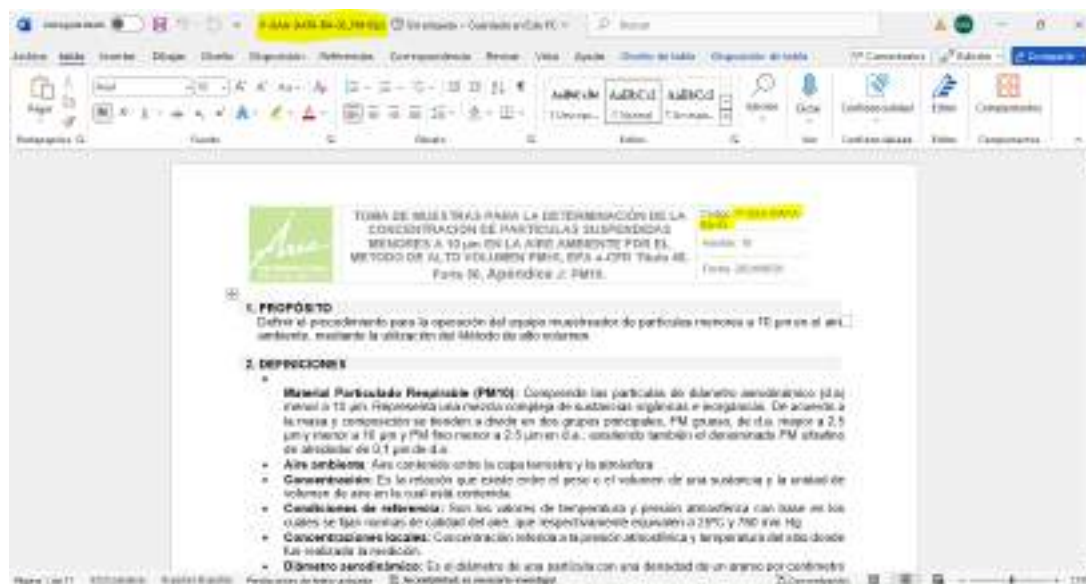


Figura 19.4: Después.

WP4.4.2. (Calidad del aire) Mejorar y actualizar de manera continua del SGC para la Red de Calidad del Aire

Revisión y actualización del Sistema de Gestión de Calidad. Como preparación para las auditorías internas, se viene realizando una revisión detallada de todo el Sistema de Gestión de Calidad - SGC. Se cuenta con revisión por parte del personal técnico y aprobación por parte del Coordinador Técnico del componente de Calidad del Aire. Desde el SGC se realizó una revisión del *F-GAA-SIATA-11 Listado de documentos y registros*. Específicamente, se revisó la actualización, versión, fecha de vigencia y lugar de almacenamiento de los documentos de origen externo.

Reuniones para la gestión de las actividades del componente Aire. Durante el mes de octubre, se realizaron diferentes reuniones en las que se trataron, además de temas propios de cada proceso, los temas desarrollados en la reunión de supervisión del Área Metropolitana del Valle de Aburrá y las modificaciones de documentos como preparación para auditoría interna. Esto con el fin de implementar los compromisos y poner en contexto las diferentes situaciones presentadas, buscando así dar cumplimiento a los mismos en las fechas establecidas. Además, se tratan temas enfocados en la revisión y ajustes de documentación, análisis de causas y definición de acciones para la mejora continua del SGC. En el enlace [reuniones realizadas](#) se evidencian los diferentes registros de espacios de interacción llevados a cabo desde el SGC, incluyendo registros fotográficos, además de las reuniones adelantadas para la gestión de Calidad del Aire.

Matriz de gestión de riesgos. Se realiza revisión y ajustes de la matriz de riesgos de cada proceso de Calidad del Aire. Se actualizan necesidades, descripción, valoración y acciones para mitigar los riesgos.

Hojas de vida equipos y fichas técnicas de estaciones. Durante el mes de octubre se da continuidad a la revisión detallada de las diferentes hojas de vida del equipo, así como de las fichas técnicas de las estaciones de la red de Calidad del Aire. Se realizan ajustes necesarios, se complementan y actualizan los registros respectivos.

Matriz de comunicaciones. Se realiza actualización de los diferentes canales de comunicación con los que cuenta el proyecto, en donde se indagó con los diferentes líderes y se verificó que los grupos de Teams y WhatsApp con los que se cuentan en la matriz estuvieran activos. Se ingresaron grupos nuevos y se realizó actualización de administradores e integrantes de los diferentes grupos. La Figura 19.5 muestra una parte de la matriz de los canales de comunicación del proyecto.

Código de comunicación	Nombre Chat	Estado	Equipo participante	Participantes Activos (Número personas y/o cargo)	Rol(es) activo(s) en el chat	Administradores del chat	Responsable de actualizar	Fecha de creación	Tipo de Chat	Tipo de comunicación	Presencia de uso	Observaciones	Información / Temas generalizados	Número de uso
Teams	SIATA-AMVA	Activo	Equipo de trabajo de gestión Coordinación Gestión Coordinación	Todos los líderes de equipo Coordinación de equipo Coordinación	11		Coordinación Gestión Proyecto Manager	11-11-2023	Equipo	Equipo	Equipo	Equipo	Equipo	Equipo
Teams	SIATA-AMVA	Activo	Equipo de trabajo de gestión Coordinación Gestión Coordinación	Equipo de trabajo de gestión Coordinación Gestión Coordinación	11	Equipo de trabajo	Equipo de trabajo Gestión Proyecto Manager	11-11-2023	Equipo	Equipo	Equipo	Equipo	Equipo	Equipo
Teams	SIATA-AMVA	Activo	Equipo de trabajo de gestión Coordinación Gestión Coordinación	Equipo de trabajo de gestión Coordinación Gestión Coordinación	11	Equipo de trabajo	Equipo de trabajo Gestión Proyecto Manager	11-11-2023	Equipo	Equipo	Equipo	Equipo	Equipo	Equipo
Teams	SIATA-AMVA	Activo	Equipo de trabajo de gestión Coordinación Gestión Coordinación	Equipo de trabajo de gestión Coordinación Gestión Coordinación	11	Equipo de trabajo	Equipo de trabajo Gestión Proyecto Manager	11-11-2023	Equipo	Equipo	Equipo	Equipo	Equipo	Equipo
Teams	SIATA-AMVA	Activo	Equipo de trabajo de gestión Coordinación Gestión Coordinación	Equipo de trabajo de gestión Coordinación Gestión Coordinación	11	Equipo de trabajo	Equipo de trabajo Gestión Proyecto Manager	11-11-2023	Equipo	Equipo	Equipo	Equipo	Equipo	Equipo

Figura 19.5: Matriz de canales de comunicación del SIATA.

Solicitud de información SIATA - AMVA. La construcción del procedimiento de solicitudes de información SIATA-AMVA se realiza en conjunto con personal de los diferentes equipos que participan en las actividades: Calidad de datos, Project Management y Divulgación. A continuación, se muestra la línea de tiempo de dicha construcción, con el fin de contar con la trazabilidad de la gestión realizada alrededor de la documentación del SGC. El procedimiento está en proceso de aprobación por parte del AMVA.

25/06/2024 a 8/07/2024	10/07/2024	10/07/2024	12/07/2024	15/07/2024	18/07/2024	22/07/2024
•	•	•	•	•	•	•
Hilo de correos con comunicación de EPM sobre una solicitud, se identifica interacción donde responde Lina Ceballos con el contexto de las solicitudes, Daniel y Julián Sepulveda dando respuesta a la Gestión de la solicitud hecha por EPM.	La PM por correo solicita la estandarización del procedimiento de solicitudes y derechos de petición.	Primera reunión virtual, para identificar las necesidades de documentación, se aclara contexto relacionado con la aplicación actual del procedimiento.	Reunión para documentación del procedimiento de Solicitudes y Derechos de petición.	Revisión del procedimiento de Solicitudes y Derechos de petición	Revisión del formato construido para registrar las solicitudes y derechos de petición	Revisión del procedimiento de Solicitudes y Derechos de petición
AMVA Coordinador General Coordinadores Técnicos Project Manager	Coordinadores Técnicos (Lina Ceballos, Marta SilviaTabares) y SGC	Project Manager Jenny Lucia - AMVA SGC Calidad de datos	SGC Calidad de datos	Project Manager Lina Ceballos SGC Calidad de datos	SGC Calidad de datos	SGC Calidad de datos
Hilo de Correos	Correo	Reunión virtual	Reunión presencial, lista de asistencia	Reunión presencial, lista de asistencia	Reunión presencial, lista de asistencia	Reunión presencial, lista de asistencia

Figura 19.6: Línea de tiempo procedimiento solicitud de información SIATA AMVA - Parte 1.

22/07/2024	23/07/2024	20/08/2024	21/08/2024	21/08/2024	21/08/2024	2/09/2024
Se envía correo con el avance con fechas de la gestión realizada entre el equipo de SGC y Calidad de datos	Envía correo agradeciendo la gestión y da instrucciones para la finalización del procedimiento	Reunión socialización del procedimiento de solicitudes y derechos de petición a AMVA.	Comparte correo primera versión del procedimiento de solicitudes y derechos de petición para revisión y aprobación por parte de AMVA.	Comparte correo con AJUSTE primera versión del procedimiento de solicitudes y derechos de petición para revisión y aprobación por parte de AMVA.	Estaba programa reunión presencial para socialización del procedimiento con AMVA. En vista de que estaban en comité primario, se define no realizar reunión. SGC envía correo con el procedimiento P-GAA-SIATA-105 Solicitudes de información SIATA-AMVA	La Project Manager envía correo agradeciendo la gestión, concluye que se presentó procedimiento a AMVA (Jenny Lucia) y quedamos atentos a reunión con AMVA para aprobación final por parte de AMVA y de la Coordinación Técnica respectiva.
SGC	Project Manager	Calidad de datos, SGC, Divulgación (Salome), Project Manager, AMVA (Jenny Lucia)	SGC	Calidad de datos	Calidad de datos, SGC, Divulgación (Salome, Marisol), Project Manager, AMVA (Jenny Lucia)	Calidad de datos, SGC, AMVA (Jenny Lucia), Divulgación, Coordinación Técnica TI
Correo a PM, calidad de datos	SGC, Calidad de datos	Reunión virtual	Correo enviado a Jenny Lucia - AMVA Juliana Ortiz - EAFIT Interesados SIATA	Correo enviado a Jenny Lucia - AMVA Juliana Ortiz - EAFIT Interesados SIATA	No se realiza reunión presencial SGC envía por correo el procedimiento final	Correo enviado por PM

Figura 19.7: Línea de tiempo procedimiento solicitud de información SIATA AMVA - Parte 2.

Auditorías internas bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025. Se realizó programación de la auditoría interna bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 en su versión 2017. Se generan planes de auditorías de los diferentes procesos y métodos de la Red de Calidad del Aire, y se envía programación al personal responsable por presentar auditoría.

Auditorías externas bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 con IDEAM. Se envía el formulario del IDEAM para la solicitud de auditoría externa a llevarse a cabo en el año 2025. El formulario contiene información revisada y validada sobre el inventario de equipos con sus respectivos seriales y marcas, nombre de estaciones y métodos EPA a incluir en la auditoría. Además, se coordina con los enlaces de calidad del AMVA para la firma del formulario por parte de la Directora de la Entidad y los anexos correspondientes como ordenanza, nombramiento y cédula. En la Figura 19.8 se muestran apartes del correo enviado.



Figura 19.8: Evidencia de formulario diligenciado para solicitud de auditoría externa con el IDEAM.

WP4.4.3. Propender por la gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo

Desde el ingreso de la persona responsable del SG-SST, y trabajando articuladamente en el equipo del SGC, se ha fortalecido e incrementado el acompañamiento a los diferentes equipos de trabajo que conforman el proyecto. Se han realizado visitas de inspección, acompañamientos en campo, revisión y ajustes a documentación, procesos y programas que dan cumplimiento a los requisitos legales, lo solicitado por los líderes y coordinadores técnicos, según lo establecido en cronograma de trabajo y las necesidades que van surgiendo en el día a día. En el enlace [Informe SST](#) se evidencian las actividades realizadas durante el mes de octubre. En el enlace [Certificados trabajo en alturas](#) se evidencian los certificados de trabajo en alturas del personal que desarrolla trabajos en campo.

WP4.4.4. Ejecutar planes de mejoramiento derivados de auditorías atendidas

En el mes de octubre, se realizó reunión con los enlaces de supervisión del Área Metropolitana con el fin de realizar seguimiento al Plan de Mejoramiento derivado de la auditoría de control interno realizada a principio de la vigencia CCT016-2024.

Se inicia preparación de auditorías internas que se van a realizar en el mes de noviembre, relacionadas con Seguridad y Salud en el Trabajo bajo el Decreto 1072 y Calidad del Aire, norma NTC-ISO/IEC 17025 en su versión 2017. La preparación consiste en revisar adecuación de la documentación, registros y socialización al personal para que estén enterados de las fechas y preparados en alcance a revisar.

WP4.4.5. Garantizar la disponibilidad y el mantenimiento de infraestructura, espacios y recursos necesarios para la ejecución del proyecto

Durante el mes de octubre de 2024, se llevaron a cabo las siguientes actividades relacionadas con la infraestructura:

- **Mantenimiento de aires acondicionados:** se realizó el mantenimiento preventivo de las unidades de aire acondicionado en Casa SIATA y Torre SIATA, incluyendo limpieza, inspección y ajustes necesarios para garantizar su correcto funcionamiento.
- **Visitas de evaluación para puntos de conexión:** se llevaron a cabo visitas a múltiples ubicaciones para evaluar la viabilidad técnica y económica de instalar puntos de conexión y acometidas necesarias para instrumentación. Entre las zonas visitadas destacan: I.E. Escuela Normal Superior (Copacabana), Vereda El Zarzal (Copacabana), Vereda Laguna en Cerro Quitasol (Bello), Quebrada Sesteadero parte alta (Itagüí), y Quebrada La Honda (Sabaneta), entre otros.
- **Reparación de estación de aire:** se coordinó y realizó la reparación de emergencia de daños en las paredes de la estación MED-PJIC.
- **Mantenimiento de UPS:** se llevó a cabo el mantenimiento preventivo de las UPS en Casa SIATA y Torre SIATA, asegurando el correcto funcionamiento de los equipos.
- **Control de plagas:** se ejecutó un mantenimiento preventivo contra plagas (comején) en la sede Casa de Investigación y Desarrollo.
- **Recepción de acometidas RFP2:** se recibieron y conformaron las acometidas correspondientes a la licitación RFP2, incluyendo puntos de conexión para sensores, pluviómetros, acelerómetros, y antenas en diversas ubicaciones estratégicas.

Estas actividades fueron fundamentales para garantizar el adecuado funcionamiento de la infraestructura de las estaciones de monitoreo, así como para planificar nuevas instalaciones y mantener la operatividad del proyecto SIATA.

WP4.4.6. Identificar necesidades desde la gestión estratégica, administrativa y financiera, marco normativo y cultura

Gestión estratégica y administrativa. En el mes de octubre, se llevó a cabo una serie de reuniones referentes a la gestión administrativa y estratégica del proyecto. En el enlace [reuniones realizadas](#) se

evidencia la gestión llevada a cabo. Durante este mes, desde la administración del proyecto se estuvo acompañando arduamente en diferentes temas y procesos al equipo de SGC y SST, tanto en la preparación de las auditorías, como en la revisión y socialización de cadena de responsabilidad y líneas de respuestas ante una emergencia.

Indicadores Unidad de Gestión del Riesgo - UGR. Desde el enlace de calidad del AMVA, se recibieron las indicaciones para el reporte de los indicadores de la UGR de la Entidad. En el enlace [Indicadores de la Unidad de Gestión de Riesgos](#) se evidencian los resultados e indicadores actualizados al mes de octubre, que son responsabilidad del proyecto.

WP4.4.7. Llevar a cabo procesos formativos y de capacitación que sean requeridos

Programa de formación y participación a eventos. En el mes de octubre se llevó a cabo un (1) Comité de Formación y Eventos, donde se presentó la solicitud del equipo de Educación para la participación al “*TeachersCOP*”, solicitud que fue aprobada por la Supervisión.

Así mismo, en este mes se tuvo participación en dos (2) eventos importantes y relevantes para el proyecto:

- VIII Congreso Iberoamericano de Educación Ambiental, al cual asistió la líder del equipo de Educación en compañía de docentes de la red de educadores.
- Congreso Latinoamericano de Hidráulica, al cual asistieron colaboradores de los equipos técnicos de Meteorología e Hidrología.

En el capítulo sobre gestión del conocimiento en el WP3, se detalla la participación anteriormente mencionada y los resultados obtenidos. Adicionalmente, en el enlace [solicitudes de eventos](#), se puede encontrar información de evidencias como memorias, fotos, lecciones aprendidas, público impactado, etc.

WP4.4.8. Gestionar el talento humano a través de sus procesos relacionados

Revisión hojas de vida del personal del proyecto. Desde el equipo del Sistema de Gestión de Calidad se continúa con la revisión de las hojas de vida y soportes que evidencian la educación y experiencia laboral de todo el personal que participa en el proyecto o ingresa al él. En el enlace [Consolidado hojas de vida](#), se evidencian las hojas de vida con los respectivos soportes de todo el personal del proyecto SIATA.

Novedades del personal SIATA. En el mes de octubre, se unieron al proyecto tres (3) personas, quienes ingresaron por vinculación laboral, cubriendo vacante de los equipos de Calidad de Aire y Operacional, así como del profesional encargado de subir la documentación a la plataforma G+.

Para cada contratación, se realizó la gestión previa de procesos de selección, aprobaciones y solicitud de vinculación al Área de Contratación de la Universidad EAFIT. Adicionalmente, se realizó la inducción general y el recorrido por las sedes del proyecto, con apoyo y acompañamiento del equipo de SGC del proyecto. Se realizó la entrega de los EPP y elementos de identificación tales como chaqueta.

En el transcurso del mes de octubre se presentó un (1) retiro voluntario, de colaborador del equipo de Desarrollo. Se gestionó el respectivo proceso de entrega de cargo, que incluye el diligenciamiento del informe de entrega del mismo, garantizando la correspondiente transferencia y gestión del conocimiento. Así mismo, se gestiona la recepción de los bienes y elementos de identificación y protección personal que tenía a su cargo.

Por parte de los integrantes del proyecto, se reciben solicitudes para el disfrute de beneficios que la Universidad como institución otorga, tales como solicitudes de licencias no remuneradas, medias jornadas o día de la familia. Durante el mes de octubre, cinco (5) colaboradores del proyecto disfrutaron de licencias no remuneradas, acordadas previamente con sus líderes y coordinadores.

El detalle de estas novedades del personal se puede encontrar en el enlace [Informe Gerencial de Gestión Humana](#).

En compañía del enlace administrativo de EAFIT, se realiza la revisión general de la documentación que surge de cada novedad de personal que se ha presentado, con el fin de tener mapeada y actualizada la información. La documentación que puede surgir de estos movimientos incluye cartas de renuncia o terminación de contrato, nuevos contratos u otros al contrato, prorrogando su duración, modificando perfil y/o actividades.

Derivado de las salidas de personal, se vienen gestionando las convocatorias laborales, lo que implica recepción de hojas de vida, análisis, filtro, planeación y preparación de entrevistas, y pruebas técnicas de los diferentes candidatos.

Solicitud de ingreso a centros de operación. Para garantizar el funcionamiento y envío de datos de las estaciones de monitoreo, se requiere el ingreso del personal de Mantenimiento, Telecomunicaciones, Ingeniería Sísmica y demás personal operativo a los centros de operación.

En el mes de octubre de 2024, se realizó la solicitud de ingreso a varios centros de operación donde se encuentran ubicadas las estaciones del proyecto, a saber:

- Centro Comercial Viva Envigado
- Estación Metro Sabaneta
- Estación Metro La Ayurá
- Estación Metro La Floresta
- Estación Metro La Aguacatala
- ITM
- Ecoparque El Salado
- Edificio Yerbabuena
- Universidad Nacional Sede El Volador y Universidad Nacional Sede Robledo
- La Arenera
- AMVA
- Alcaldía de Medellín
- Alcaldía de Itagüí
- Plaza de la Libertad Torre A y B
- Gobernación de Antioquia
- Tanque EPM (Aures, El Tesoro, Planta La Montaña, Villahermosa, La Estrella, Envigado), Centro Control EPM, El Ancón Sur, La Tasajera

- Colegio Padre Mayanet
- Seminario Mayor
- SENA Pedregal
- Universidad San Buenaventura
- Universidad CES
- Proveduría
- Fiscalía
- Museo de Antioquia
- EPM Girardota
- Planta de Tratamiento de Aguas San Fernando
- Éxito San Antonio
- Bellanita Group
- Lavapres
- Ferrocortes
- Industrias Roca
- Villa Torcoroma
- Inversiones Siderense
- Planta de Tratamiento Barbosa
- Sotrames

Se envió a cada centro de operación la carta de presentación del proyecto SIATA, el certificado de alturas y la planilla de seguridad social de los técnicos de mantenimiento, el protocolo de bioseguridad, y para cada uno los requerimientos internos que así lo exijan. En el enlace [Evidencia solicitudes de ingreso mes de octubre](#) se relacionan los sitios y las respuestas obtenidas para el ingreso del personal SIATA a los lugares en donde se encuentran operando las diferentes redes que conforman el proyecto.

WP4.5. Proponer e implementar estrategias para garantizar la continuidad del proyecto

WP4.5.1. Revisar la estructura organizacional con sus diferentes niveles, roles, responsabilidades y funciones

Informe gerencial. En el mes de octubre, se actualizó el informe gerencial con el personal que ingresó y se retiró del proyecto. Además, se trabajó en la estructura documental del Sistema de Gestión de Calidad, actualizando el número de documentos inmersos en éste. Se actualizaron las gráficas de nivel de educación actual, profesiones y tiempo en el proyecto. El informe se presenta y comparte en diferentes espacios, y se utiliza para propósitos de actualización y control del personal por parte del Project Management. El organigrama que contiene las líneas de dependencia y autoridad al presente se muestra en la Figura 20.1 y tuvo los siguientes cambios con respecto a los meses anteriores:

- Se cambió el nombre de Coordinación Financiera y Administrativa a Coordinación de Ejecución, y su línea proviene ahora del Comité Directivo.
- Se excluyó del cuadro al equipo transversal Plan Metropolitano de Gestión del Riesgo y Estrategia Metropolitana de Emergencia.
- Se incluyó a la líder de Logística en el conteo de adquisiciones de bienes y servicios, y a la nueva auxiliar de calidad en el conteo de SGC-SST.
- El WP4 (Gestión y sostenibilidad) es transversal a los otros tres WPs.

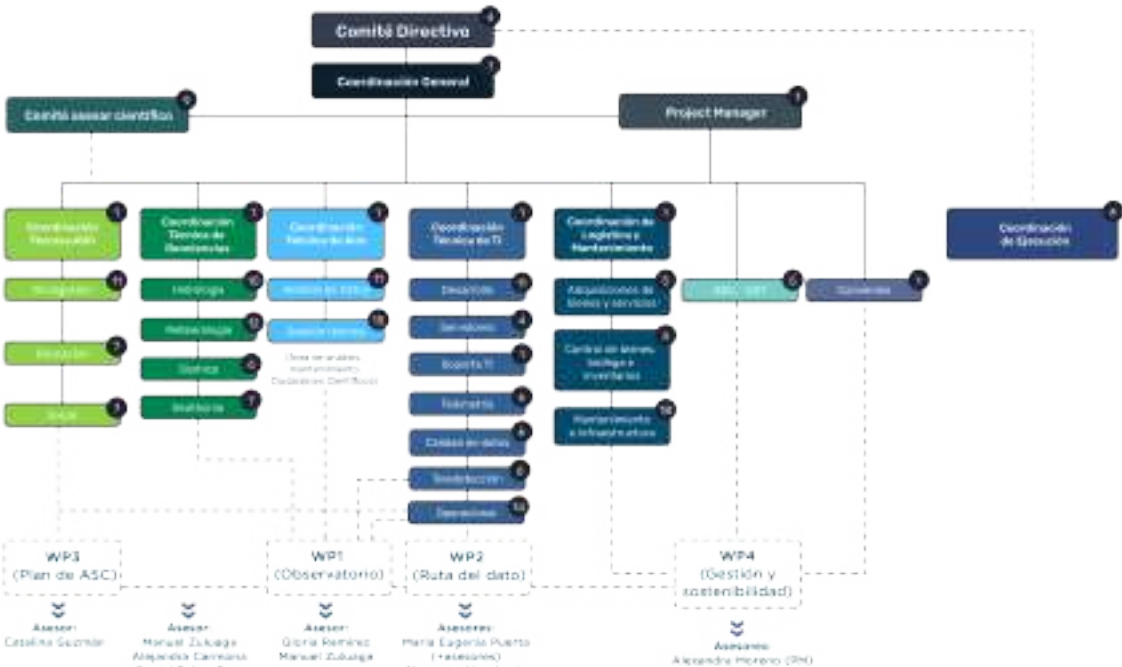


Figura 20.1: Organigrama del proyecto SIATA actualizado a la fecha.

WP4.5.2. Identificar oportunidades de prestación de servicios a actores públicos y/o privados, y otras partes interesadas

Durante el mes de octubre se retomó el espacio para escuchar la necesidad de herramientas del Grupo de Riesgos Tecnológicos. En dos espacios de interacción, se delimitaron alcances y generalidades de las plataformas requeridas para presupuestar en próximas vigencias.

Además, en compañía de funcionarios de AMVA, se atendió un espacio convocado desde el CTA a crear espacios de articulación en la gestión del riesgo para el Valle de Aburrá. Se establece una intención de explorar las mejores estrategias para creación de un espacio más permanente como una mesa interinstitucional.

Durante una jornada de intercambio de experiencias y necesidades técnicas, funcionarios del AMVA y personal del SIATA elaboraron líneas de trabajo conjunto y delinearón necesidades desde el territorio para ser abordadas por el proyecto. Este ejercicio fortaleció lazos de trabajo conjunto entre profesionales a cargo de escenarios de riesgo con factores en común.

WP4.5.3. Gestionar convenios de cooperación e intercambio de información técnica

Con el fin de participar bajo el rol de liderato por parte de AMVA en el proyecto con el cual se pretende acceder a fondos de cooperación internacional de la Comisión Europea, se elaboró por parte de la inves-

tigadora en Apropiación Social del Conocimiento la propuesta para el WP5 del proyecto GUARDIAN, propuesta liderada desde la universidad FUB de Berlín. Este WP5, denominado Living Lab, propone la creación y diseño de estrategias de divulgación de información científica para la toma de decisiones en la gestión de riesgos de desastres relacionados con movimientos en masa. Esta participación para este fondo de financiación se realiza en articulación entre AMVA y EAFIT como beneficiarios asociados en el proyecto, donde adicionalmente se participa en la construcción científica del WP3 relacionado con estrategias de monitoreo y conocimiento del riesgo por movimientos en masa y multi-amenazas.

Se recibió a delegación de la Gobernación del Cesar, quienes estaban interesados en conocer SIATA como proyecto estratégico del AMVA para la gestión integral del riesgo en el territorio. En este espacio se presentaron las líneas de trabajo más relevantes y con mayor impacto en las comunidades. Posteriormente, se realizó una visita a comunidades del territorio, donde la delegación del Cesar realizó consultas a los líderes convocados para resolver algunas inquietudes.

Se acompañó la reunión mensual de la Comisión Técnica Interinstitucional de Incendios Forestales y de Interfaz para el valle de Aburrá. En este espacio, se continúa llevando contenido de parte de todas las instituciones con acciones sobre el valle de Aburrá para la articulación territorial en torno a la amenaza por incendios.

Se realizó la revisión de las actividades propuestas por el equipo técnico de EPM de tal manera que, a la luz de los recursos tanto físicos como humanos con los que cuenta el proyecto SIATA, se puedan adelantar actividades en el marco del convenio interadministrativo de cooperación, así como los retos que plantearía a nivel de presupuesto de nuevos recursos para cubrir los requerimientos. Aún se requiere una última revisión de los recursos necesarios desde la coordinación de TI del proyecto, para emitir un concepto al AMVA y dar inicio a los procedimientos para un convenio con EPM.

Con conocimiento del convenio firmado entre AMVA y DAGRD, se realizan algunas medidas exploratorias desde el proyecto SIATA a fin de tener un alistamiento muy eficiente frente a las actividades y tiempos en los que se quiere alcanzar el cumplimiento de los objetivos del convenio. Se realiza un ejercicio de validación con el personal de DAGRD a fin de perfilar las comunidades que tienen potencial para hacer parte de los procesos sociales que se consideran en el convenio.

WP4.5.4. Articular, en conjunto con el AMVA, una estrategia para que el proyecto SIATA continúe en el tiempo

La Coordinación General del proyecto SIATA participó en seis (6) espacios estratégicos relacionados con la propuesta de sostenibilidad del proyecto en el largo plazo.

El primer espacio se llevó a cabo el día 4 de octubre, presentando el webinar “*Generating, translating, transferring, and disseminating user-relevant warning information for effective action*” como contribución a la **Sixteenth Meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity (COP 16 CBD)**, la cual se llevó a cabo en la ciudad de Santiago de Cali entre el 21 de octubre y el 1 de noviembre de 2024. La Universidad EAFIT invitó al espacio haciendo la siguiente convocatoria: “Un fuerte nubarrón se alza en el cielo: conoce SIATA, un sistema que genera, traduce, transfiere y difunde alertas para la gestión ambiental”. La ponencia fue estructurada en conjunto con María Eugenia Puerta-Yepes, del Área Académica Computación y Analítica de la Escuela de Ciencias Aplicadas e Ingeniería de la Universidad EAFIT; Camilo García-Duque, Director de Innovación y Desarrollo Tecnológico de la Universidad EAFIT; y Luz Jeannette Mejía-Chavarriaga, Líder de Gestión del Riesgo y Cambio Climático del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

El día 7 de octubre de 2024, se participó en el VIII Foro Departamental de Educación Ambiental, el cual

se llevó a cabo en la Universidad de Antioquia. En tal espacio, se lideró la ponencia “*SIATA: herramienta pedagógica para el cuidado de la biodiversidad*”.

El día 14 de octubre de 2024, se participó en el Foro “Chone Resiliente” en la ciudad de Chone, Ecuador. Al día siguiente, el 15 de octubre de 2024, se participó en el Foro “Construyendo ciudades costeras resilientes con una perspectiva multinivel” en la ciudad de Manta, Ecuador. En ambos foros se presentó la ponencia “*La academia y su sinergia con la reducción de riesgos de desastres en territorio*”, la cual contó con la participación de Camilo García-Duque, Director de Innovación y Desarrollo Tecnológico de la Universidad EAFIT, y Luz Jeannette Mejía-Chavarriaga, Líder de Gestión del Riesgo y Cambio Climático Área Metropolitana del Valle de Aburrá. La participación fue posible gracias al **proyecto Ciudades Resilientes** que se adelanta en Ecuador, gracias al apoyo de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

El día 25 de octubre de 2024, se participó en el intercambio de experiencias con la Agencia de Cooperación Internacional del Gobierno de Tailandia. En el espacio se interactuó con colegas de la Agencia de Cooperación Internacional del Gobierno de Colombia y la Oficina de Cooperación Internacional del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

Finalmente, el día 30 de octubre de 2024 se llevó a cabo un diálogo académico con colegas de la Escuela Politécnica Nacional del Ecuador, quienes están en el proceso de estructuración de un Sistema de Alerta Temprana multi-amenaza en la ciudad de Quito.

Referencias

- AMVA (2019a). Aunar esfuerzos técnicos y financieros para evaluar los componentes claves de aerosoles atmosféricos en la contaminación atmosférica en el valle de aburrá fase i, a partir de la generación de conocimiento obtenido en un estudio de caracterización química. <https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/Biblioteca-aire/Estudios-calidad-del-aire/Informe-Characterizacion-MP-Fase-I.pdf>. (Accessed on 12/15/2022).
- AMVA, P. (2019b). Aunar esfuerzos técnicos y financieros para evaluar los componentes claves de aerosoles atmosféricos en la contaminación atmosférica en el valle de aburrá fase ii, a partir de la generación de conocimiento obtenido en un estudio de caracterización química, convenio interadministrativo 734 de 2019. Technical report, Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Politécnico Jaime Isaza Cadavid.
- AMVA & Universidad de los Andes (2019). Estudio del riesgo Sísmico del Valle de Aburrá. Technical report, Área Metropolitana del Valle de Aburrá - Universidad de los Andes, Sede Bogotá.
- Andrews, P. L. (2007). Behavior plus fire modeling system: past, present, and future. In *In: Proceedings of 7th Symposium on Fire and Forest Meteorology; 23-25 October 2007, Bar Harbor, Maine. Boston, MA: American Meteorological Society. 13 p.*
- C.-H.Chen, W.-A.Chao, Y.-M. Z. L. Y.-G. W.-Y. T.-L. K.-H. . J.-M. (2013). A seismological study of landquakes using a real-time broad-band seismic network. *Geophysical Journal International*.
- Catchpole, W., Catchpole, E., Butler, B., Rothermel, R., Morris, G., and Latham, D. (1998). Rate of spread of free-burning fires in woody fuels in a wind tunnel. *Combustion Science and Technology*, 131(1-6):1-37.
- Chen, Y.-L., Tu, C.-C., Hsiao, F., Chen, C.-S., Lin, P.-L., and Lin, P.-H. (2022). An overview of low-level jets (lljs) and their roles in heavy rainfall over the taiwan area during the early summer rainy season. *Meteorology*, 1(1):64-112.
- Coen, J. L., Cameron, M., Michalak, J., Patton, E. G., Riggan, P. J., and Yedinak, K. M. (2013). Wrf-fire: Coupled weather-wildland fire modeling with the weather research and forecasting model. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 52(1):16-38.
- DANE (2018). Colombia – Censo Nacional de Población y Vivienda – CNPV - 2018 [En línea]. Disponible en: https://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/643/related_materials..
- Dobrinkova, N. and Dobrinkov, G. (2013). Farsite and wrf-fire models, pros and cons for bulgarian cases. In *International Conference on Large-Scale Scientific Computing*, pages 382-389. Springer.
- Finney, M. A. (1998). Farsite: Fire area simulator - model development and evaluation. *US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station*.
- Finney, M. A. (2006). An overview of flammap fire modeling capabilities. In *In: Andrews, Patricia L.; Butler, Bret W., comps. 2006. Fuels Management-How to Measure Success: Conference Proceedings. 28-30 March 2006; Portland, OR. Proceedings RMRS-P-41. Fort Collins, CO: US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. p. 213-220.*
- Forthofer, J. M. (2007). *Modeling wind in complex terrain for use in fire spread prediction*. PhD thesis, Citeseer.

- Forthofer, J. M., Butler, B. W., and Wagenbrenner, N. S. (2014). A comparison of three approaches for simulating fine-scale surface winds in support of wildland fire management. part i. model formulation and comparison against measurements. *International Journal of Wildland Fire*, 23(7):969–981.
- Haralick, R. M., Shanmugam, K., and Dinstein, I. H. (1973). Textural features for image classification. *IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics*, (6):610–621.
- Hu, X.-M., Klein, P. M., Xue, M., Zhang, F., Doughty, D. C., Forkel, R., Joseph, E., and Fuentes, J. D. (2013). Impact of the vertical mixing induced by low-level jets on boundary layer ozone concentration. *Atmospheric Environment*, 70:123–130.
- Ivančić, M., Gregorič, A., Lavrič, G., Alföldy, B., Ježek, I., Hasheminassab, S., Pakbin, P., Ahangar, F., Sowlat, M., Boddeker, S., and Rigler, M. (2022). Two-year-long high-time-resolution apportionment of primary and secondary carbonaceous aerosols in the los angeles basin using an advanced total carbon–black carbon (tc-bc()) method. *Science of The Total Environment*, 848:157606.
- Jiang, H., Li, J., Tang, J., Mo, Y., and Zhang, G. (2018). Applications of high-resolution mass spectrometry in studies of brown carbon. *Chinese Journal of Analytical Chemistry*, 46.
- Kumar, N., Corbin, J., Bruns, E., Massabò, D., Slowik, J., Drinovec, L., Močnik, G., Prati, P., Vlachou, A., Baltensperger, U., Gysel, M., El-Haddad, I., and Prevot, A. (2018). Production of particulate brown carbon during atmospheric aging of residential wood-burning emissions. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 18:17843–17861.
- Li, N., Guo, J., Wu, M., Zhang, F., Guo, X., Sun, Y., Zhang, Z., Liang, H., and Chen, T. (2024). Low-level jet and its effect on the onset of summertime nocturnal rainfall in beijing. *Geophysical Research Letters*, 51(20):e2024GL110840.
- Lin, P., Liu, J., Shilling, J., Kathmann, S., Laskin, J., and Laskin, A. (2015). Molecular characterization of brown carbon (brc) chromophores in secondary organic aerosol generated from photo-oxidation of toluene. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 17:23312 – 23325.
- Ram, K., Sarin, M., and Tripathi, S. (2012). Temporal trends in atmospheric pm_{2.5}, pm₁₀, elemental carbon, organic carbon, water-soluble organic carbon, and optical properties: impact of biomass burning emissions in the indo-gangetic plain. *Environmental science & technology*, 46(2):686–695.
- Rincón Caro, M. A. et al. (2019). Caracterización química del material particulado pm_{2.5} en bogotá: detección de trazadores de quema de biomasa.
- Rothermel, R. C. (1972). *A mathematical model for predicting fire spread in wildland fuels*, volume 115. Intermountain Forest & Range Experiment Station, Forest Service, US
- Sarchosidis, C. and Klöwer, M. (2016). The influence of low-level wind shear on the surface turbulence kinetic energy production in adventdalen, svalbard. Technical report, Report AGF-350/850, University Centre in Svalbard, 14pp. <http://milank.de>
- Stull, R. B. (2012). *An introduction to boundary layer meteorology*, volume 13. Springer Science & Business Media.
- Sun, X., Zhao, T., Tang, G., Bai, Y., Kong, S., Zhou, Y., Hu, J., Tan, C., Shu, Z., Xu, J., et al. (2023). Vertical changes of pm_{2.5} driven by meteorology in the atmospheric boundary layer during a heavy air pollution event in central china. *Science of the Total Environment*, 858:159830.
- Sun, X., Zhou, Y., Zhao, T., Fu, W., Wang, Z., Shi, C., Zhang, H., Zhang, Y., Yang, Q., and Shu, Z. (2024). Vertical distribution of aerosols and association with atmospheric boundary layer structures during regional aerosol transport over central china. *Environmental Pollution*, 362:124967.

- Venkatram, A. and Schulte, N. (2018). Fundamentals of micrometeorology and dispersion.
- Wagenbrenner, N. S., Forthofer, J. M., Lamb, B. K., Shannon, K. S., and Butler, B. W. (2016). Downscaling surface wind predictions from numerical weather prediction models in complex terrain with windninja. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 16(8):5229–5241.
- Wagenbrenner, N. S., Forthofer, J. M., Page, W. G., and Butler, B. W. (2019). Development and evaluation of a reynolds-averaged navier–stokes solver in windninja for operational wildland fire applications. *Atmosphere*, 10(11):672.
- Wang, S., Tsona, N., and Du, L. (2018). Review of brown carbon aerosols: recent progress and perspectives. *Science of the Total Environment*, 634:1475 – 1485.
- Wei, W., Zhang, H., Cai, X., Song, Y., Bian, Y., Xiao, K., and Zhang, H. (2020). Influence of intermittent turbulence on air pollution and its dispersion in winter 2016/2017 over beijing, china. *Journal of Meteorological Research*, 34(1):176–188.
- Wei, W., Zhang, H., Zhang, X., and Che, H. (2023). Low-level jets and their implications on air pollution: A review. *Frontiers in Environmental Science*, 10:1082623.
- Woebbecke, D. M., Meyer, G. E., Von Bargen, K., and Mortensen, D. A. (1995). Color indices for weed identification under various soil, residue, and lighting conditions. *Transactions of the ASAE*, 38(1):259–269.
- Wyard, C., Beaumont, B., Grippa, T., Georganos, S., and Hallot, E. (2021). Uavs for fine-scale open-source landfill mapping. In *2021 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium IGARSS*, pages 8217–8220. IEEE.
- Xu, L., Tsona, N., You, B., Zhang, Y., Wang, S., Yang, Z., Xue, L., and Du, L. (2020). Nox enhances secondary organic aerosol formation from nighttime -terpinene ozonolysis. *Atmospheric Environment*, 225:117375.
- Yan, J., Wang, X., Gong, P., Wang, C., and Cong, Z. (2021). Effect of nox on secondary organic aerosol formation from the photochemical transformation of allyl acetate. *Atmospheric Environment*, 255:118426.
- Zhang, Y., Guo, J., Yang, Y., Wang, Y., and Yim, S. H. (2020). Vertical wind shear modulates particulate matter pollutions: A perspective from radar wind profiler observations in beijing, china. *Remote sensing*, 12(3):546.
- Zhou, K., Ming, D., Lv, X., Fang, J., and Wang, M. (2019). Cnn-based land cover classification combining stratified segmentation and fusion of point cloud and very high-spatial resolution remote sensing image data. *Remote Sensing*, 11(17):2065.