

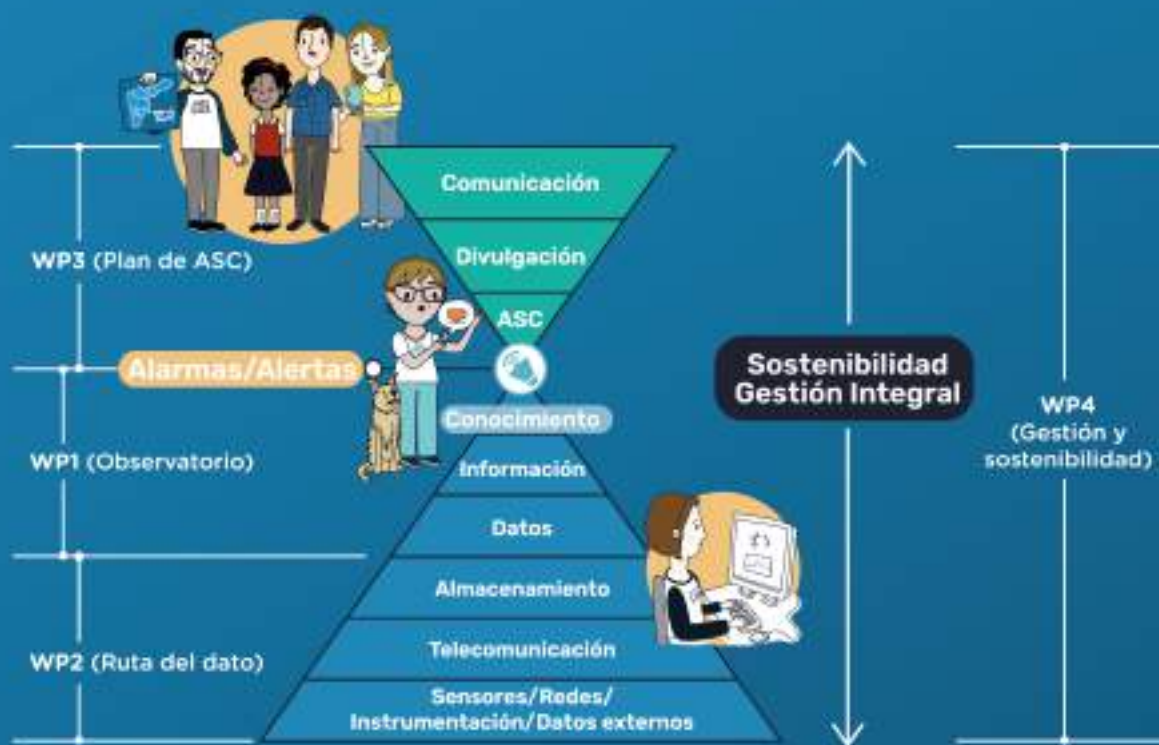
Informe mensual diciembre 2024

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

Prefacio	1
Reporte de avance: porcentaje e indicadores	3
Resumen WP1: Observatorio de amenazas y riesgos	7
Resumen WP2: Ruta del dato	10
Resumen WP3: Plan de Apropiación Social del Conocimiento	12
Resumen WP4: Gestión y sostenibilidad de SIATA	13
WP1.1. Observación, pronóstico meteorológico y de calidad de aire, y proyecciones climáticas	15
WP1.1.1. Generación continua de pronósticos meteorológicos	15
WP1.1.2. Evaluación de los efectos relacionados con el cambio climático a nivel local	17
WP1.1.3. Análisis integral de las variables y procesos ambientales que influyen en la calidad del aire . .	18
WP1.1.4. Generación de pronósticos estadísticos que permitan prever eventos de crecientes extremas en el río Aburrá-Medellín y sus afluentes	29
WP1.2. Estudio/modelación de amenaza/riesgo	30
WP1.2.1. (Amenaza meteorológica) Seguimiento, caracterización y evaluación de fenómenos hidrometeorológicos	30
WP1.2.2. (Inundaciones, Sequías, Av. Torrenciales, Mov. Masa, Incendios) Optimización de los modelos hidrológicos e hidráulicos usados en el SIATA	31
WP1.2.3. (Inundaciones) Desarrollo e implementación de un piloto para cuantificar y evaluar el riesgo por inundaciones	39
WP1.2.4. (Sequías, Mov. Masa) Monitoreo y evaluación de movimientos en masa y cambios en el paisaje, con herramientas de teledetección	41
WP1.2.5. (Av. Torrenciales) Evaluación de metodologías y modelos para el análisis de avenidas torrenciales	41
WP1.2.6. (Av. Torrenciales, Mov. Masa, Sismos) Implementación de metodologías para la caracterización del ruido sísmico	41
WP1.2.7. (Mov. Masa) Evaluación de umbrales de lluvia como detonantes de movimientos en masa . .	43



WP1.2.8. (Mov. Masa, Incendios) Evaluación de umbrales de humedad en el terreno como detonantes de eventos	44
WP1.2.9. (Mov. Masa, Sismos) Modelación de la estabilidad de laderas	44
WP1.2.10. (Mov. Masa, Sismos) Actualización y/o generación de insumos para el cálculo del riesgo sísmico	44
WP1.2.11. (Sismos) Actualización y/o generación de insumos para el cálculo de afectaciones en edificios	45
WP1.2.12. (Calidad del aire) Seguimiento, caracterización y evaluación de variables de escala local y global relacionadas con la calidad del aire	48
WP1.2.13. (Inundaciones, Sequías, Av. Torrenciales, Mov. Masa, Sismos, Incendios) Desarrollo de metodologías para la clasificación de coberturas de suelo	49
WP1.3. Insumos técnicos para herramientas operacionales/atención de emergencias	50
WP1.3.1. Revisión, análisis y evaluación de las capacidades existentes del proyecto para el acompañamiento en la atención de emergencias	50
WP1.3.2. Desarrollo y mejoramiento continuo de herramientas operativas que permitan la generación de alertas	50
WP2.1. Medición y seguimiento	51
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	51
WP2.1.2. Garantizar el correcto funcionamiento de los sensores de monitoreo que hacen parte de las redes de monitoreo	51
WP2.1.3. Gestionar e implementar algoritmos, procesos y técnicas que garanticen la calidad de los datos	52
WP2.1.4. Generar información oportuna sobre amenazas	53
WP2.1.5. Identificar e instalar nuevas estaciones de monitoreo en las diversas redes de monitoreo	53
WP2.1.6. Llevar a cabo mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones en las diferentes redes de monitoreo	54
WP2.1.7. Generar información oportuna sobre de 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	54
WP2.1.8. Brindar apoyo a la Entidad en el monitoreo de puntos críticos	55
WP2.1.9. Monitorear y capturar datos de interés a diferentes escalas temporales haciendo uso de VANTS	58
WP2.1.10. Brindar apoyo a la Entidad para el acompañamiento en la atención de emergencias	58
WP2.2. Fortalecimiento	59

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	59
WP2.2.2. Gestionar e implementar algoritmos, procesos y técnicas que garanticen la calidad de los datos registrados en las redes hidrometeorológicas	73
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	73
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	73
WP2.2.5. Proveer sostenibilidad a las redes	74
WP2.2.6. Generar información oportuna sobre las consecuencias generadas por sismos	74
WP2.2.7. Garantizar el seguimiento de las redes de monitoreo sísmico	74
WP2.2.8. Fortalecer y desarrollar la infraestructura IT para la gestión del conocimiento y el cumplimiento de las actividades misionales	75
WP2.2.9. Establecer un ecosistema tecnológico para la gestión de datos	75
WP2.2.10. Optimizar los aplicativos de difusión de alertas en tiempo real	76
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)	76
WP2.2.12. Propender por la actualización tecnológica, el mejoramiento y la densificación de las redes de monitoreo	77
WP2.3. Innovación	78
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	78
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	78
WP2.3.3. Proveer mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones de las diferentes redes de monitoreo	79
WP2.3.4. Generar información oportuna sobre de los procesos físicos relacionados con la meteorología y climatología de la región	79
WP2.3.5. Avanzar en la implementación de técnicas de teledetección para el monitoreo de movimientos en masa	79
WP2.3.6. Implementar sensores de humedad	80
WP2.3.7. Propender por la sostenibilidad de las redes de monitoreo sísmico	80
WP2.3.8. Fortalecer y desarrollar la infraestructura IT para la gestión del conocimiento y el cumplimiento de las actividades misionales	80

WP2.3.9. Establecer un ecosistema tecnológico para la gestión de datos	81
WP2.3.10. Monitorear y capturar datos de interés a diferentes escalas temporales haciendo uso de VANTs	81
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	81
WP2.3.12. Identificar potenciales herramientas para la teledetección	82
WP2.3.13. Investigar, evaluar y fortalecer el uso de nuevas tecnologías (sensores para medición y protocolos de intercambio de información IoT)	82
WP2.4. Ciclo de vida del dato	83
WP2.4.1. Gestionar e implementar algoritmos, procesos y técnicas que garanticen la calidad de los datos	83
WP2.4.2. Proveer sostenibilidad a las redes	83
WP2.4.3. Propender por el sostenimiento de las redes de monitoreo sísmico	83
WP2.4.4. Monitorear y capturar datos de interés a diferentes escalas temporales haciendo uso de VANTs	83
WP2.4.5. Generar una infraestructura de almacenamiento con la información más relevante	84
WP3.1. Comunicación	85
WP3.1.1. Construir y ejecutar un Plan de Comunicaciones que incluya plan de medios masivos, pauta en redes y presupuesto	85
WP3.1.2. Gestionar el sitio web, Geoportal y aplicativos del proyecto SIATA	89
WP3.1.3. Conceptualizar, diseñar, y generar contenido técnico	90
WP3.1.4. Generar espacios académicos y de intercambio de experiencias e información con otros modelos de CTel	92
WP3.1.5. Diseñar una estrategia piloto para la creación de un Laboratorio de Innovación Social y Deliberativa	93
WP3.1.6. (Calidad del aire) Realizar campañas de sensibilización y difusión con la ciudadanía y los actores interesados	94
WP3.2. Educación	98
WP3.2.1. Potenciar los procesos de Apropiación Social del Conocimiento por medio de prácticas experienciales con públicos priorizados	98
WP3.2.2. Fortalecer los procesos educativos de la red de Semilleros de Ciudadanos Científicos	98
[WP3.2.3.] Fortalecer los procesos educativos de la Red de Educadores Científicos	100
[WP3.2.4.] Fortalecer la estrategia Territorio al aire: diálogo de saberes	102
[WP3.2.5.] Diseñar y construir material edu-comunicativo, lúdico y pedagógico con enfoque en inclusión	102

[WP3.2.6.] Realizar procesos educativos y de transferencia del conocimiento relacionados con calidad del aire y ruido ambiental	105
WP3.3. Relacionamiento, articulación y gestión con actores estratégicos	107
WP3.3.1. Adelantar procesos de articulación con organizaciones de carácter público y/o privado	107
WP3.3.2. Fortalecer los procesos sociales con las comunidades y los públicos de interés	107
[WP3.3.3.] Participar de diferentes espacios técnicos y de gobernanza	113
[WP3.3.4.] Gestionar las estrategias y redes con grupos de interés para la identificación de potencialidades y la implementación de acciones	113
WP3.3.5. Fortalecer los procesos con los gestores de riesgo, organismos de socorro, UMGRD y público de interés	113
WP3.3.6. Apoyar al AMVA en los espacios de gobernanza donde se promuevan conversaciones ciudadanas	116
WP3.4. Gestión del conocimiento técnico y científico	117
WP3.4.1. Generar los boletines técnicos e informes especializados de cada uno de los componentes del proyecto	117
WP3.4.2. Documentar, administrar y socializar procedimientos, protocolos y manuales de los diferentes procesos	117
WP3.4.3. Responder a las solicitudes del AMVA, entidades públicas y privadas, ciudadanía y medios de comunicación	118
WP3.4.4. Realizar procesos de investigación en temas relacionados y de interés del proyecto y de la Entidad	118
WP3.4.5. Brindar soporte tecnológico para la gestión documental y de información generada por los diferentes componentes del proyecto	119
WP4.1. Gestionar las labores de instalación, mantenimiento, verificación y calibración (según aplique) de las redes de instrumentación	120
WP4.1.1. Planificar la instalación de nuevas estaciones e instrumentos en las diversas redes del proyecto	120
WP4.1.2. Gestionar y verificar la ejecución de compras necesarias en el proyecto	122
WP4.1.3. Gestionar la logística de transporte para la ejecución de las actividades del proyecto	122
WP4.1.4. Gestionar protocolos de verificación y calibración inicial de los equipos adquiridos	123
WP4.1.5. Planificar el mantenimiento de estaciones e instrumentos de las diversas redes del proyecto .	123
WP4.1.6. Garantizar el adecuado funcionamiento de infraestructura de las estaciones de monitoreo . . .	123
WP4.1.7. (Calidad del aire) Garantizar el cumplimiento del plan de aseguramiento metrológico	124
WP4.1.8. Revisar y formalizar las acometidas de la red del proyecto	124

WP4.1.9. Velar por la gestión del inventario eficaz que garantice el suministro oportuno de insumos, consumibles, materiales, herramientas y repuestos	125
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	126
WP4.2.1. Gestionar los requerimientos exigidos por los entes de control relacionados con el uso de VANTs	126
WP4.2.2. Formular el plan de adquisiciones y reposición para la renovación tecnológica de variables prioritarias	127
WP4.3. Propender por una gestión eficaz de inventario general y activos fijos, y una evaluación técnica de vida útil y depreciación	128
WP4.4. Gestionar el Sistema de Gestión Integral (Calidad, Talento Humano, Administrativo y Financiero)	129
WP4.4.1. Asegurar la actualización y mantenimiento permanente del Sistema de Gestión de Calidad (SGC)	129
WP4.4.2. (Calidad del aire) Mejorar y actualizar de manera continua del SGC para la Red de Calidad del Aire	134
WP4.4.3. Propender por la gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo	137
WP4.4.4. Ejecutar planes de mejoramiento derivados de auditorías atendidas	138
WP4.4.5. Garantizar la disponibilidad y el mantenimiento de infraestructura, espacios y recursos necesarios para la ejecución del proyecto	138
WP4.4.6. Identificar necesidades desde la gestión estratégica, administrativa y financiera, marco normativo y cultura	138
WP4.4.7. Llevar a cabo procesos formativos y de capacitación que sean requeridos	138
WP4.4.8. Gestionar el talento humano a través de sus procesos relacionados	139
WP4.5. Proponer e implementar estrategias para garantizar la continuidad del proyecto	141
WP4.5.1. Revisar la estructura organizacional con sus diferentes niveles, roles, responsabilidades y funciones	141
WP4.5.2. Identificar oportunidades de prestación de servicios a actores públicos y/o privados, y otras partes interesadas	141
WP4.5.3. Gestionar convenios de cooperación e intercambio de información técnica	141
WP4.5.4. Articular, en conjunto con el AMVA, una estrategia para que el proyecto SIATA continúe en el tiempo	142
Referencias	143
Anexos	144

Prefacio

El proyecto Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá (SIATA), en su vigencia 016-2024, se estructura en cuatro grandes paquetes de trabajo (Work Packages, WP), que se encuentran conectados entre sí, en sólida interdependencia, siguiendo la aproximación conceptual mostrada en la 1.1. Nótese que la pirámide en la parte baja del diagrama es una versión extendida o modificada de la pirámide de jerarquía o gestión del conocimiento (DIKW pyramid, por sus siglas en inglés), cuya base inicia en el nivel de los **datos** (D). Los datos se definen como representaciones numéricas, alfabéticas, de atributos o de ciertas características de una entidad dada. En el nivel inmediatamente superior se encuentra la **información** (I), la cual se define como conjuntos organizados de datos que permiten interpretar comportamientos, patrones y tendencias, entre otros aspectos, de determinados fenómenos. En el nivel inmediatamente superior, y punto más alto de la pirámide (en nuestra propuesta no se incluye la *sabiduría*, Wisdom en inglés, tradicionalmente incluida en DIKW), se encuentra el **conocimiento** (K, por sus siglas en inglés; o entendimiento, inteligencia, capacidad de raciocinio), que se define como la capacidad que tenemos para actuar y producir resultados. Los tres niveles mencionados (DIK) constituyen en la presente propuesta el primer paquete de trabajo, o **WP1**, y se articulan bajo la estructura de un observatorio de amenazas y riesgos. Cuando los datos son procesados, agrupados, analizados y filtrados, se pueden utilizar en la realización de cálculos de más alto nivel y en la generación de conocimiento, o pueden servir para informar procesos de toma de decisiones.



Figura 1.1: Estructura conceptual de la vigencia 016-2024 del proyecto SIATA.

El segundo paquete de trabajo, **WP2**, está constituido por los niveles inferiores de la pirámide, relacionados con sensores/redes/instrumentación/datos externos, telecomunicación y almacenamiento. Nótese que estos niveles resumen los pasos 3 a 9 de la ruta del dato (generación, transmisión, almacenamiento y despliegue) tradicionalmente implementada por el proyecto SIATA. La ruta del dato inicia con la generación de información, ya sea a través de la interacción del usuario, sensores o sistemas integrados. Una vez generado, este dato se procesa y se almacena en bases de datos o servidores. Finalmente, cuando un usuario accede a una página o servicio web, se hace una solicitud a estos servidores, permitiendo que la información viaje de vuelta a través de redes y protocolos, culminando su trayecto en el despliegue visual

en la interfaz del usuario. Con este interés, el WP2 propone un plan para garantizar todos los procesos que permiten la generación de los datos requeridos en los diferentes frentes del proyecto.

El tercer paquete de trabajo, **WP3**, que se representa como una pirámide invertida sobre la pirámide de jerarquía o gestión del conocimiento, tiene como punto de nacimiento, intersección o encuentro la activación, emisión permanente y notificación continua de alarmas y alertas tempranas. La pirámide incluye los tres niveles prioritarios de interacción con los públicos objetivo del proyecto SIATA: la apropiación social del conocimiento (ASC), la divulgación y la comunicación a todos los actores del territorio metropolitano. Con este interés, en la presente propuesta se propone un Plan de Apropiación Social del Conocimiento para la gestión del riesgo (incluyendo variabilidad y cambio climático) y la calidad del aire para los diferentes públicos de interés.

Por último, el cuarto paquete de trabajo, **WP4**, el cual es transversal a los paquetes de trabajo WP1, WP2 y WP3, abarca todas y cada una de las actividades relacionadas con la planeación de actividades, el direccionamiento estratégico, la transversalidad de procesos, el fortalecimiento de capacidad instalada, la continuidad y sostenibilidad de procesos, la gestión integral, y el cumplimiento de actividades de carácter obligatorio que son reguladas por el marco legal pertinente.

Las grandes actividades y subactividades propuestas para cada uno de los paquetes de trabajo mencionados se presentan en la 1.2.

[WP1.1.]	[WP1.1.1.] - [WP1.1.4.]
[WP1.2.]	[WP1.2.1.] - [WP1.2.13.]
[WP1.3.]	[WP1.3.1.] - [WP1.3.2.]
[WP2.1.]	[WP2.1.1.] - [WP2.1.10.]
[WP2.2.]	[WP2.2.1.] - [WP2.2.12.]
[WP2.3.]	[WP2.3.1.] - [WP2.3.13.]
[WP2.4.]	[WP2.4.1.] - [WP2.4.5.]
[WP3.1.]	[WP3.1.1.] - [WP3.1.6.]
[WP3.2.]	[WP3.2.1.] - [WP3.2.6.]
[WP3.3.]	[WP3.3.1.] - [WP3.3.6.]
[WP3.4.]	[WP3.4.1.] - [WP3.4.5.]
[WP4.1.]	[WP4.1.1.] - [WP4.1.9.]
[WP4.2.]	[WP4.2.1.] - [WP4.2.2.]
[WP4.3.]	--
[WP4.4.]	[WP4.4.1.] - [WP4.4.8.]
[WP4.5.]	[WP4.5.1.] - [WP4.5.4.]

Informe mensual
de 16 capítulos
(# de actividades)

Figura 1.2: Estructura de la vigencia 016-2024 del proyecto SIATA: cuatro (4) Work Packages – WPs; dieciséis (16) actividades; y ciento cinco (105) sub-actividades o “tareas”.

Reporte de avance: porcentaje e indicadores

A continuación se presenta el resumen del avance general de las actividades de la vigencia 016-2024. Al final del mes que se documenta en este informe, el porcentaje ponderado de avance alcanzó el **105.64 %**. En la Figura 2.1 se muestran los porcentajes acumulados individuales para las componentes de riesgo y aire del proyecto. Nótese que se muestra la figura correspondiente al mes de noviembre (último mes de la vigencia propuesta), dado que el mes que se documenta en este informe está en el período de ejecución del otrosí firmado entre el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y la Universidad EAFIT.

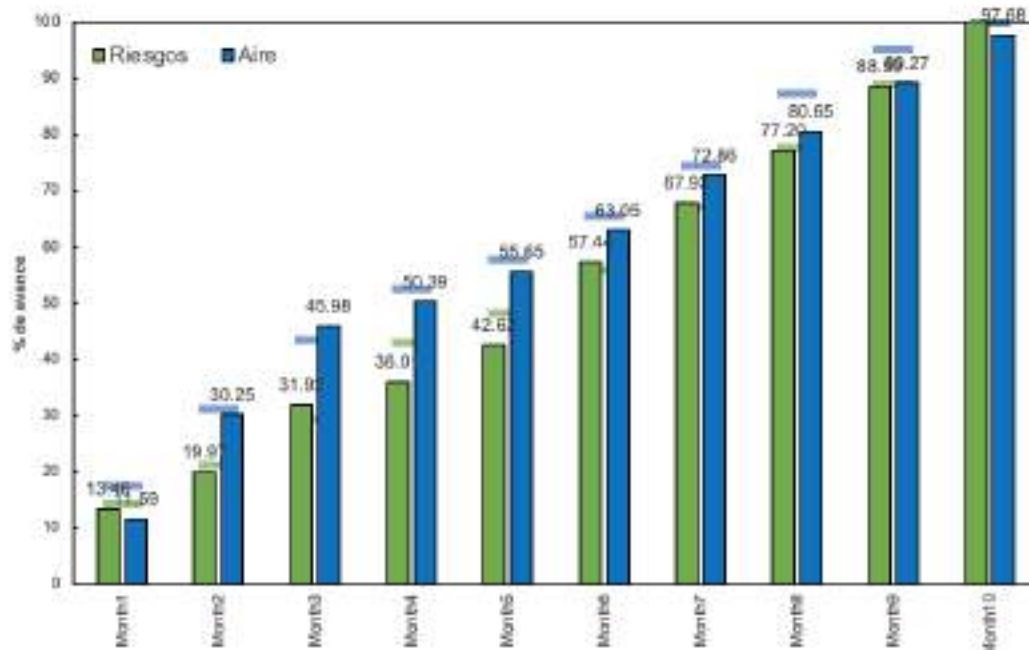


Figura 2.1: Porcentaje de avance a la fecha de cierre del informe mensual, vigencia 016-2024.

En la Tabla 2.1 se listan, por su parte, los productos e indicadores de desempeño a la fecha. El seguimiento mes-a-mes de estos indicadores puede ser consultado en la plataforma SIATA 016-2024 project management, la cual se comparte por medio electrónico. Los productos e indicadores relacionados en la tabla se incluyen además en las sub-actividades y actividades del proyecto asociados a ellos. Se debe tener presente que la plataforma SIATA 016-2024 de seguimiento del proyecto cierra la última semana de cada mes de reporte, el día sábado de tal semana. En algunos casos, no coincide con el último día de mes calendario del proyecto, razón por la cual los indicadores presentados en la escala mensual en algunas de las sub-actividades pueden mostrar algunas diferencias mínimas con respecto a los valores

aquí consignados.

Tabla 2.1: Relación de productos e indicadores de desempeño a la fecha.

WP y producto	Producto/Indicador	Desempeño
WP1.P1.1	Reportes de pronóstico meteorológico.	1018
WP1.P1.2	Reportes de pronóstico estacional.	6.2
WP1.P2.1	Reportes de pronóstico de las concentraciones de contaminantes -PM2.5-, anticipando los periodos de gestión de episodios.	2.1
WP1.P2.2	Reportes de pronóstico de las concentraciones de contaminantes -PM2.5-, durante episodios.	74
WP1.P3	Reportes de eventos de precipitación (depende del número de eventos que ocurren).	374
WP1.P4	Reportes de susceptibilidad de incendios en cobertura vegetal con el resumen de incendios y columnas de humo reportadas en la última semana.	250
WP1.P5	Reportes de eventos sísmicos (depende del número de eventos que ocurren).	4
WP1.P6	Reportes de respuesta estructural ante eventos sísmicos (depende del número de eventos que ocurren).	0
WP1.P7	Reportes online de herramientas para la gestión de la calidad del aire.	339
WP1.P8	Proporción de avance en el desarrollo del código fuente de herramienta operativa para la generación de alertas.	1.0
WP2.P1	Sistemas de Alerta Temprana Comunitarios (SATCs) instrumentados.	2
WP2.P2	Reportes de profundidad del agua (lámina de agua) en las secciones transversales de corrientes superficiales monitoreadas.	889
WP2.P3	Número de imágenes de reflectividad (escala de intensidades de precipitación), según información del radar meteorológico.	1798
WP2.P4	Número de imágenes compuestas GeoColor + IR del satélite GOES-16.	884
WP2.P5	Reportes diarios de hotspots regionales (para el norte de Colombia y Venezuela en el primer semestre del año; y para la región Amazónica en el segundo semestre del año).	297
WP2.P6	Reportes de descargas eléctricas, según información del sensor GLM.	55
WP2.P7	Reportes de temperatura del aire en superficie (según registros de la red meteorológica), e imágenes de la red de cámaras en tierra de la bóveda celeste (fish-eye) y de cámaras visibles del proyecto.	989

Continúa en la siguiente página

Tabla 2.1 – Continuación de la página anterior

WP y producto	Producto/Indicador	Desempeño
WP2.P8	Reportes del Índice de Calidad del Aire-ICA, basado en PM2.5 (promedio de las últimas 24 horas, con cierre a las 05:00 a.m y promedio del día anterior) para las estaciones de monitoreo de calidad del aire del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, tanto para estaciones de representatividad poblacional (primera parte del reporte) como las estaciones de tráfico o industriales (segunda parte del reporte).	312
WP2.P9	Reportes del Índice de Calidad del Aire (ICA, basado en PM2.5) semanal para las estaciones de monitoreo de calidad del aire.	330
WP2.P10	Reportes de condiciones meteorológicas actuales (velocidad y dirección del viento, humedad relativa, temperatura del aire cerca de la superficie y probabilidad de lluvia) para apoyar el proceso de toma de decisiones durante emergencias, según los datos de la red meteorológica.	17
WP2.P11	Imágenes de la red de cámaras de espectro visible que son utilizadas para el monitoreo del drenaje urbano.	53
WP2.P12	Reportes de imágenes de cámara(s) en espectro visible (dependiendo de la disponibilidad) y cámara(s) térmica(s) (dependiendo de la ocurrencia) de eventos de incendios de cobertura vegetal y zona de interfaz que ocurren en el territorio.	292
WP2.P13	Reportes de acumulados de lluvia de los últimos 10 minutos de eventos que ocurren en el territorio.	6
WP2.P14	Reportes mensuales de análisis de recurrencia de problemas de la red hidrometeorológica y de movimientos en masa.	11
WP2.P15	Porcentaje de avance en la estructuración del código fuente/algoritmo, procesos y técnicas que garanticen la calidad de los datos registrados en las redes del proyecto (hidrometeorológica y de calidad del aire).	0.9
WP2.P16	Planes de ejecución de campañas de monitoreo, con objetivo, cronograma, metodología y propuesta de análisis de resultados, y número de campañas de monitoreo adelantadas.	1.00
WP2.P17	Atención de solicitudes de información que se reciben en el correo (solicitud.datos@siata.gov.co).	404
WP2.P18	Reportes de láminas de precipitación total y precipitación sólida registradas por la red de disdrómetros.	60
WP2.P19	Reportes de acumulado (lámina) semanal de precipitación, según la información del radar meteorológico.	47
WP2.P20	Reportes de viento máximo en los últimos 5 minutos, según los registros de la red meteorológica.	34
WP3.P1	Proporción de avance de la estructuración del Plan de Comunicaciones.	1
WP3.P2	Espacios académicos y de intercambio de experiencias e información con otros modelos de CTel.	2

Continúa en la siguiente página

Tabla 2.1 – Continuación de la página anterior

WP y producto	Producto/Indicador	Desempeño
WP3.P3	Campañas de sensibilización y difusión con la ciudadanía y los actores interesados en la problemática de calidad del aire del Valle de Aburrá.	1.5
WP3.P4	Sistemas de Alerta Temprana Comunitarios (SATCs) activos.	39
WP3.P5	Número de llamados y activaciones de alarmas.	55
WP3.P6	Informes para Procuraduría: resumen de las condiciones promedio y los valores máximo y mínimo del mes previo, así como el número de veces que se supera la norma diaria, para cada parámetro, por estación, y para las redes de Calidad del Aire y Ruido Ambiental.	9
WP3.P7	Informes anuales: consolidados del comportamiento anual de todos los parámetros de calidad del aire y comparación con la norma. Incluyen análisis de tendencias de largo plazo, para por lo menos los últimos cuatro años, así como valoración del comportamiento de las medias móviles diarias y su comparación con la norma anual, con el fin de identificar el porcentaje de excedencias por estación y por contaminante.	1
WP3.P8	Informes de inicio y cierre de cada uno de los periodos de gestión de episodios por contaminación atmosférica.	4.25
WP3.P9	Informes de avance mensual.	10
WP3.P10	Informes consolidados anuales.	0
WP3.P11	Reportes diarios operativos (incluye eventos de precipitación, ráfagas de viento y temperaturas máximas, incendios reportados, reportes a organismos de gestión del riesgo, reportes a comunidad, alarmas activadas, aumentos de niveles en quebradas e inundaciones en deprimidos, movimientos en masa, registros de calidad del aire, eventos sísmicos, y apoyo a organismos externos).	12
WP3.P12	Solicitudes (especiales) atendidas.	136
WP4.P1	Acometidas eléctricas de la red del proyecto revisadas y formalizadas.	25
WP4.P2	Procesos intervenidos (SGC).	20

Resumen WP1: Observatorio de amenazas y riesgos

Geociencias

En el mes de diciembre se reportaron 26 eventos de precipitación, cifra superior al promedio entre los años 2013 y 2023 que es de 18.

En total se registraron 35 eventos sísmicos en la red acelerográfica del Valle de Aburrá (RAVA), siendo los más notorios el del 24 de diciembre de 2024 a las 20:33:33 hora UTC, originado en Maceo, Antioquia, con magnitud 4.4, y el del 26 de diciembre de 2024 a las 00:52:41 hora UTC, originado en Tarazá, Antioquia, con magnitud 5.1. Para ambos eventos, las mayores aceleraciones se registraron en la estación BAR (Barbosa, Antioquia).

Durante el mes de diciembre, se avanzó en el desarrollo e implementación de algoritmos destinados a la visualización y análisis de los resultados del modelo numérico WRF en su configuración COMFS. Adicionalmente, se implementó de manera operativa la visualización de los pronósticos de precipitación del ECMWF que se actualizan dos veces al día.

El análisis de proyecciones climáticas basado en índice de confort térmico para diferentes horizontes muestran incrementos de hasta 3°C para el Valle de Aburrá en el largo plazo, lo que indica condiciones de mayor estrés por calor en la región.

En el marco de la investigación sobre influencia de factores climáticos en la precipitación, se está trabajando en el análisis de los eventos asociados a ondas tropicales. Adicionalmente, se está evaluando el impacto de las fases de la Oscilación de Madden-Julian (variabilidad intra-estacional) en los patrones de precipitación en la región Andina.

Durante el mes de diciembre, se continuó con el avance relacionado con la comparación de los modelos hidrológicos SWAT, SAC-SMA, y TETIS en las estaciones ubicadas a lo largo del río Medellín que cuentan con curva de estimación de caudales. Se encontró que el modelo TETIS representa mejor los caudales base y los máximos, mientras que el SWAT es el más alejado de las observaciones. En las épocas de sequía, el SAC-SMA es el que mejor representa los caudales. Se espera realizar más comparaciones en el futuro considerando más eventos para obtener conclusiones más robustas.

Adicionalmente, se realizó un análisis de índices de sequías para el territorio metropolitano usando información de la red de aguas subterráneas a partir del Índice de Nivel Piezométrico Estandarizado (SGI) usando información de campañas previas. Se encontró que durante 2015, 2016 y 2019 se obtuvieron valores para el SGI inferiores a -1 en la mayoría de las estaciones evaluadas, lo que indica una sequía moderada como respuesta a El Niño. Estos resultados pueden ser de utilidad para detectar sequía hidrológica en nuestro territorio.

En cuanto a incendios, durante el mes de diciembre se completó el análisis del ciclo anual y diurno del viento para las estaciones de la red meteorológica encontrando que en general, los meses con mayores velocidades registradas son enero - febrero, y julio - agosto. Espacialmente, las rosas de vientos mues-

tran un patrón en las estaciones del norte del valle, con ingresos predominantes desde el nororiente; en Medellín y los municipios del sur no se observó un patrón espacial definido. Además, se exploró el uso e implementación de redes neuronales para la detección automática de incendios a partir de imágenes de cámaras visibles e infrarrojas.

En la cuantificación y evaluación del riesgo por inundaciones en el piloto en Sabaneta, se llevó a cabo un análisis de riesgo por inundación para personas y vehículos, obteniendo mapas de áreas de inundación para cada categoría según períodos de retorno de 10, 100 y 250 años.

Se implementó y validó el modelo *Flow-R* para evaluar la susceptibilidad y las posibles afectaciones por avenidas torrenciales en la cuenca de la quebrada La Manguala, en Medellín, y El Chocho, en Barbosa, identificando áreas y construcciones expuestas en ambos casos. Para el futuro se plantea ampliar la validación del modelo en otras cuencas de la región para estimar la infraestructura y la población expuesta.

En cuanto a la red de monitoreo estructural se completó el análisis de las jornadas de vibración ambiental del nuevo edificio instrumentado (Alcaldía de Caldas) y se realizaron los ajustes necesarios aprovechando los avances tecnológicos ofrecidos por las nuevas versiones de los sensores Raspberry Shake instalados.

Calidad del Aire

Desde el componente de calidad del aire, en este periodo se consolidó una base de datos histórica de pronósticos meteorológicos de alta resolución del ECMWF, la cual servirá de base para el entrenamiento de nuevos modelos de pronóstico de PM2.5. Se descargaron datos entre 2017 y 2024 para el Valle de Aburrá, incluyendo pronósticos inicializados a las 00 UTC con un horizonte de 90 horas, y múltiples variables meteorológicas en niveles de presión y en superficie. Los datos fueron procesados para estandarizar unidades y filtrar datos que puedan influir negativamente en el proceso de entrenamiento. Posteriormente, la información se integró en un formato uniforme, similar al de GFS y WRF, que incluye los datos de las distintas variables en los diferentes horizontes de pronóstico para cada fecha de inicialización de los pronósticos. En los próximos meses, se entrenarán modelos de pronóstico de PM2.5 utilizando esta base de datos y se compararán con resultados obtenidos usando GFS y WRF para evaluar su desempeño.

Adicionalmente, para el modelo de transporte de contaminantes y química de la atmósfera usando el modelo WRF-Chem, se evaluó el desempeño de un experimento adicional de dominios con el modelo WRF-Chem. El nuevo experimento extiende el dominio interno del modelo a una resolución de 1 km, abarcando un área mayor que configuraciones anteriores (CTRL y 3dom:1:5), lo que permite capturar mejor la interacción entre los campos meteorológicos y la topografía. Aunque los errores en temperatura aumentaron, el nuevo dominio mejoró la representación de la velocidad y dirección del viento, con menores errores y mayores correlaciones. Sin embargo, esta configuración tiene un costo computacional un 57 % más alto, lo que plantea desafíos para su uso en simulaciones más largas. Estos resultados destacan la importancia de las simulaciones de alta resolución, pero también la necesidad de equilibrar las ganancias en términos de precisión y las limitaciones computacionales.

Para el caso de las diferentes campañas de monitoreo de contaminantes atmosféricos se continuó con la caracterización del flujo vehicular en dos sitios del Valle de Aburrá, donde se tienen ubicados sensores tipo Armadillo, uno en el municipio de Girardota y otro en la sede Caribe de la Fiscalía General de la Nación en el Distrito Especial de Medellín. La información aportada por estos sensores se complementó con los datos de clasificación de los vehículos. Se aclara que los 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. La caracterización del flujo vehicular en diferentes puntos, permite entender el comportamiento de parámetros de contaminación atmosférica que están muy influenciados por el aporte de las fuentes móviles.

Por otro lado, en este informe se describen los resultados obtenidos durante la campaña de monitoreo de PM_{2.5} en la atmósfera vertical a partir de globos cautivos realizadas el 6 y 7 de noviembre de 2024 en la cancha principal de la Universidad EAFIT. Estudiar el comportamiento del PM_{2.5} en la vertical no solo permite caracterizar la distribución de contaminantes en la atmósfera, sino que es útil para evaluar procesos como el transporte y dispersión, y comprender mejor la relación entre la meteorología y la calidad del aire. A pesar de que el montaje tuvo un sensor adicional de PM_{2.5}, las mediciones alcanzaron alturas superiores a 350 metros debido al uso de globos de mayor capacidad, con material mas liviano y de un hilo kevlar con menor peso. En general, los datos recolectados mostraron variaciones en las concentraciones de PM_{2.5} entre los dos días, con valores más altos el 7 de noviembre. Particularmente, el 7 de noviembre se identificaron mayores concentraciones de material particulado en el sensor elevado en altura, junto con una variabilidad típica de condiciones de transporte descendente de contaminantes. No obstante, la ausencia de datos entre el sensor elevado en altura y el sensor ubicado en superficie limita las conclusiones al respecto. Estos resultados refuerzan la importancia de continuar con monitoreos de PM_{2.5} en la vertical durante los períodos de gestión de episodios de contaminación atmosférica.

Por último, los resultados de la caracterización aniónica de las muestras del PM_{2.5} recolectadas en las estaciones GIR-EPM, CEN-TRAF y ITA-CJUS, las cuales fueron analizadas por parte del Laboratorio Instrumental de Alta Complejidad de la Universidad de la Salle -LIAC-, se esperan reportar para el mes de enero del año 2025. Para la campaña de caracterización química de compuestos tóxicos, las muestras para la evaluación de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), fueron medidos en cinco puntos de monitoreo de PM₁₀ manual en el Valle de Aburrá en la campaña realizada entre octubre y noviembre de 2024. En el mes de diciembre el Grupo de Investigación en Gestión y Modelación Ambiental - GAIA de la Universidad de Antioquia, envió el preinforme en el cual se reporta el estado de análisis de avance de las muestras, que en su primera etapa incluye la evidencia de la presencia de los HAPs en las muestras analizadas, mas no su cuantificación.

Resumen WP2: Ruta del dato

La red hidrometeorológica in-situ del proyecto SIATA contó en el mes de diciembre con 415 estaciones activas, de las cuales el mayor número correspondió a pluviómetros (165), seguidos por sensores de nivel (141). Adicionalmente, el proyecto contó con quince (15) 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 6664 mantenimientos (578 preventivos y 86 correctivos) de las estaciones.

En las labores de fortalecimiento, en el mes se realizaron nueve (9) herramientas de desarrollo de código y dieciocho (18) 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. Por otra parte, con la instrumentación sísmica de las dos (2) edificaciones que componen el Centro Administrativo Municipal de Caldas, se marcó uno de los hitos más importantes de la presente vigencia. Por último, se realizó el respaldo de algunas bases de datos y tablas específicas, almacenando las mismas en el servidor de almacenamiento STORINATOR 1.

En innovación, se completó el diseño y construcción de una estructura de protección funcional para el UAS de espacios confinados. Esta estructura fue sometida a pruebas de impacto estáticas, determinando que su límite máximo de resistencia corresponde a caídas desde una altura de 2 metros.

En el ciclo de vida del dato, se resalta que se realizó la revisión y curaduría de los registros acelerográficos asociados a treinta y cinco (35) 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 del aire, en el mes de diciembre se dio continuidad a las gestiones de reubicación de equipos de medición de contaminantes atmosféricos en la ZUAP del sur del Valle de Aburrá. Se realizó recorrido de campo el día 12 de diciembre buscando identificar posibles puntos de instalación del equipo de monitoreo de PM_{2.5} en cercanías de la estación Estrella Metro, con lo cual se busca hacer seguimiento a las concentraciones de este contaminante, en una zona declarada por la Autoridad Ambiental como área fuente de contaminación alta.

Adicionalmente, se mantuvieron en operación permanente los diferentes equipos que componen las redes de Calidad de Aire, Ruido Ambiental, y el programa de Ciudadanos Científicos. Se realizaron los mantenimientos preventivos y correctivos a todos los sensores y se implementaron las acciones tecnológicas y logísticas para garantizar el correcto funcionamiento de las redes. Todos los equipos de la red de monitoreo de calidad del aire oficial tuvieron durante el mes, un porcentaje de captación de datos superior al 75 %. Para el caso de las estaciones de monitoreo automático de variables meteorológicas, solamente la estación ubicada en BAR-PDLA, no tubo una captación de datos superior al 75 %, debido a que presentó inconsistencias en los protocolos de transmisión y almacenamiento de datos.

Respecto al porcentaje de datos válidos de la Red de Monitoreo de Ruido Ambiental, los equipos ubicados en las estaciones ITA-SAMA, CEN-TRAF y SAB-SEMS se encontraban en el proceso de calibración anual, por lo que el se obtuvieron porcentajes de datos válidos inferiores al 75 % para las variables LRAeqH, LRAeqD y LRAeqN. Adicionalmente la estación BEL-USBV presentó porcentajes de datos válidos inferiores al 75 % debido a inconvenientes de memoria presentado desde el 26 de diciembre.

Para la Red de Ciudadanos Científicos, el balance de la actividad de las Nubes fijas, para el mes de diciembre, arrojó que se contó con 263 Nubes instaladas, de las cuales, el 83 % (220) estuvieron activas al menos una vez durante el mes. Por otra parte, en el mes de diciembre de 2024, 188 sensores de ruido de la red de ciudadanos científicos, enviaron datos al menos un día al mes, de los cuales 176 entregaron datos para al menos la mitad del día del mes.

Por último, se mantuvieron en operación los equipos complementarios de las redes de calidad del aire que permiten realizar un análisis integral de los contaminantes en el aire y mantener activa la herramienta que facilita este análisis y que está permanentemente a disposición de la supervisión del AMVA y del equipo de análisis de datos del componente de calidad del aire de SIATA.

Resumen WP3: Plan de Apropiación Social del Conocimiento

En el mes de diciembre, el componente de Apropiación Social del Conocimiento del proyecto SIATA realizó importantes avances en la estrategia de comunicación y divulgación. A través de una gestión efectiva de redes sociales y el apoyo coordinado con la Oficina de Comunicaciones del Área Metropolitana, se mantuvo una comunicación asertiva, adaptándose a las necesidades del mes y a los desafíos ambientales típicos de la temporada seca.

En las redes sociales, se logró un crecimiento significativo en la cantidad de seguidores y en la interacción con la comunidad. En el mes de diciembre, Instagram alcanzó 21,293 seguidores y Facebook llegó a 13,389 seguidores, reflejando un aumento de participación notable en comparación con el mes anterior. Se realizaron 76 publicaciones en Instagram y 293 en Facebook, destacándose la publicación “Ruido decembrino en el Valle de Aburrá”, la cual tuvo un impacto considerable con 97,964 visualizaciones.

Se continuó con la divulgación activa de información a través de kits de prensa, distribuyendo cinco (5) conjuntos de materiales que incluían boletines de prensa, declaraciones en audio y video, y fotografías sobre temas relevantes como la calidad del aire y el manejo de riesgos durante las festividades decembrinas. Esta actividad no sólo informó al público, sino que también fomentó la participación activa y el pensamiento crítico sobre temas ambientales y de gestión del riesgo.

En cuanto a la relación con actores estratégicos, el equipo de Teledetección participó en reuniones con el Cuerpo de Bomberos de Sabaneta para explorar la viabilidad técnica de utilizar tecnologías de teledetección en simulacros de emergencia, lo que refuerza la integración del proyecto con los sistemas de respuesta locales.

Finalmente, el proyecto fortaleció su enfoque educativo y de transferencia de conocimiento, realizando dos (2) actividades importantes que promovieron la apropiación social del conocimiento científico sobre los contaminantes atmosféricos y la calidad del aire. Esto incluyó talleres y charlas que sensibilizaron a 48 personas sobre estos temas cruciales.

En conjunto, estas actividades no sólo evidencian el compromiso continuo del proyecto con la educación ambiental y la gestión de riesgos, sino también con la colaboración y la articulación con diversas entidades para fomentar una mayor resiliencia en el Valle de Aburrá.

Resumen WP4: Gestión y sostenibilidad de SIATA

En la Tabla 6.1 se relacionan las diferentes actividades llevadas a cabo en el WP4 en el mes de diciembre, 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 6.1: Resumen actividades Sistema de Gestión de Calidad y SST, diciembre de 2024.

Tema	Actividades	Cantidad
Revisión SGC	Documentos revisados, creados y actualizados en el listado de documentos y registros.	19
	Documentos revisados, creados y actualizados en el listado de documentos y registros [Calidad del Aire].	59
	Procesos intervenidos.	20
	Número de reuniones realizadas para la gestión y mejoramiento de procesos.	24
	Número por cargo de actividades contractuales revisadas.	6
	Número de informes de entrega de cargo reportados para el cierre del contrato CCT 016-2024.	3
	Número de comités de eventos y formación realizados.	0
	Ingresos de personal.	4 DAGRD, 3 proyecto
	Retiros de personal.	1 DAGRD, 3 proyecto
	Licencias.	7
SST	Número de permisos de ingreso a estaciones gestionados.	35
	Matriz IPEVRIC - control de cambios actualizados.	1
	Gestión de contratistas - visitas.	5
	Gestión de contratistas - visitas.	1
	Personas incapacitadas.	6
	Citas de medicina general.	3
	EMO egreso.	1
	Inspección de botiquines.	8
	Dotación de botiquines nuevos.	2
	Inspección de extintores.	68
	Inspección de camillas.	4
	Capacitaciones SST - número de personas.	2 - 30
	Reporte de accidentes de trabajo.	0
	Reporte de enfermedad laboral.	0
	Jornada de vacunación.	1

Diciembre 2024



CCT 016
de 2024

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.

Posprocesamiento nueva estrategia de pronóstico COMFS

Durante el mes de diciembre, se avanzó en el desarrollo e implementación de algoritmos destinados a la visualización y análisis de los resultados del modelo numérico WRF en su configuración COMFS. Estas herramientas facilitaron la comparación y verificación de la coherencia entre los resultados de los dominios anidados, tratados de manera desacoplada, lo que permitió identificar discrepancias en algunas variables simuladas. Estas diferencias destacaron aspectos de la configuración del modelo que requerían ajustes, los cuales se comenzaron a aplicar con el objetivo de mejorar la consistencia y precisión de las simulaciones en ambos dominios.

Pronóstico usando ensambles ECMWF

Teniendo como objetivo incrementar la capacidad de pronóstico usando diferentes fuentes de datos y mediante el desarrollo de nuevas herramienta se usó la información de los modelos globales del Centro de Pronóstico Europeo (ECMWF). En el mes de diciembre se realizó la implementación operativa del procesamiento de los datos proporcionados por ECMWF para las 51 ejecuciones de la variable de precipitación (1 control + 50 ensambles), esta información consiste en 2 ejecuciones al día para un horizonte de 15 días. Como resultado se pone a disposición para consulta el siguiente enlace <https://siata.gov.co/meteorologia/Forecast/ECMWF/>. Las figuras contenidas en el enlace se actualizan 2 veces al día (3 a.m. y 3 p.m.) en función de las ejecuciones operativas y disponibilidad de la información.

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 diciembre, 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 resultados que se muestran en la Tabla 7.1. El porcentaje de acierto promedio para el Área Metropolitana fue de 78.36 % (aumentó alrededor de 2 % respecto al mes de noviembre).

Tabla 7.1: Resumen efectividad pronóstico meteorológico diciembre 2024.

Tipo de reporte	Número
Barbosa	76.61 %
Girardota	78.23 %
Copacabana	79.03 %
Bello	79.03 %
Medellín centro	74.19 %
Medellín occidente	79.03 %
Medellín oriente	79.84 %
Sabaneta	79.03 %
La Estrella	83.06 %
Itagüí	75.81 %
Envigado	77.42 %
Caldas	79.03 %
Promedio mensual	78.36 %

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.

Los resultados detallados de esta actividad se pueden ver en el link: [Evaluación efectividad del pronóstico](#).

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

Índice Universal de Confort Térmico - UTCI

El análisis del ciclo anual de las proyecciones del índice UTCI basado en el modelo MRI-AGCM3-2-S muestra condiciones de estrés térmico moderado durante todos los meses para los periodos 2041-2060 (mediano plazo) y 2081-2099 (largo plazo), con mayores valores hacia finales de siglo (2081-2099). Asimismo, durante el mes de diciembre se analizaron los cambios trimestrales del índice UTCI respecto al periodo de referencia 1981-2010. Los resultados muestran un incremento en el valor del índice, siendo mayor en el largo plazo, lo que indica condiciones de mayor estrés por calor. En el mediano plazo, los meses entre marzo y noviembre presentan un aumento de aproximadamente 1.5°C en las subregiones del Bajo Cauca, Urabá y Magdalena Medio. Para el largo plazo, estas subregiones continúan registrando los mayores incrementos del índice durante todos los trimestres (valores cercanos a 4.2°C). En el caso del Valle de Aburrá, se proyecta un incremento importante de aproximadamente 3.0°C con respecto al periodo de referencia del histórico.

Evaluación de extremos cálidos

Asociado a la evaluación de los patrones del indicador AIu a partir de modelos HighResMIP, durante el mes de diciembre se comenzó el análisis de los campos verticales durante la ocurrencia de eventos extremos húmedos y secos en el territorio, principalmente en función del perfil de viento y la humedad específica. Se seleccionaron 3 secciones transversales alrededor del dominio de Antioquia: este (4°N - 10°N y centrada en 81°W), norte (79°W - 72°W y centrada en 10°N) y sur (79°W - 72°W y centrada en 4°N). En cada una de las regiones se realizó el producto entre el viento y la humedad específica, buscando analizar los patrones del flujos de humedad a través de las fronteras. Para las secciones norte y sur se tomó el viento meridional, mientras que para la este se tomó el viento zonal. Actualmente se adelanta el análisis de los patrones obtenidos a partir de los campos compuestos tanto en las fechas específicas con ocurrencia de eventos extremos en el territorio, como en periodos previos a dichas fechas para analizar la evolución de los eventos.

Escalamiento dinámico con WRF

Hasta la fecha, los periodos simulados son:

- Histórico: 1990-2000 (simulación completada).
- SSP2-4.5: 2040-2050 (simulación completada).
- SSP5-8.5: 2040-2046 (en proceso).

Con base en la información de estas simulaciones, se está avanzando en el procesamiento de la información de variables de interés, dentro de estas precipitación y temperatura.

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

Modelo de predicción estadística de la concentración de PM2.5

El entrenamiento de modelos de pronóstico basados en Machine Learning y su implementación operacional, depende enormemente de la información de entrada que se proporciona. Particularmente, los datos meteorológicos de calidad y su disponibilidad en tiempo real, son fundamentales para realizar pronósticos confiables del estado de la calidad del aire. Aunque existen múltiples bases de datos que pueden utilizarse para entrenar modelos de Machine Learning, la mayoría de campos meteorológicos disponibles tienen resoluciones muy bajas, con celdas de más de 25 km. Debido a su resolución, estas bases de datos no representan de forma adecuada el comportamiento de las distintas variables meteorológicas en regiones de topografía compleja como el Valle de Aburrá, por lo que es necesario llevar a cabo simulaciones regionales de alta resolución, las cuales tienen un costo computacional y son difíciles de mantener de manera operativa. En este sentido, durante el mes de diciembre, se consolidó la base de datos histórica de información meteorológica del Centro Europeo para el Pronóstico Meteorológico a mediano plazo (ECMWF por sus siglas en inglés), la cual tiene una resolución de 9 km.

ECMWF proporciona pronósticos meteorológicos globales a una resolución de 9 km, hasta 10 días en el futuro. De hecho, el modelo de ECMWF es reconocido por la comunidad atmosférica como el modelo dinámico operacional de más alta resolución. Inicialmente, se realizó la descarga de los datos en un área que cubre el Valle de Aburrá (5.8°N-6.7°N y 75.9°O-75.1°O) entre 2017 y 2024. Aunque los pronósticos se realizan 4 veces al día (a las 00, 06, 12 y 18 UTC), para esta primera aproximación se tomaron únicamente los pronósticos inicializados a las 00 UTC, y se descargaron los pronósticos a 90 horas, los cuales son suficientes para el horizonte de 3 días del modelo de pronóstico de PM2.5. Para los niveles de presión de 200, 500, 700 y 850 hPa, se descargaron las 3 componentes del viento (zonal, meridional y vertical). Adicionalmente, en niveles fijos (en superficie) se descargaron las siguientes variables:

- Flujo de calor sensible
- Flujo de calor latente
- Altura de la capa límite atmosférica
- Componente zonal del viento a 10 metros
- Componente meridional del viento a 10 metros
- Componente zonal del viento a 100 metros
- Componente meridional del viento a 100 metros
- Temperatura del aire a 2 metros
- Temperatura de rocío a 2 metros
- Radiación solar en superficie
- Radiación de onda larga neta
- Cobertura de nubes bajas
- Precipitación total
- Energía potencial convectiva (CAPE)
- Energía de inhibición de la convección (CIN)

Posteriormente, se consolidó la base de datos histórica de información de ECMWF, utilizando el mismo formato en el cual se consolidaron los datos históricos de los pronósticos de GFS y WRF. Para esto, se obtienen los pronósticos de las distintas variables hasta 90 horas para cada una de las fechas de inicialización, y se consolidan en un único archivo. Además, las variables crudas se procesaron para garantizar las mismas unidades que las bases de datos previas y la remoción de valores que puedan afectar el entrenamiento de los modelos. En los próximos meses se realizará el entrenamiento e implementación de los pronósticos de PM_{2.5} a partir de la base de datos histórica de pronósticos meteorológicos de ECMWF. Los resultados serán comparados con los pronósticos implementados con los modelos GFS y WRF, con el fin de discutir el desempeño de los pronósticos con esta información.

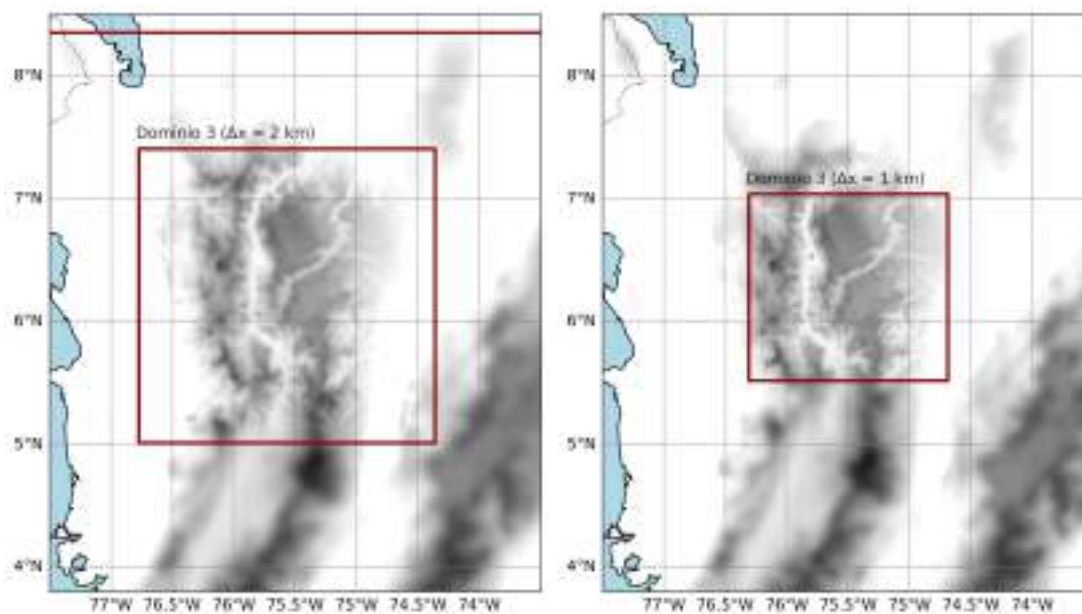
Modelación del transporte de contaminantes y química de la atmósfera usando el modelo WRF-Chem

El modelo WRF-Chem se destaca por su capacidad de combinar información climática, emisiones de contaminantes y reacciones químicas en una misma plataforma, lo que permite obtener una representación integral de los fenómenos atmosféricos y su influencia en las variaciones de diferentes contaminantes. Su implementación en investigaciones de calidad del aire es particularmente relevante, ya que posibilita capturar las características específicas de cada región, como topografía, fuentes de emisión (con el uso particular de los inventarios locales de emisiones) y patrones meteorológicos. Esto resulta esencial para abordar los desafíos únicos de áreas urbanas, como el Valle de Aburrá.

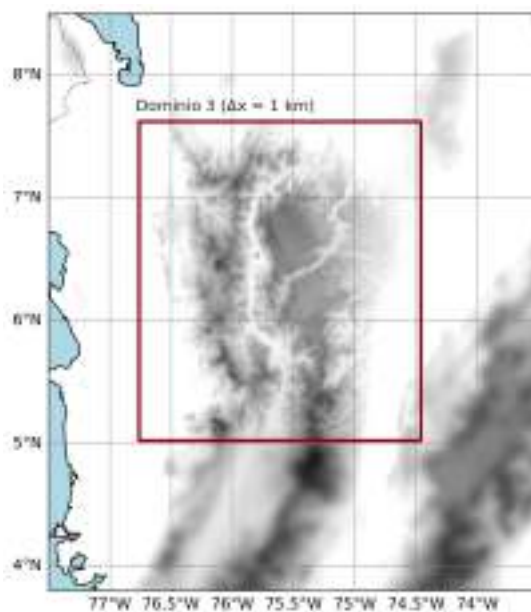
Durante el mes de diciembre se llevó a cabo y se analizó un último experimento para la configuración de dominios del modelo WRF-Chem. El nuevo experimento tiene el mismo número de dominios y la misma resolución que el experimento 3dom:1:5 reportado en los informes de los meses de [agosto](#) y [octubre](#), pero se realizó una extensión del dominio interno (el cual tiene una resolución de 1 km) con el fin de simular con una mayor resolución, la interacción de los campos meteorológicos con la topografía de las cordilleras occidental y central. Los resultados de este experimento se compararon con la simulación de control (CTRL) y con el experimento 3dom:1:5. La Figura 7.1 muestra las diferencias en la extensión espacial de las configuraciones de dominios a comparar, donde se puede apreciar que el nuevo experimento tiene incluso una mayor cobertura espacial que la simulación CTRL y una mayor resolución espacial.

De forma análoga a las evaluaciones realizadas previamente, se calculó la raíz del error medio cuadrático (RMSE), el sesgo (BIAS) y el coeficiente de correlación de Pearson para evaluar el desempeño. 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. 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 Figura 7.2 muestra el desempeño general para los experimentos con los distintos dominios. Se puede apreciar que los errores en la representación de la temperatura aumentaron en la configuración adicional con el dominio extendido. No obstante, la simulación con el dominio extendido tiene un mejor desempeño en la representación de la velocidad y la dirección del viento, con mayores correlaciones y errores más bajos en promedio para las estaciones analizadas.

En general, los resultados muestran la importancia que tiene la simulación de los campos meteorológicos a resoluciones más altas y a una escala más regional en la representación de los vientos al interior del valle. Sin embargo, es importante resaltar que la simulación con el dominio interno extendido tuvo un costo computacional notablemente más alto que la simulación 3dom:1:5, aproximadamente un 57 % más del tiempo, lo que limita la ejecución de una simulación de este tipo, especialmente para simulaciones más largas.



(a) Dominios de simulación para la corrida de control (CTRL). (b) Dominios de simulación para la corrida con 3 dominios y una relación de 5 a 1 (3dom:1:5).



(c) Dominios de simulación para la corrida con 3 dominios y una relación de 5 a 1, con un dominio interno extendido (3dom:1:5_ext).

Figura 7.1: Dominios de simulación para cada uno de los experimentos realizados con el modelo WRF-Chem.

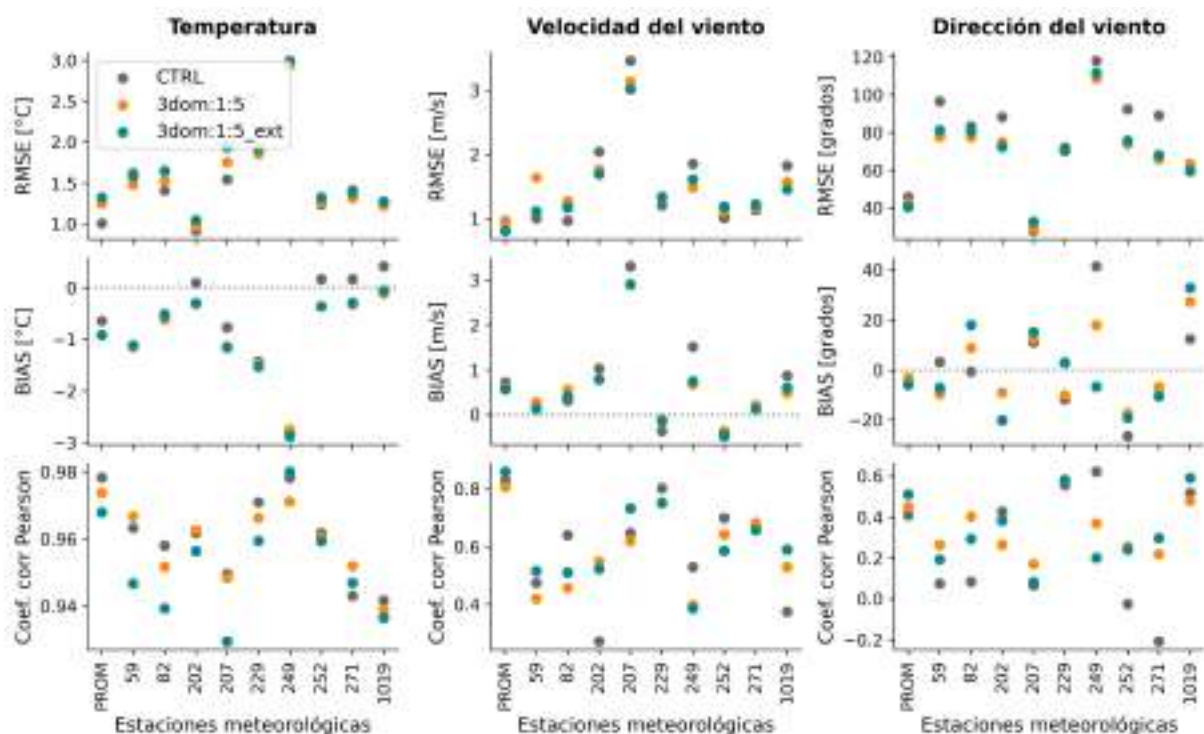


Figura 7.2: Métricas de desempeño para distintas estaciones meteorológicas usando las configuraciones de dominios CTRL, 3dom:1:5 y 3dom:1:5_ext. Los paneles superiores muestran los resultados para el error cuadrático medio (RMSE), los paneles del medio muestran el sesgo (BIAS) y los paneles inferiores 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.

Aunque el ejercicio de la caracterización del flujo vehicular no corresponde directamente al monitoreo de contaminantes criterio y no criterio, sí 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 tasa de 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 crece año tras año. 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 7.3 (a) y (b), se presentan los ciclos diurnos correspondientes al mes de diciembre de 2024 del número de vehículos circulando, 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 7.3 (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 400 vehículos saliendo) entre las 05:00 y 22:00 horas en ambas direcciones para los vehículos de tamaño mediano y un valor mínimo entre las 23:00 y las 04:00 horas (hasta cerca de 100 vehículos entrando y saliendo), también en ambos sentidos, para los vehículos de tamaño mediano.

Por otra parte, las Figuras 7.3 (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 62 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 50 km/h. Durante el mes de diciembre, las velocidades mínima y máxima horarias para los vehículos de tamaño mediano en dirección de entrada fueron iguales a 6 km/h y 128 km/h, respectivamente. Para los vehículos grandes, las velocidades mínima y máxima horarias fueron de 9 km/h y 127 km/h, respectivamente. Por su parte, para los vehículos de tamaño mediano en dirección de salida del municipio, las velocidades de circulación mínima y máxima fueron 3 km/h y 133 km/h, respectivamente; para los vehículos grandes estas velocidades fueron de 8 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.

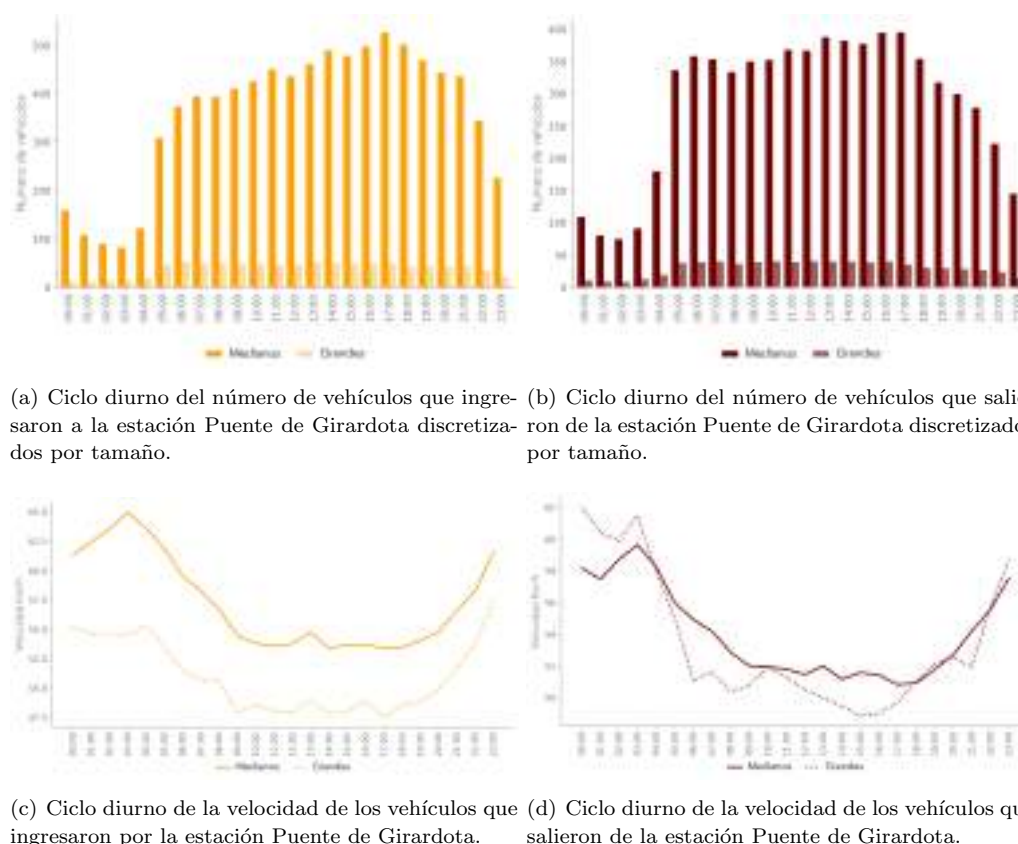
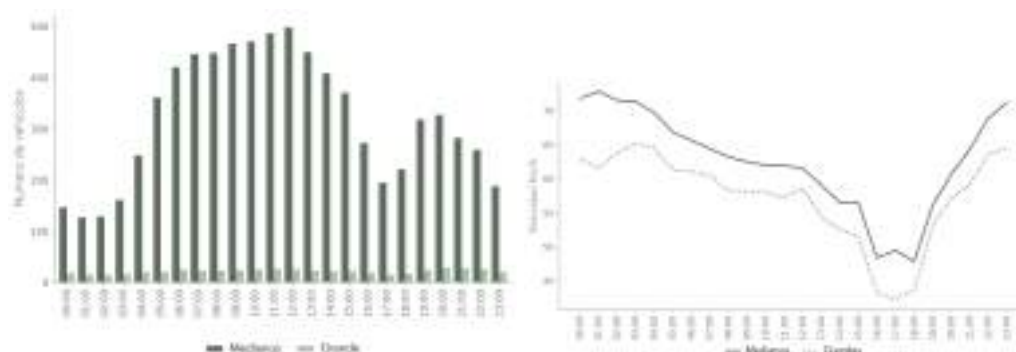


Figura 7.3: Resultados del conteo y clasificación vehicular para el mes de diciembre de 2024 en la estación ubicada en el Puente de Girardota.

Estación Fiscalía General de la Nación - Sede Caribe

Las Figuras 7.4 (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 04:00 horas y hasta las 16:00, se presenta el primer pico de vehículos, alcanzando valores máximos a las 12:00 horas, con un promedio, entre 450 y 500 vehículos. El segundo incremento del número de vehículos se da entre las 19:00 y las 22:00 horas, alcanzando valores promedio de entre 300 y 350 vehículos por hora. Finalmente, a partir de las 23:00 horas 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 7.4 (b)). Ambos tipos de vehículos, muestran unas velocidades máximas entre las 22:00 y a las 04:00 horas, por su parte las velocidades mínimas se registran entre las 16:00 y las 18:00 horas para ambos tipos de vehículos. Durante el mes de diciembre, las velocidades mínimas y máximas para los vehículos de tamaño mediano estuvo entre 7 km/h y 114 km/h, para los vehículos grandes fue de 8 km/h y 120 km/h, respectivamente.



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

Figura 7.4: Resultados del conteo y clasificación vehicular para el mes de diciembre de 2024 en la estación ubicada en la Fiscalía General de la Nación Sede Caribe.

Campaña de caracterización química de compuestos tóxicos (HAPs).

En el mes de diciembre fue enviado un informe preliminar de resultados de la campaña de medición de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) por parte del Grupo de Investigación en Gestión y Modelación Ambiental -GAIA- de la Universidad de Antioquia, a partir de la campaña de medición de HAPs realizada entre octubre y noviembre del año 2024 en cinco estaciones de monitoreo manual de PM10 en el Valle de Aburrá. Este informe contempla las etapas para la cuantificación de estos compuestos tóxicos, desde la preparación, extracción e inyección de la muestra para su posterior evaluación mediante una metodología de cromatografía de gases y espectrometría de masas. En la Figura 7.5 se observa como evidencia un cromatograma realizado a las muestras de PM10, mostrando la intensidad de los picos característicos relacionados con su abundancia relativa. En el enlace [informe preliminar](#) se puede consultar el informe enviado por el laboratorio GAIA.

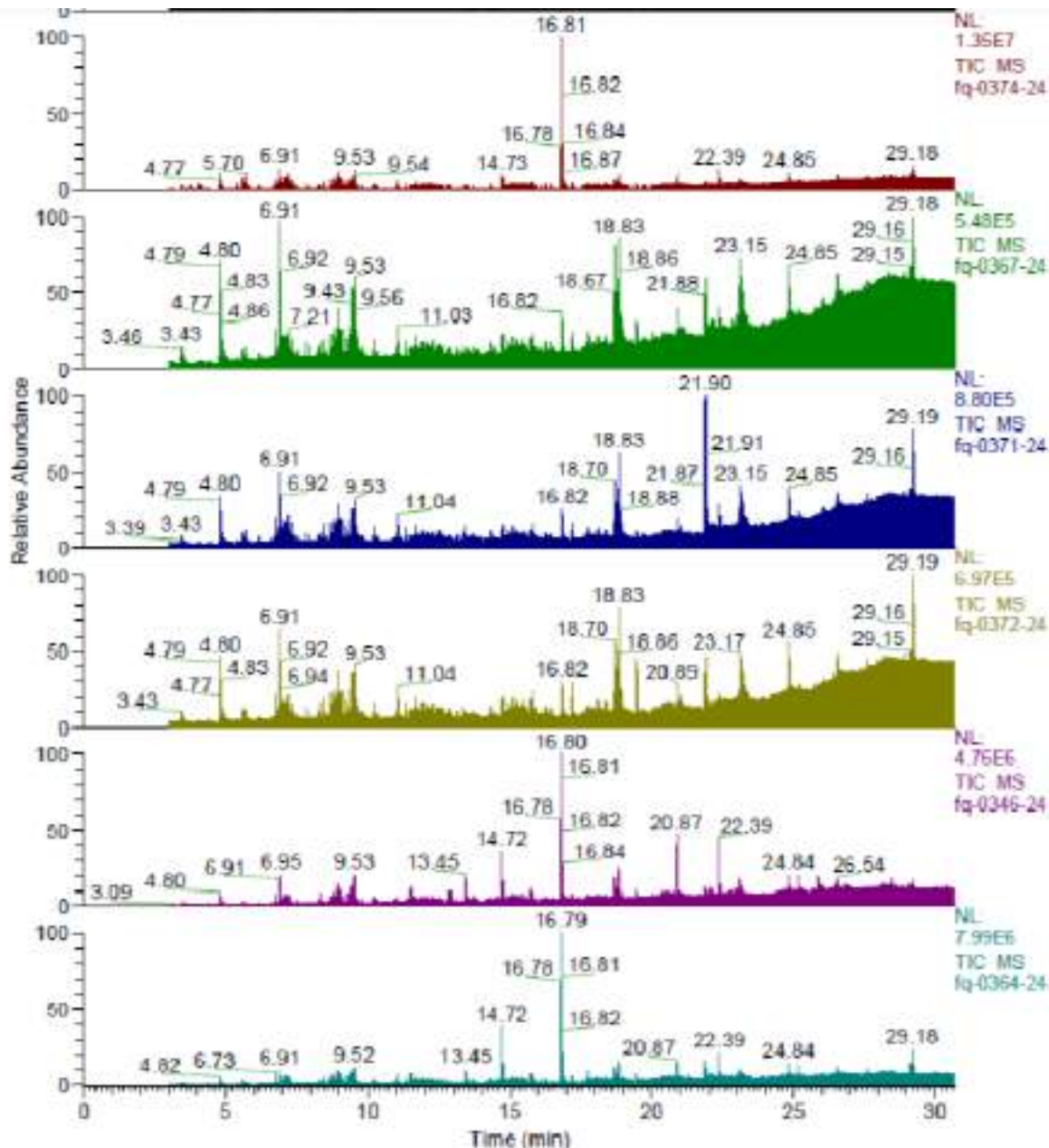


Figura 7.5: Cromatograma de muestras de PM10 para la cuantificación de compuestos tóxicos

Campaña de caracterización química del PM2.5 secundario.

Durante el mes de diciembre se realizaron actividades para la gestión de la entrega de los resultados de la caracterización de aniones (nitratos, sulfatos y cloruros) que estuvo a cargo del Laboratorio Instrumental de Alta Complejidad de la Universidad de la Salle -LIAC-. Por lo anterior, se espera para el mes de enero

del año 2025, reportar los resultados de las concentraciones de los aniones sulfatos, nitratos y cloruros medidos en las estaciones de monitoreo ubicadas en ITA-CJUS, GIR-EPM y CEN-TRAF.

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

El monitoreo de contaminantes en la vertical de la atmósfera es esencial para comprender las dinámicas de la calidad del aire, especialmente durante eventos de alta contaminación atmosférica. A diferencia de las mediciones a nivel de superficie, las observaciones en la vertical permitirían analizar la distribución y transporte de contaminantes en diferentes capas de la atmósfera, que podría proporcionar información clave sobre procesos como la dispersión, el transporte y la formación secundaria de aerosoles. Este tipo de monitoreo es además fundamental para evaluar los efectos de la meteorología en la concentración de contaminantes, lo que permite avanzar en el entendimiento de la calidad del aire y soportar la toma de decisiones efectivas para mitigar la contaminación en regiones afectadas por fuentes naturales y antropogénicas. Durante el mes de diciembre se analizaron los datos recolectados en las campañas de monitoreo utilizando globos cautivos en la Universidad EAFIT realizadas en el mes de noviembre.

A diferencia de las mediciones realizadas durante el mes de marzo, las mediciones realizadas durante noviembre contaron con globos de mayor capacidad y menor peso, un hilo kevlar más delgado y menos pesado y el uso de un sensor de PM2.5 adicional. Las mediciones se realizaron en la cancha principal de la Universidad EAFIT, cerca del puente de la calle 4 Sur, las noches del 6 y 7 de noviembre de 2024. Además, es importante resaltar que se utilizaron globos de distinto tamaño en ambos días de la campaña con el fin de evaluar la importancia del tamaño del globo en la estabilidad de los sensores y la altura máxima alcanzada. En este sentido, las mediciones realizadas el 6 de noviembre se llevaron a cabo con un globo con capacidad de levantar un peso de hasta 600 gr, mientras que el día 7 de noviembre se utilizó un globo con capacidad para levantar 1000 gr. Además de disminuir notablemente la catenaria (es decir, la curvatura en el hilo kevlar), los montajes mejorados tuvieron la capacidad de elevar dos sensores que miden PM10 y PM2.5 en simultáneo, además de sensores de T, Hr y GPS para cada uno de éstos. En total, se realizaron mediciones con tres sensores en simultáneo, donde los sensores 34 y 40 fueron elevados en el montaje y el sensor 60 se mantuvo en la superficie. No obstante, el sensor 34 presentó errores para guardar la información durante ambos días. Este problema se ajustará para las mediciones a realizar durante futuras mediciones.

La Figura 7.6 muestra el comportamiento del PM2.5, el PM10, la temperatura y la humedad relativa en la atmósfera vertical durante los dos días de monitoreo. Se puede apreciar que, a pesar de contar con un sensor adicional, los nuevos montajes (globos de mayor capacidad y un hilo kevlar más delgado) pudieron alcanzar una mayor altura respecto a la alcanzada durante las mediciones realizadas en el mes de marzo de 2024. De hecho, durante las mediciones realizadas el 7 de noviembre con el globo de 1000 gr, el sensor 40 (el sensor más alto del montaje) alcanzó alturas superiores a los 350 metros sobre el nivel del suelo, las cuales fueron superiores al límite de 300 metros inicialmente establecido para superar las influencias de las características urbanas en los campos de circulación. En el caso del 6 de noviembre, es posible que las bajas concentraciones registradas en la altura, en comparación con las obtenidas en superficie, estén relacionadas con el posible lavado atmosférico producto de las lluvias que se registraron en la tarde y que pudieron favorecer la acumulación de contaminantes cerca de la superficie. Las magnitudes de las variables monitoreadas son consistentes con los valores esperados durante las horas de las campañas, con disminuciones en la temperatura e incrementos en la humedad relativa a medida que avanza la noche, y concentraciones horarias de PM2.5 que fluctúan entre valores horarios típicos para este contaminante.

Es importante notar que las concentraciones de PM2.5 en superficie se mantuvieron relativamente bajas durante los días de las mediciones (paneles superiores de la Figura 7.6). Sin embargo, se pueden apreciar diferencias interesantes entre los dos días analizados, con concentraciones notablemente más bajas tanto en

superficie como en altura durante el 6 de noviembre (notar rango de la barra de colores), y concentraciones más altas para el 7 de noviembre. De hecho, contrario al 6 de noviembre, durante el 7 de noviembre las concentraciones de material particulado en el sensor elevado en altura (sensor 40) fueron más altas que el sensor que tomó datos en superficie (sensor 60). Además, se puede apreciar un incremento en las concentraciones de PM_{2.5} en el sensor elevado en altura a las 23:10, y posteriormente incrementos en las concentraciones del sensor en superficie al rededor de 40 minutos después. Este comportamiento es característico durante noches en las que se presenta un transporte descendente de aerosoles desde capas más altas de la atmósfera hacia la superficie, lo cual en este caso podría asociarse con procesos de recirculación de contaminantes, ya que no se identificaron afectaciones por quema de biomasa durante estas noches. No obstante, para corroborar esta teoría se requerirían los datos del sensor 34 (ubicado entre el sensor elevado en altura y el sensor en superficie), el cual, como se mencionó anteriormente, no guardó los datos durante estas noches.

En general, el comportamiento de los montajes durante estas mediciones alienta el desarrollo de nuevas mediciones durante los períodos de gestión de episodios de contaminación atmosférica, y especialmente, durante noches en las que se puedan presentar afectaciones a la calidad del aire local por incendios regionales.

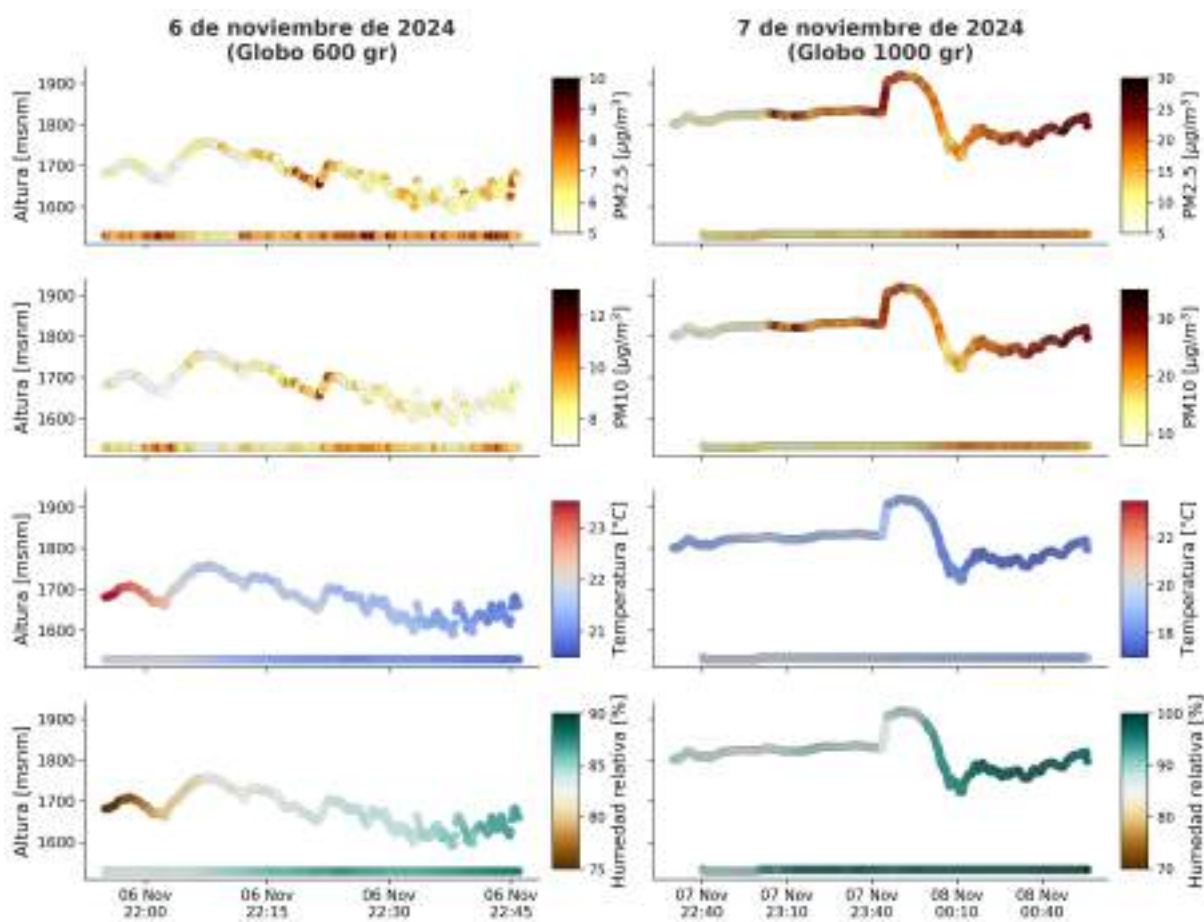


Figura 7.6: Comportamiento vertical (eje Y) y temporal (eje X) de PM2.5, PM10, temperatura y humedad relativa para las pruebas realizadas los días 6 de noviembre (paneles de la izquierda) y 7 de noviembre (paneles de la derecha) en la cancha principal de la Universidad EAFIT.

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 incluidas en el alcance de acreditación de acuerdo con la Resolución 1341 de 2023 publicada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM-. 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 diciembre 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 PM2.5, contaminante más crítico para la región. El seguimiento al PM2.5, 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 PM2.5 durante todo el mes, así como los respectivos Índices de calidad del aire - ICA, diario y de los últimos 7 días, para este parámetro. Finalmente, y como resultado del uso de pólvora que se da en el Valle de Aburrá durante La Alborada, la cual ocurre en la media noche del 01 de diciembre, se hizo seguimiento de las concentraciones horarias de PM2.5 y la posible afectación de la pólvora en la calidad del aire del territorio metropolitano.

Los informes de resultados obtenidos por la Red de Monitoreo de Calidad del Aire del Valle de Aburrá se reportan con detalle en el [Informe de Operación](#).

Herramientas de análisis para el monitoreo de la Calidad del Aire.

Durante el mes de diciembre 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 gestión de episodios de contaminación atmosférica en el Valle de Aburrá.

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

Uso de imágenes de cámaras en tiempo real

Durante el mes de diciembre, se generaron 800 máscaras para el entrenamiento de un modelo de inteligencia artificial basado en la arquitectura *EfficientNet*, desarrollada por Google, que permite procesar imágenes de manera eficiente. Para el modelo diurno, se utilizaron 300 imágenes de entrenamiento, logrando un IoU (Intersection over Union) de 0.94 en el conjunto de validación. El IoU es una métrica que mide la superposición entre las áreas predichas y las reales, con valores entre 0 y 1, donde los valores cercanos a 1 indican una mejor precisión en la segmentación.

En el caso del modelo nocturno, se emplearon 600 imágenes y se utilizó el modelo diurno como punto de partida mediante un proceso de fine-tuning. Este ajuste permitió que el modelo reutilizara características generales aprendidas en el entrenamiento previo para adaptarse a las condiciones de baja iluminación. En el conjunto de validación, el modelo nocturno alcanzó un IoU de 0.96, lo que evidencia una segmentación precisa de los píxeles de agua bajo dichas condiciones.

Con el objetivo de probar la eficiencia del algoritmo en la labor de segmentación, se seleccionaron tres eventos aleatorios de día y tres eventos aleatorios de noche, todos por fuera del conjunto de entrenamiento y validación. A cada uno de estos eventos se le calculó el IoU, obteniendo valores superiores a 0.7 en la mayoría de los casos, con algunos eventos alcanzando incluso valores de 0.85. Estos resultados sugieren que el modelo mantiene un desempeño consistente en condiciones no vistas previamente, lo que indica su capacidad de implementación y generalización.

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.

Seguimiento Ondas del Este

Paralelamente, en el marco de la investigación sobre ondas tropicales, se está trabajando en los códigos necesarios para complementar el análisis de la lluvia asociada a estas ondas.

Exploración Oscilación de Madden-Julian - MJO

Con el fin de conectar el estado de la MJO (escala intraestacional) con el del ENSO (escala interanual), se estiman los campos de anomalías para las ocho fases de la MJO durante las fases cálida y fría del ENSO, para este análisis se usa la base de datos IMERG. Los acumulados de precipitación en nuestro territorio están influenciados por este fenómeno, y se observa que la magnitud de las anomalías es mayor durante las fases del ENSO. Durante la fase El Niño, se evidencian disminuciones en las precipitaciones en gran parte de la región andina y en el Valle de Aburrá. Las fases de la MJO muestran dominancia de anomalías negativas, con ciertas particularidades, como en la fase 6, que presenta anomalías positivas muy localizadas durante la fase cálida de la MJO-ENSO. Sin embargo, este análisis requiere un registro de datos más amplio para garantizar la robustez de los resultados. Por otro lado, la fase La Niña está asociada con un incremento de las precipitaciones en gran parte de la región andina. Las fases de la MJO que en promedio tienden a ser negativas (fases 3-6) cambian su patrón a positivo cuando la MJO se localiza en el Índico oriental, el mar de Indonesia y el Pacífico occidental. En particular, la fase 5 muestra la mayor magnitud de anomalía positiva, mientras que las fases 1, 2, 7 y 8 presentan una señal positiva más débil. Este análisis de la relación entre la MJO y las fases del ENSO no se realizó utilizando las estaciones pluviométricas de SIATA, ya que la mayoría de estas cuentan con un registro de información muy corto para análisis del fenómeno ENSO, lo que podría conducir a conclusiones poco robustas. Sin embargo, dada la coherencia observada en los análisis de la MJO entre estaciones e IMERG, se pueden tomar como referencia los resultados obtenidos con esta base de datos, proporcionando una visión confiable sobre la interacción entre ambos fenómenos.

Registros de ocurrencia de eventos

En el mes de diciembre se registraron 26 eventos de precipitación, cifra superior al promedio entre los años 2013 y 2023 que es de 18. El mayor número de eventos registrados para el mes de diciembre se dio en este año, seguido del 2022 con 25. El mínimo ocurrió en el año 2015 con un total de 7.

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.

Modelación hidrológica en el Valle de Aburrá

Durante el mes de diciembre se continuó con el avance relacionado con la comparación de los modelos hidrológicos SWAT, SAC-SMA, y TETIS en las estaciones ubicadas a lo largo del río Medellín que cuentan con curva de estimación de caudales.

Este mes se compararon los modelos en épocas de crecientes y de sequías, con el fin de evaluar el desempeño de los mismos bajo diferentes regímenes hidrológicos, y explorar las ventajas y desventajas que estos pudieran tener en cada uno de ellos. En la Figura 8.1 se presentan comparaciones para eventos de creciente escogidos como piloto, en algunas estaciones del río; mientras que en la Figura 8.2 se presentan comparaciones en algunas temporadas de sequía.

En cuanto a las crecientes, y para los eventos y las estaciones escogidas, se evidencia que el modelo TETIS presenta el mejor desempeño (KGE) y se acerca más a las magnitudes de los caudales base y caudales pico; en contraste, el modelo SWAT muestra la simulación más alejada de los registros observados. En cuanto a las épocas de sequía, el SAC-SMA es el que presenta mejores valores de KGE. Sin embargo, son las caudales base del TETIS las que más se asemejan a la tendencia decreciente observada en estos periodos. Se considera necesario realizar comparaciones más exhaustivas de los modelos, usando una cantidad más representativa de eventos de creciente o sequías, para enrobustecer el análisis y sus posibles conclusiones.

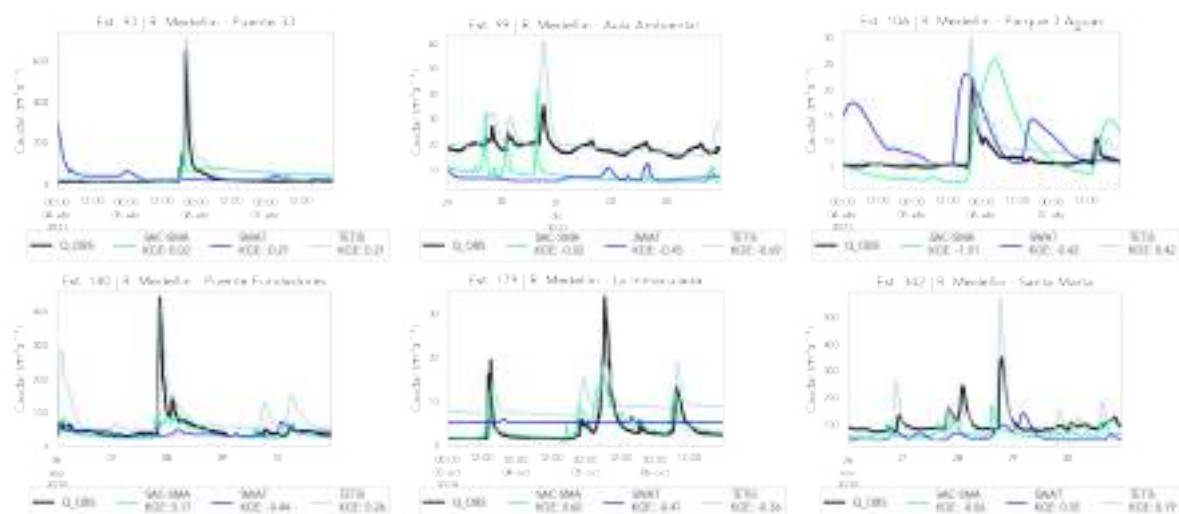


Figura 8.1: Comparación de series de tiempo para algunos eventos de creciente, en algunas estacines sobre el río Aburrá - Medellín

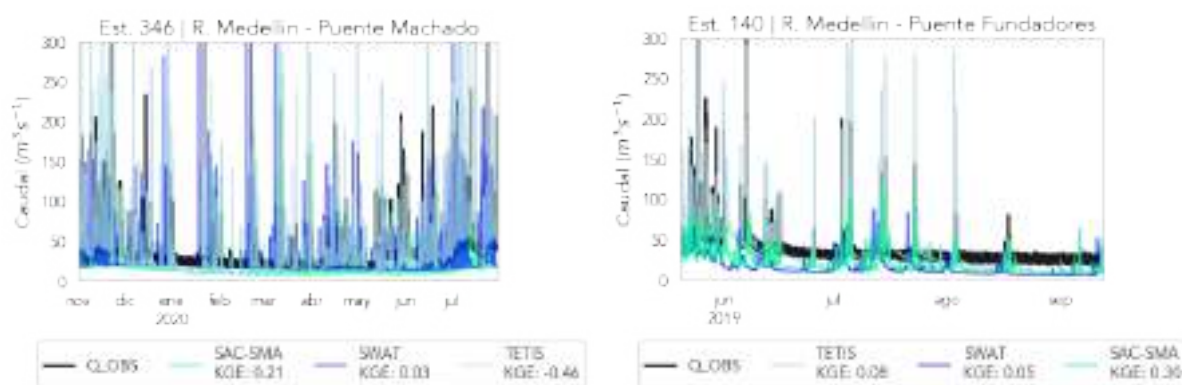


Figura 8.2: Comparación de series de tiempo para algunos temporadas secas, en algunas estaciones sobre el río Aburrá - Medellín

Implementación del modelo WRF-Hydro en el Valle de Aburrá

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

1. Se realizó la comparación de las salidas del modelo WRF-Hydro entre las simulaciones realizadas con las coberturas que tiene el modelo WRF-Hydro por defecto (provenientes del producto MODIS) y las coberturas modificadas a partir del mapa de coberturas de tierra (Corine Land Cover 2010-2012) del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Esta modificación se realizó con el fin de mejorar los resultados obtenidos en la implementación del modelo WRF-Hydro en el Valle de Aburrá con coberturas de suelo más aproximadas en la región.

- II. Se encontraron diferencias al realizar la comparación temporal y espacial de la información de caudal en los puntos de control, la evapotranspiración y la humedad del suelo.

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

Monitoreo niveles freáticos en el Valle de Aburrá

Uno de los productos de modelación hidrológica que han sido explorados durante esta vigencia es el asociado a la recarga de acuíferos, que conceptualmente se considera incluido en la infiltración profunda del agua en el suelo. Como todos los procesos físicos incluidos en la modelación hidrológica, es necesario considerar información in-situ para validar los resultados y disminuir la incertidumbre de los productos finales. En este sentido se ha venido fortaleciendo la red de nivel piezométrico en algunos lugares identificados como usuarios de AMVA. Los registros obtenidos en esta red permiten establecer relaciones entre la lluvia y la variación de niveles freáticos.

Otra de las potenciales aplicaciones del monitoreo de nivel freático es el seguimiento a las condiciones de sequía. Durante este mes se realizaron estimaciones del *Índice de Precipitación Estandarizado* y el *Índice de Nivel Piezométrico Estandarizado*. De acuerdo con *National Integrated Drought Information System*, la sequía corresponde a una deficiencia de lluvias por un periodo de tiempo extendido, que genera una escasez de agua. La sequía se ha estudiado desde diferentes perspectivas: meteorológica, hidrológica, agrícola, socioeconómica y ecológica; puesto que tiene un impacto adverso en diferentes sectores (ambiental, social y económico) y escalas de tiempo. Para realizar un seguimiento a la sequía, existen una serie de índices e indicadores presentados en *Handbook of Drought Indicators and Indices*, los cuales se enfocan en identificar su gravedad, localización y duración (World Meteorological Organization (WMO) and Global Water Partnership (GWP) (2016)).

La sequía meteorológica, que está relacionada con déficits en la precipitación, posiblemente combinados con aumentos en la evapotranspiración, puede estar vinculada a anomalías en la temperatura de la superficie del mar, retroalimentaciones de la superficie terrestre y forzamiento radiativo (Schubert et al. (2016)). Esta sequía puede desencadenar otros tipos de sequías en un proceso denominado “propagación de la sequía”, el cual puede estar influido por factores de control como los impulsores meteorológicos, las características de las cuencas hidrográficas y las actividades humanas. Las anomalías en la precipitación y la temperatura, que son el origen mismo de las sequías, pueden atribuirse a anomalías en la circulación atmosférica general, la cual altera la distribución del agua en el tiempo y el espacio a nivel global (Ault (2020)).

El *Índice de Precipitación Estandarizado* (SPI, por sus siglas en inglés) es un índice ampliamente utilizado para caracterizar la sequía meteorológica en una variedad de escalas temporales. En escalas temporales cortas, el SPI está estrechamente relacionado con la humedad del suelo, mientras que en escalas más largas puede estar vinculado al almacenamiento de agua subterránea y en embalses. Este índice cuantifica la precipitación observada como una desviación estandarizada a partir de una función de distribución de probabilidad seleccionada que modela los datos brutos de precipitación. Los datos de precipitación generalmente se ajustan a una distribución gamma o a una distribución de Pearson Tipo III, y luego se transforman a una distribución normal. Los valores del SPI pueden interpretarse como el número de desviaciones estándar en que la anomalía observada se desvía del promedio a largo plazo. El SPI puede generarse para diferentes períodos de 1 a 36 meses, utilizando datos mensuales como entrada (Guttman (1999)).

Por otro lado, la sequía hidrológica se relaciona con una disminución en el caudal y los niveles en los cuerpos de agua, influenciado por factores como la precipitación, la evapotranspiración, la geología, entre

otros (Loon and Laaha (2015)). Se cuantifica a través de la evaluación de índices de datos modelados u observados de caudales, escorrentía y niveles piezométricos (Lema et al. (2024)). Con la finalidad de estudiar la sequía hidrológica en nuestra región, se estimó el *Índice de Nivel Piezométrico Estandarizado* (SGI, por sus siglas en inglés). La sequía en las aguas subterráneas, de acuerdo con Mengshen et al. (2021), corresponde a una disminución en los niveles piezométricos o en el almacenamiento de aguas subterráneas, debido a efectos naturales y antrópicos.

El SGI se estimó para los valores estáticos históricos mensuales tomados durante la operación de RedRío desde el 2010. Para ello, se usó la metodología propuesta por Bloomfield and Marchant (2013), basada en la transformación de puntuaciones normales no paramétricas de los niveles piezométricos. Para estimar el índice SGI se usó el paquete *Pastas* en Python, diseñado para analizar series de tiempo de niveles piezométricos (Collenteur et al. (2019) y Collenteur et al. (2024)). El SGI se contrastó con el ONI (Oceanic Niño Index), principal índice para hacer seguimiento al ENSO (El Niño - Oscilación del Sur) y que corresponde a la media móvil de tres meses para la anomalía de la temperatura de la superficie del mar en la región centro-este del Pacífico tropical, donde los valores superiores a $+0.5$ °C e inferiores a -0.5 °C indican El Niño y La Niña, respectivamente (Huang et al. (2017)).

En general, los resultados mostraron que durante 2015, 2016 y 2019 se obtuvieron valores para el SGI inferiores a -1 en la mayoría de las estaciones evaluadas (Figura 8.3), lo que indica una sequía moderada como respuesta a El Niño. Además, se resalta que el acuífero libre tardó varios meses posterior a la finalización de dicho fenómeno para alcanzar niveles cercanos al promedio histórico, asimismo, se destaca que también se presentó una respuesta tardía respecto al inicio de El Niño. En ese sentido, la información correspondiente a las campañas de monitoreo en las cuales se identificaron valores para SGI inferiores a -1 se pueden tomar como referencia para la red de aguas subterráneas con la finalidad de detectar la sequía hidrológica en nuestro territorio.

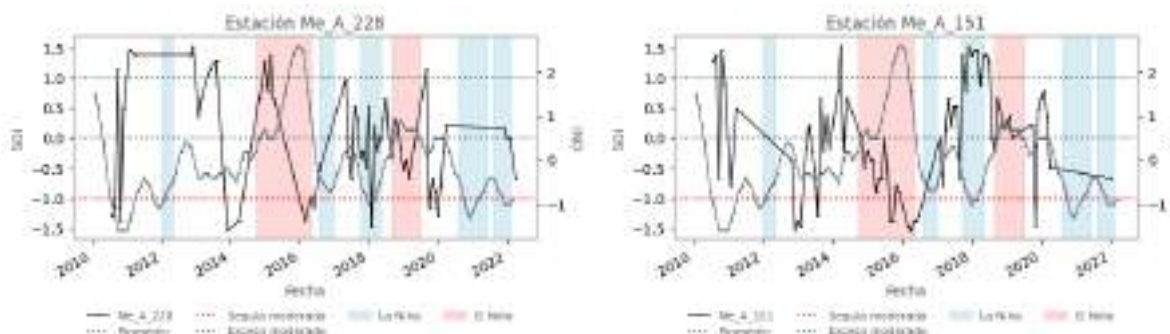


Figura 8.3: SGI en algunas estaciones acuífero libre Valle de Aburrá (Ferrocortes-Me A 228 y Jardín Botánico-Me A 151)

Representación del sistema de inundaciones de un paso a desnivel con modelación en SWMM

En el paso a desnivel Feria de Ganado, el sistema de alcantarillado interactúa con la quebrada La Toscana, siendo responsable de inundaciones por desbordamientos de esta quebrada, especialmente cuando la estructura de drenaje urbano entra en sobrecarga y drena hacia la vía principal. El modelo del sistema de alcantarillado en SWMM, no contempla el aporte de agua desde la quebrada, limitando su capacidad para representar el fenómeno de inundación de manera realista. Se propone mejorar este modelo incorporando unidades de almacenamiento y vertederos para simular los flujos externos.

Durante la simulación de un evento de precipitación ocurrido el 2 de octubre de 2023, el modelo logró predecir el incremento de niveles en el paso a desnivel, lo que valida la utilidad de esta mejora. A pesar de este avance, el modelo requiere calibración adicional para mejorar la precisión de las predicciones.

Los indicadores de desempeño del modelo (NSE y KGE) muestran valores relativamente bajos, con un NSE de 0.117 y un KGE de 0.121, lo que sugiere que el modelo aún tiene margen para mejorar. Estos valores positivos, aunque bajos, son normales en un ensayo inicial y reflejan la necesidad de ajustes en las variables físicas del área. Se espera que, a medida que el modelo se calibra con más eventos históricos, estos indicadores mejoren. Como se muestra en la Figura 8.4, los resultados del análisis comparan los niveles simulados y observados para el evento del 2 de octubre de 2023. El gráfico resalta la diferencia entre el nivel pico del modelo y los valores reales.



Figura 8.4: Comparación de los niveles simulados y observados en la vía para el evento del 2 de octubre de 2023.

Con la calibración de las variables físicas y la evaluación continua de eventos históricos, el modelo tiene el potencial de proyectar escenarios futuros y proporcionar alertas de inundación con al menos 5 minutos de antelación, mejorando las estrategias de monitoreo y respuesta ante inundaciones en puntos críticos como el paso a desnivel Feria de ganado.

Los ajustes realizados en el modelo permitieron una representación más realista del comportamiento hidráulico del caso de estudio. Como parte de la evaluación, se simuló el evento de precipitación ocurrido el 2 de octubre de 2023 a las 19:00, un evento que generó una alerta de inundación grave. El modelo fue capaz de prever que el incremento en los niveles se daba directamente en el paso a desnivel, lo que demuestra su potencial para representar los procesos involucrados de manera más precisa.

Caracterización de vientos de estaciones meteorológicas

En el mes de diciembre se continuó con la caracterización de los vientos. Principalmente, se realizó un análisis espacial y estacional de los datos. El análisis se realizó en estaciones que están en la zona de interfaz o que están cerca a lugares recurrentes de incendios. Para el análisis se utilizó la media horaria de los datos minutales.

El comportamiento del viento suele tener patrones diurnos y estacionales. En general, las velocidades máximas de viento ocurren en la tarde, debido al calentamiento de la superficie causado por la radiación solar, lo que genera un aumento en la turbulencia en los niveles más bajos, hay transferencia de momentum y aumenta la velocidad del viento superficial. Mientras, en la noche no hay calentamiento superficial, hay menor turbulencia y la velocidad del viento disminuye debido a la fricción con el suelo (Yu et al. (2009); ?, National Weather Service).

Para el caso de las estaciones del Valle de Aburrá, en la Figura 8.5 se observa que para la mayoría de las estaciones las mayores velocidades de viento se registran entre las 12:00 y las 16:00 y va disminuyendo gradualmente en el transcurso de la tarde y noche. Las menores velocidades se registran más variadas, en general, se registran entre las 5:00 y las 8:00. También, en general, los meses con mayores velocidades registradas son enero y febrero, y julio y agosto con velocidades de entre 9 km/h y 11 km/h (media mensual multianual). Esto coincide con las temporadas secas y de mayor radiación solar.

La Figura 8.6, muestra la rosa de vientos para algunas de las estaciones meteorológicas generadas con datos minutales para rangos de 4 horas. En ella se observa para las estaciones del norte, la entrada de vientos desde el nororiente del Valle durante todo el día y noche. Cuando ingresan a Medellín se observa un comportamiento diferente para el día y la noche. En las estaciones del sur, no se muestra predominancia de los vientos ya que se ven direcciones con mayores variaciones.

Análisis de imágenes del sistema de cámaras de monitoreo de incendios para su alerta temprana

La red de cámaras para monitoreo de incendios de SIATA es usada para dar alerta a los cuerpos de bomberos sobre incendios de interfaz, forestales o estructurales. La metodología utilizada actualmente puede estar limitada por el error humano y la cobertura temporal de los monitoreos. La implementación de sistemas automáticos de detección de columnas de humo, a partir de imágenes ópticas o infrarrojas, podría mejorar la eficiencia en la identificación temprana de incendios. Por esto, durante el último mes, se revisó la implementación en otras regiones del mundo de metodologías automatizadas, como redes neuronales convolucionales (Xu et al., 2021; Guede-Fernández et al., 2021).

Con imágenes captadas por varias cámaras de la red de monitoreo que contuviesen imágenes claras de columnas de humo se exploró un algoritmo para segmentar las imágenes en 2 clases: “columna de humo” y “no columna de humo”. La arquitectura *EfficientNet* fue utilizada debido a su eficacia en tareas de clasificación y segmentación de imágenes. *EfficientNet* optimiza el balance entre profundidad, ancho y resolución del modelo, logrando un rendimiento sobresaliente con menor consumo computacional. *EfficientNet* se ha usado para modificar los algoritmos de deep learning y mejorar la detección de incendios forestales (Fernandes et al., 2022, 2024; Park et al., 2022). Por esta razón, se busca entrenar y evaluar el rendimiento de esta arquitectura para tareas de detección de columnas de humo.

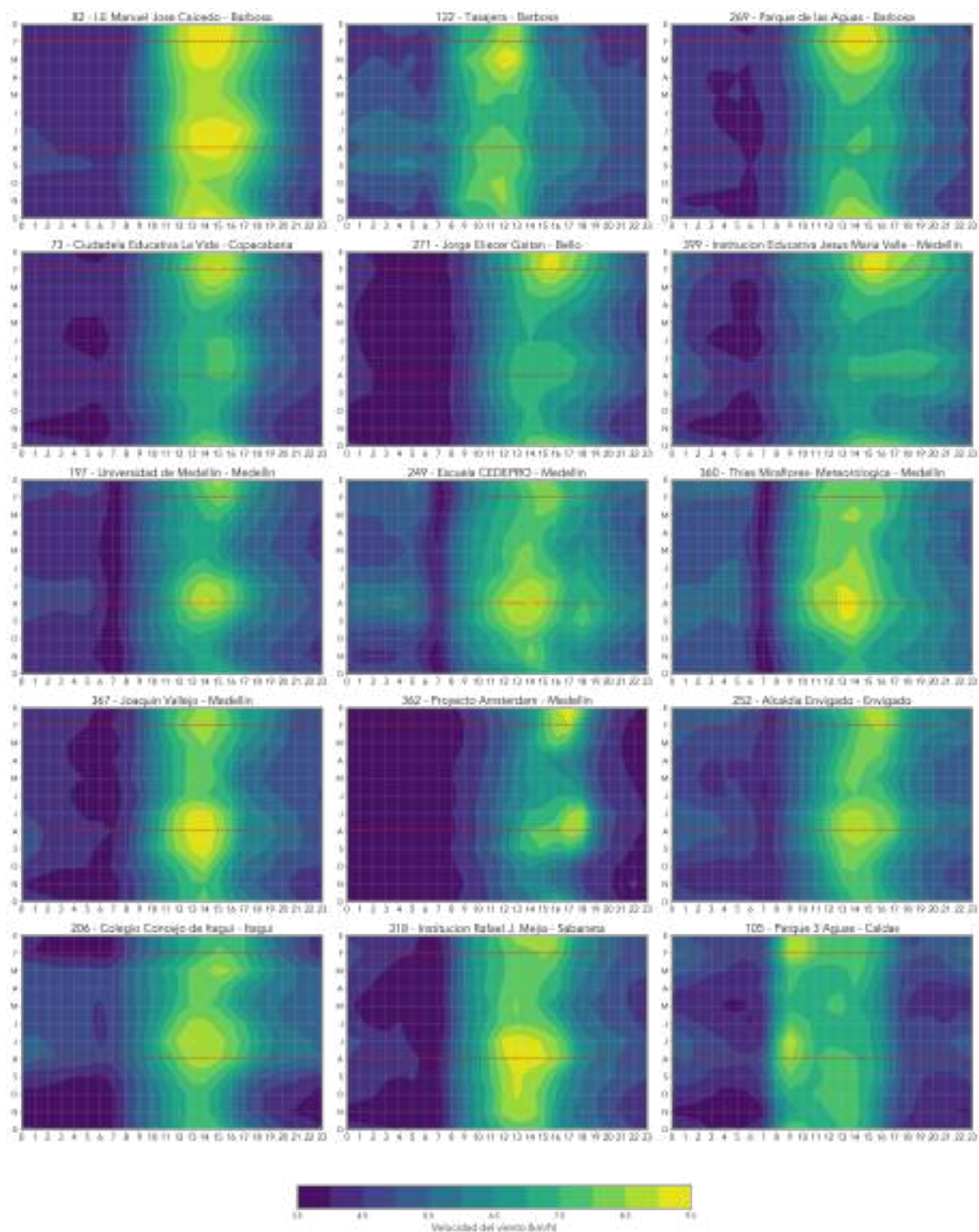


Figura 8.5: Velocidad del viento media mensual horaria (para las estaciones meteorológicas seleccionadas de norte a sur).

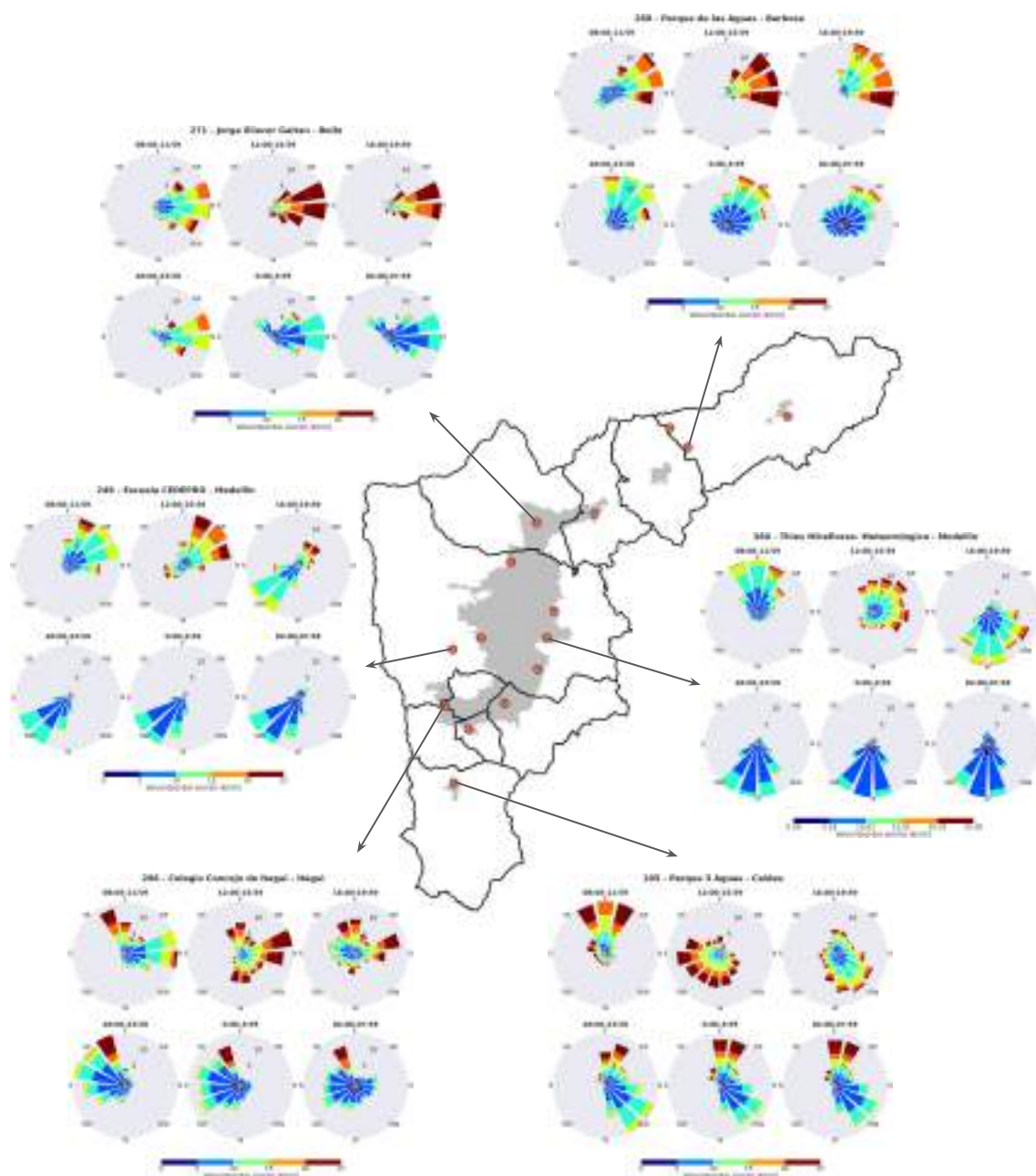


Figura 8.6: Rosa de vientos de algunas estaciones analizadas para rangos de 4 horas del mes de agosto (las gráficas de arriba representan la mañana y las de abajo representan las horas de la tarde).

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.

Durante el mes de diciembre, se llevó a cabo un análisis de riesgo por inundación para personas y vehículos, basándose en los estudios experimentales de Martínez-Gomariz et al. (2016) y Martínez-Gomariz et al. (2019). Estos estudios buscan establecer una relación crítica entre la altura de la lámina de agua y la velocidad del flujo, que se considera un factor clave para la estabilidad. Según estos estudios, el punto crítico que establece la estabilidad para las personas se define por el producto de velocidad y altura (VH) menor a 0.22, mientras que para los vehículos, el valor crítico es VH menor a 0.67.

En base a estos criterios, se realizó el análisis de riesgo para los resultados del piloto en el municipio de Sabaneta, evaluando tres escenarios de modelación (ver Figuras 8.7, 8.8 y 8.9). En la imagen de la izquierda de cada tiempo de retorno, se muestran en color azul las zonas seguras para las personas, mientras que las zonas inestables están representadas en rojo. En la imagen de la derecha de cada tiempo de retorno, se sigue el mismo esquema de colores, pero esta vez para indicar las zonas seguras e inestables para los vehículos.

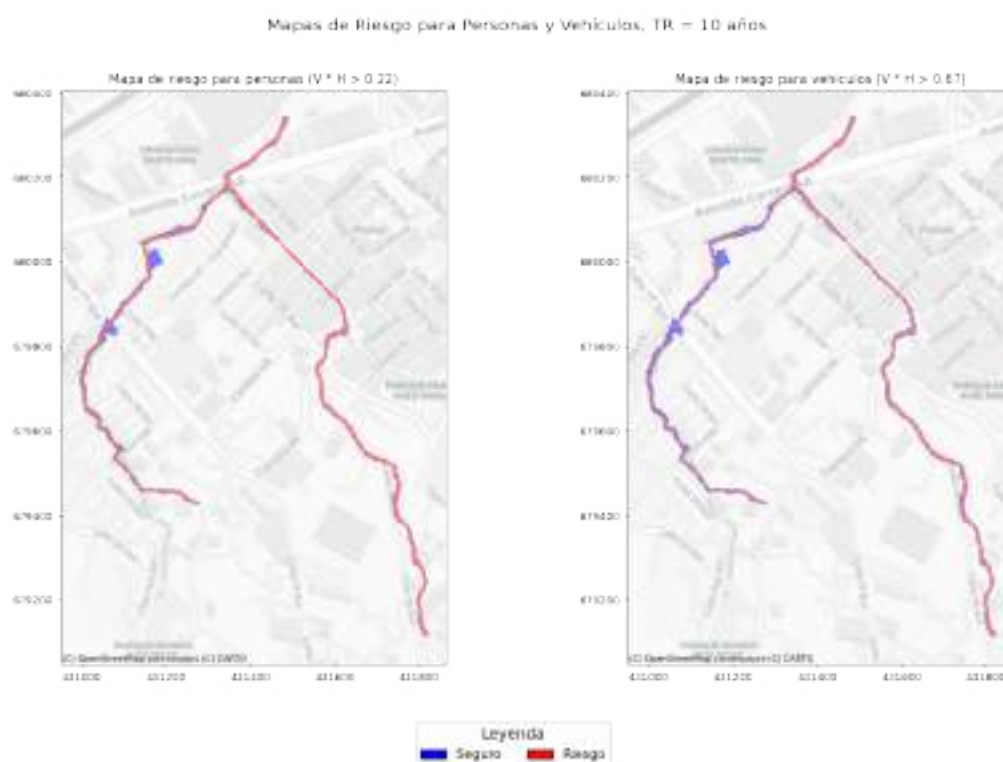


Figura 8.7: Área de inundación para TR = 10 años.

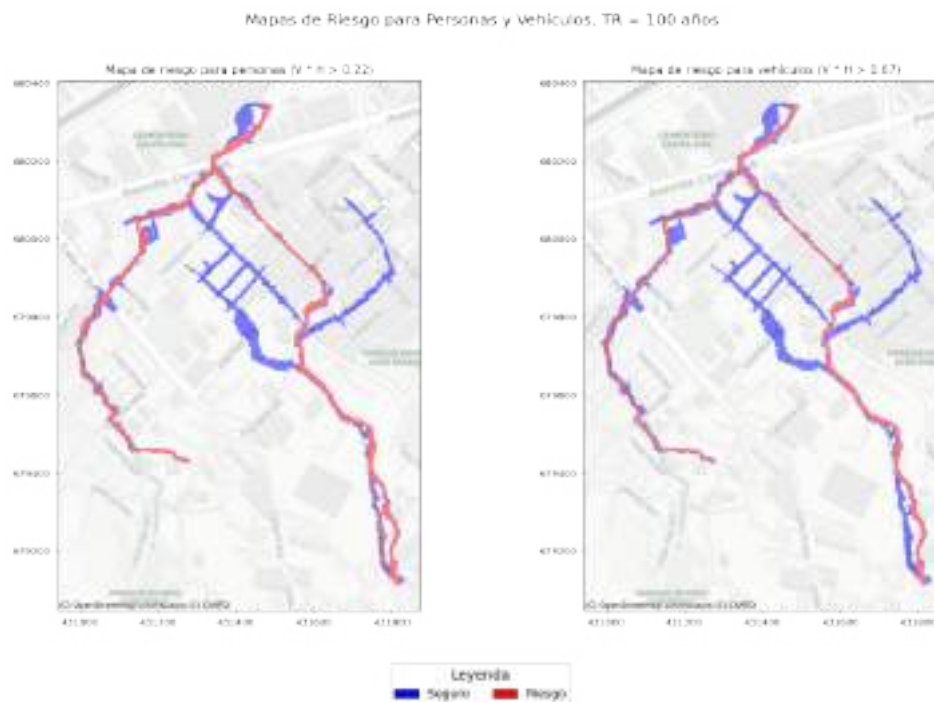


Figura 8.8: Área de inundación para TR = 100 años.

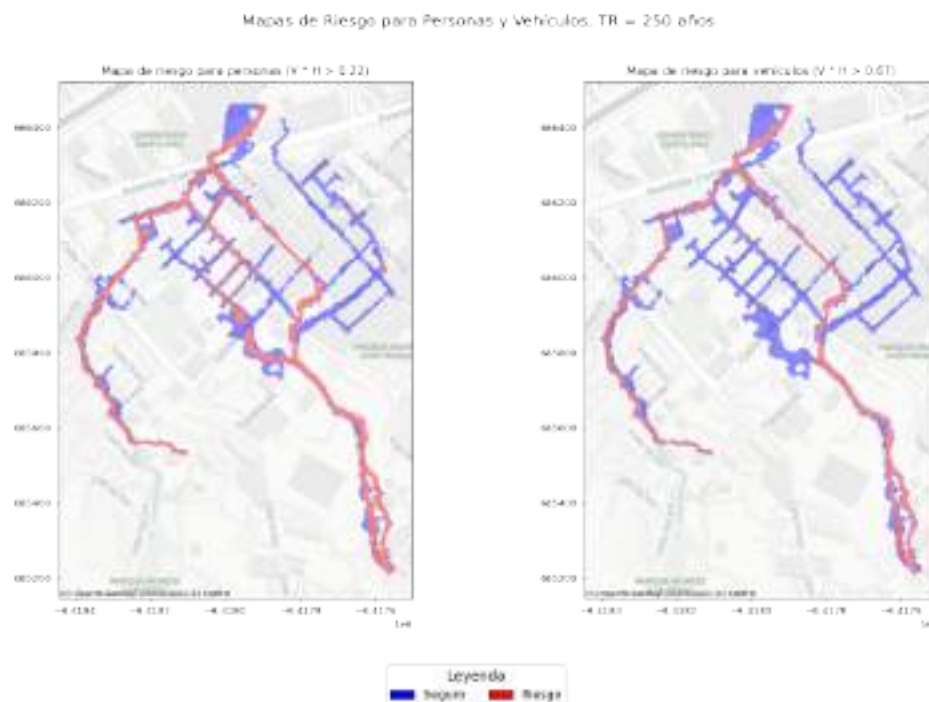


Figura 8.9: Área de inundación para TR = 250 años.

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 continúan complementándose con la actividad WP2.3.5 del componente de Ruta del Dato. Se recomienda una lectura conjunta de ambas actividades para una comprensión integral de los avances.

Durante este mes, se enfocaron los esfuerzos en consolidar y optimizar los análisis iniciados previamente. Se implementaron ajustes en el procesamiento automatizado de imágenes Sentinel-1 para mejorar la estabilidad y rapidez de la descarga desde el servidor Nazca, asegurando la actualización mensual de los análisis InSAR. Además, se perfeccionó el algoritmo de selección de imágenes para detectar cambios en la cobertura, incorporando nuevas métricas de validación que incrementaron su precisión en áreas críticas del Valle de Aburrá. Como parte de las mejoras, se iniciaron pruebas para correlacionar desplazamientos detectados con datos de precipitación más detallados, abriendo la posibilidad de identificar patrones más robustos en las áreas de mayor susceptibilidad.

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.

En diciembre se implementó y validó el modelo *Flow-R* para evaluar la susceptibilidad y las posibles afectaciones por avenidas torrenciales en dos casos de estudio representativos: las cuencas de la quebrada La Manguala, en Medellín, y El Chocho, en Barbosa. Se realizaron simulaciones para estimar las trayectorias probables de los flujos y su interacción con las edificaciones, identificando 647 construcciones expuestas en La Manguala (25,955 m² de área afectada) y tres en El Chocho (200 m²). Como trabajo futuro, se propone ampliar la validación del modelo en otras cuencas de la región, así como estimar la infraestructura y la población expuesta a este fenómeno mediante este análisis empírico regional.

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 sismológica con fenómenos como microsismicidad, movimientos en masa, avenidas torrenciales y/o actividad antrópica.

En el mes de diciembre se realizó el análisis de las 5 avenidas torrenciales que fueron previamente filtradas en el mes anterior por el parámetro de pérdidas humanas. Dos de ellas, correspondientes a los días 2021-

10-21 y 2022-09-23, fueron descartadas por intermitencia de datos y ausencia de estaciones cercanas respectivamente.

Es de recordar que de acuerdo a la *Guía Metodológica para Xonificación de Amenaza por Avenidas Torrenciales* según Ramos et al. (2021), estas se definen como un flujo rápido que transita por cauces permanentes o intermitentes, con pendientes longitudinales altas y que puede ser generado por efecto de precipitaciones intensas.

Inicialmente se utilizó el software Google Earth para observar la distribución espacial de las avenidas torrenciales seleccionadas respecto a las estaciones de la red sísmológica, y de esta manera determinar la estación más cercana a cada evento; es de resaltar que para las avenidas torrenciales se aplicó la misma metodología que para los movimientos en masa, la cual se basa en un análisis espectral que permite detectar las frecuencias dominantes de la señal para su caracterización con base en su rango frecuencial.

Una vez se eligieron las estaciones para cada avenida torrencial, se trabajó con el dato en archivo *.mseed* en día juliano, verificando previamente la fecha concreta del evento. En la base de datos de las avenidas torrenciales del Semillero Geohazards de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín (<https://geohazards.com.co/visor-geohazard.html>) no hay un tiempo u hora específica para el origen del evento. Por lo tanto, se realizó una búsqueda de noticias en los medios de comunicación que permitió identificar horas posibles de ocurrencia de los eventos.

De los tres eventos restantes, el primer evento analizado fue el ocurrido el día 2021-06-25 en el municipio de Bello (Vereda Potrerito). Para esta avenida torrencial se tomaron datos de la estación Bello (BEL - R23F9), la cual se encuentra a 1.8 km de donde se reporta la localización del evento. Según la información recopilada en los noticieros por parte de los habitantes del sector y los primeros respondedores, el evento ocurrió aproximadamente a las 22:00 hora local, asociado a lluvias que iniciaron en horas de la tarde.

Debido a la alta incertidumbre temporal en la base de datos de avenidas torrenciales y en los medios de comunicación, se revisaron horas previas y posteriores al evento con su respectivo espectrograma, tal como se definió al analizar movimientos en masa en el mes de octubre. Aproximadamente 2.5 horas antes de la ocurrencia reportada en el noticiero, se observaron formas características con frecuencias dominantes entre 5 y 15 Hz, específicamente entre las 2021-06-26T19:33:22 y 2021-06-26T00:58:22 hora local. Estas formas son consistentes con lo propuesto por Burtin et al. (2016) y Yan et al. (2023), donde proponen altas frecuencias y formas características para estudios previos de avenidas torrenciales.

La segunda avenida torrencial analizada ocurrió el día 2021-11-30 hora local (UTC -5) en Robledo - Aures, este evento se analizó en la estación Aures (AUR - R7A2D) ubicada a 1.75 km del reporte de localización del evento. De acuerdo a los noticieros, la emergencia ocurrió en altas horas de la noche hasta la madrugada del 2021-12-01 hora local. En el espectrograma se logró evidenciar que entre las 2021-12-01T02:30:00 UTC y 2021-12-01T03:20:00 UTC se observó en la traza y el espectrograma formas características con un rango frecuencial entre 5 y 20 Hz y dentro del rango de hora reportado en la noticias (Figura 8.10), lo que podría ser concordante con los estudios previos citados.

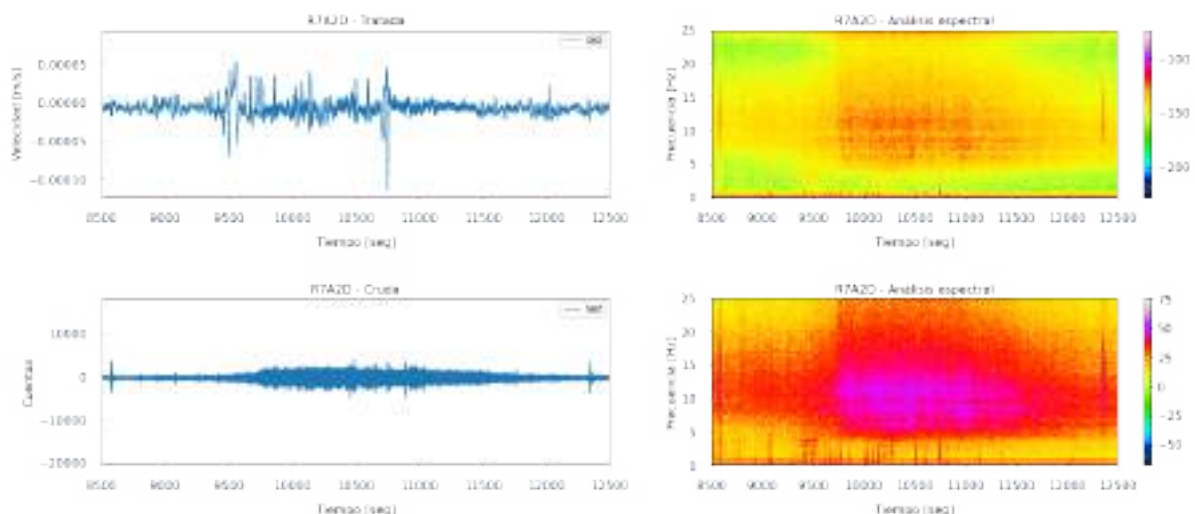


Figura 8.10: Análisis espectral de la señal que podría estar relacionada a una avenida torrencial ocurrida el día 30/11/2021, utilizando el registro procesado (gráfica superior izquierda) y el registro crudo (gráfica inferior izquierda) de la señal sísmica. Los espectrogramas de ambos registros (columna derecha de la gráfica) muestran la forma característica propuesta por Burtin et al. (2016) y Yan et al. (2023) relacionada con avenidas torrenciales.

El tercer evento que se analizó ocurrió el día 2022-05-21 hora local (UTC -5) en el municipio de Itagüí (Vereda el Ajizal) y para su análisis se tomaron datos de la estación Itagüí (ITA - R3DDE), localizada a 3.83 km de la ubicación reportada del evento. Según la información obtenida de los noticieros, el evento ocurrió en horas de la tarde. Se analizó el día completo y no se percibió una forma similar a la de las dos avenidas torrenciales anteriores, ni se halló coincidencia temporal con el reporte de los medios de comunicación, a pesar de la incertidumbre asociada.

Para dar continuidad a la caracterización de los registros sísmicos de fenómenos como movimientos en masa y avenidas torrenciales es necesario explorar más a profundidad las bases de datos utilizadas hasta el momento en el desarrollo de esta actividad. Esto debido a que, por ejemplo, el filtro por pérdidas humanas utilizado para la base de datos de avenidas torrenciales no necesariamente es un indicador de la magnitud de los eventos. Además la distribución espacial de la red sismológica no garantiza el registro de todos los eventos, por lo que sería conveniente seleccionarlos de acuerdo con la distancia a la estación más cercana, agrupando así todos los campos de las bases de datos por estación. Sin embargo, el tiempo que tomaría realizar el análisis espectral de esta información no está contemplado en la vigencia actual.

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 diciembre, se diseñaron y optimizaron los informes diarios y semanales referentes a las alertas de lluvia crítica que desencadenan movimientos en masa. Además, se desarrollaron herramientas

para estimar diversas estadísticas, tales como la identificación de barrios y veredas con altas probabilidades de lluvia crítica durante la semana. Estas estadísticas incluyen el número de veces que cada área se clasificó en probabilidad baja, media y alta, así como la frecuencia y el número de días en que mantuvieron estados de probabilidad media o alta. Estas mejoras tienen como objetivo perfeccionar los informes semanales utilizados en el informe hidrometeorológico, proporcionando información más precisa y detallada para la toma 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 último mes, se analizó la segunda capa de modelación utilizando el modelo *SWAT*, evaluando la correlación entre los datos simulados y los observados por los sensores en cinco puntos del valle. En general, dos puntos presentaron correlaciones muy bajas (menores a 0.2), uno mostró una correlación baja (0.35) y dos presentaron correlaciones moderadas. En comparación, los valores derivados de la misión satelital *SMAP* mostraron un mejor desempeño, con tres puntos alcanzando correlaciones superiores a 0.7.

A pesar de las bajas correlaciones en algunos puntos, se recomienda realizar una nueva calibración del modelo, enfocada en la humedad del suelo. Esta herramienta es ampliamente utilizada para la generación de umbrales de humedad y lluvia, lo que justifica un análisis más profundo de su potencial. Mientras que *SMAP* ofrece una buena resolución temporal pero limitada resolución espacial, *SWAT* proporciona resoluciones adecuadas tanto en el espacio como en el tiempo.

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

Durante diciembre se implementó el modelo de talud infinito utilizando la herramienta *r.slope.stability* a nivel de píxel, con el objetivo de comparar sus resultados con los obtenidos mediante *SHALSTAB*. Este modelo calcula el Factor de Seguridad (FS) para cada píxel, considerando parámetros geotécnicos básicos como la cohesión efectiva, el ángulo de fricción y la pendiente del terreno. Los resultados obtenidos muestran patrones de susceptibilidad muy similares a los generados por *SHALSTAB*.

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 diciembre se continuó con el monitoreo de eventos registrados por las redes acelerográfica, sismológica y de monitoreo estructural.

- Se registraron 35 eventos sísmicos en la red acelerográfica del Valle de Aburrá (RAVA). La mayor aceleración registrada fue de 23.68 cm/s^2 en la estación BAR (Barbosa, Antioquia) generada por el evento del 24 de diciembre de 2024 a las 20:33:33 hora UTC originado en Maceo (Antioquia) con magnitud 4.4 a una profundidad de 55.06 km, según lo reportado por el Servicio Geológico Colombiano. Este evento generó intensidades significativas que ameritaron la elaboración de reporte de evento sísmico, así como también el evento superficial del 26 de diciembre de 2024 a las 00:52:41 hora UTC originado en Tarazá (Antioquia) con magnitud 5.1, que registró una aceleración máxima de 14.86 cm/s^2 en la estación BAR (Barbosa, Antioquia).
- En la red de microsismicidad se registraron 32 de los 35 eventos sísmicos identificados en la red acelerográfica. La mayor velocidad registrada de dichos eventos fue de 1.84 cm/s en la estación GIR (Girardota - Antioquia), por el sismo originado en Maceo, Antioquia el 24 de diciembre de 2024 a las 20:33:33 hora UTC con magnitud 4.4.
- Se registraron 2 eventos sísmicos en la red de monitoreo estructural. El más relevante ocurrió el 26 de diciembre a las 00:52:41 (hora UTC) de magnitud 5.1 y con epicentro en Tarazá - Antioquia. La máxima aceleración registrada en esta red durante el evento en mención fue de 27.8 cm/s^2 en el edificio CAM Caldas - Torre Sur.

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 diciembre de 2024](#).

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

Se realizó el procesamiento y el análisis de los registros continuos de vibración ambiental hasta el 31 de diciembre de 2024 para todos los edificios pertenecientes a la red de monitoreo estructural (Figura 8.11), haciendo especial énfasis en la Torre Norte (edificio de Las Secretarías) y Torre Sur (edificio Legislativo) del Complejo Administrativo del Municipio de Caldas, siendo las dos nuevas incorporaciones que se suman a la red de monitoreo estructural del proyecto.

En los análisis se automatizó el algoritmo para que encuentre las ventanas de tiempo donde es posible identificar las frecuencias dominantes del sistema estructural, lo que permitió visualizar su variación diurna y para todo el mes de diciembre (ver Figuras 8.12 y 8.13). Un ejemplo de visualización y procesamiento de los registros de vibración de ambiental se muestra en la Figura 8.14 las cuales corresponde a una ventana de tiempo del 9 de diciembre de 2024 en la Torre Norte y Sur de la alcaldía de Caldas.

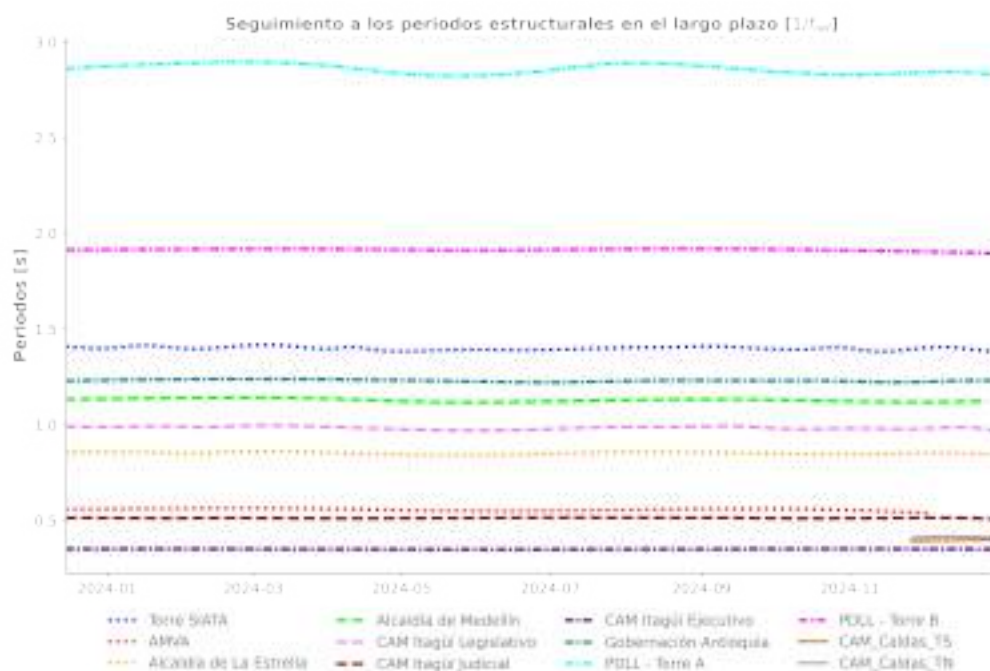


Figura 8.11: Consolidado del seguimiento a los periodos estructurales identificados para todos los edificios de la red de monitoreo estructural del Proyecto SIATA.

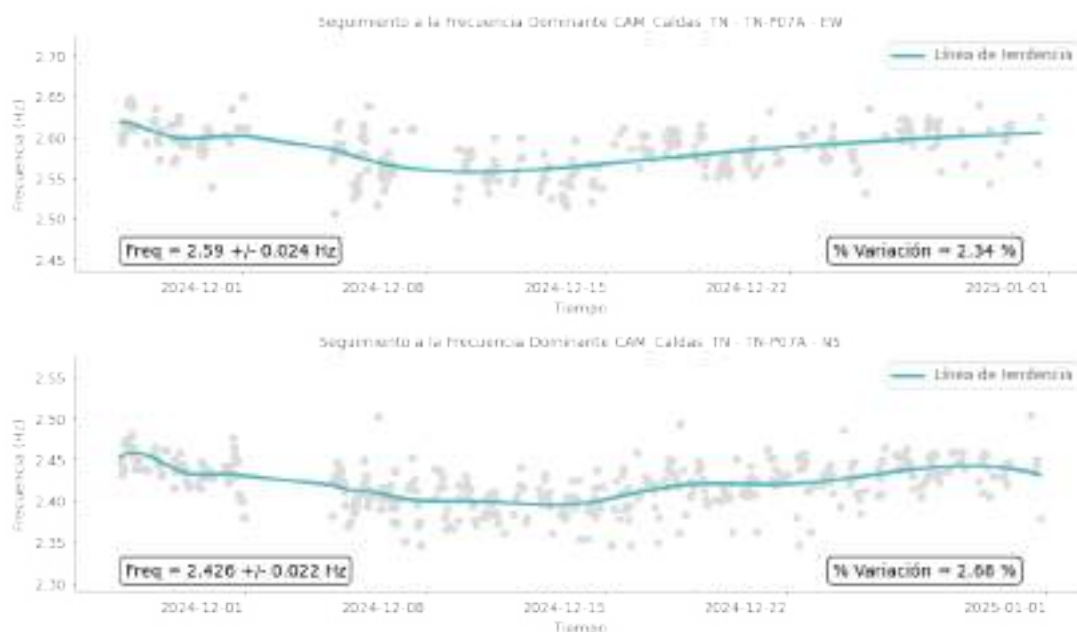


Figura 8.12: Consolidado del seguimiento a las frecuencias dominantes en la dirección más flexible para todos los edificios que integran la red de monitoreo estructural. Mediciones entre el 1 de enero de 2022 y el 31 de diciembre de 2024.

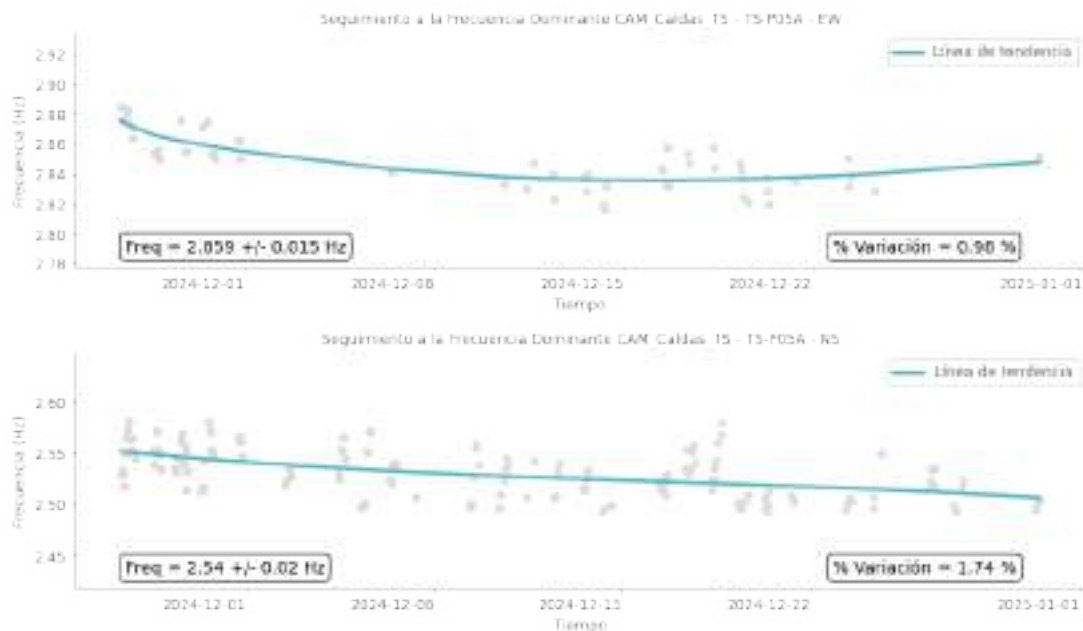


Figura 8.13: Consolidado de las frecuencias dominantes identificadas para la Torre Sur de la Alcaldía de Caldas, haciendo la distinción entre ambas direcciones traslacionales (EW y NS).

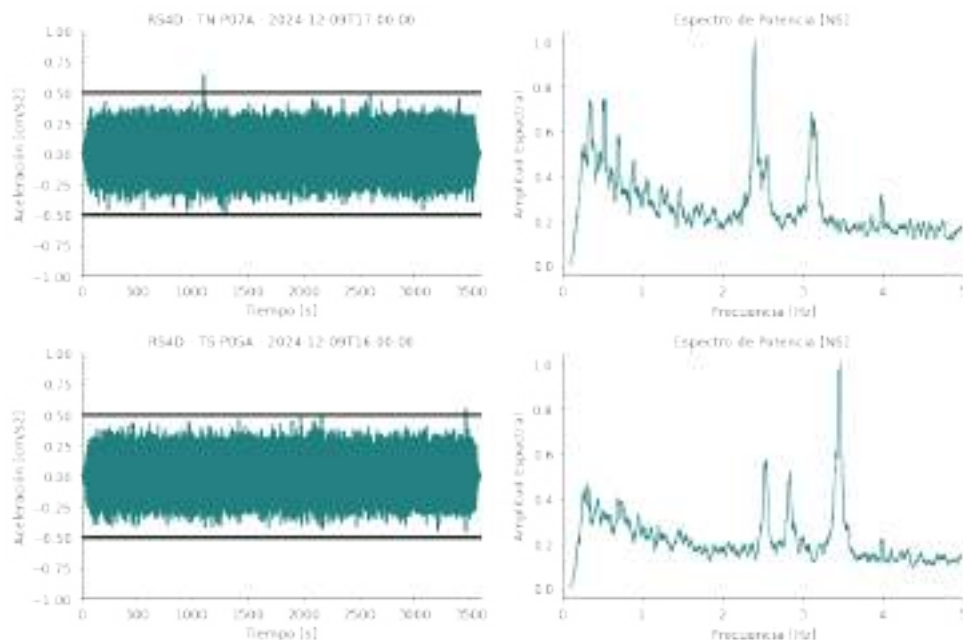


Figura 8.14: Identificación de las frecuencias dominantes a través de la obtención del espectro de densidad espectral, usando los registros de vibración ambiental del día 9 de diciembre de 2024 para la Torre Norte (Superior) y Sur (Inferior) de la Alcaldía de Caldas.

Una vez realizada la corrección instrumental para obtener los registros de aceleración en las estaciones de la Torre Norte y Torre Sur de la Alcaldía de Caldas, se evidencia una reducción del 50 % en el ruido base en comparación con las estaciones instaladas en otros edificios de la red de monitoreo estructural. Esto se debe a la mejora en el acelerómetro MEMS incorporado en la nueva versión de los equipos RS4D, lo que incrementa la capacidad de captura para la identificación de propiedades dinámicas mediante registros de vibración ambiental. En la Figura 8.15 se muestra la capacidad de captura de las estaciones TN-P07A y TS-P05A para el seguimiento diurno de las frecuencias dominantes.

La *capacidad de captura* es un indicador implementado en la red de monitoreo estructural que mide las limitaciones de una estación de tipo acelerógrafo para identificar las propiedades dinámicas a través de los registros de vibración ambiental. Con estos resultados se puede identificar las horas más pertinentes para la realización de las jornadas de vibración ambiental en los edificios, todo con el objetivo de mantener actualizados los insumos necesarios para el reporte del sistema de alerta estructural.

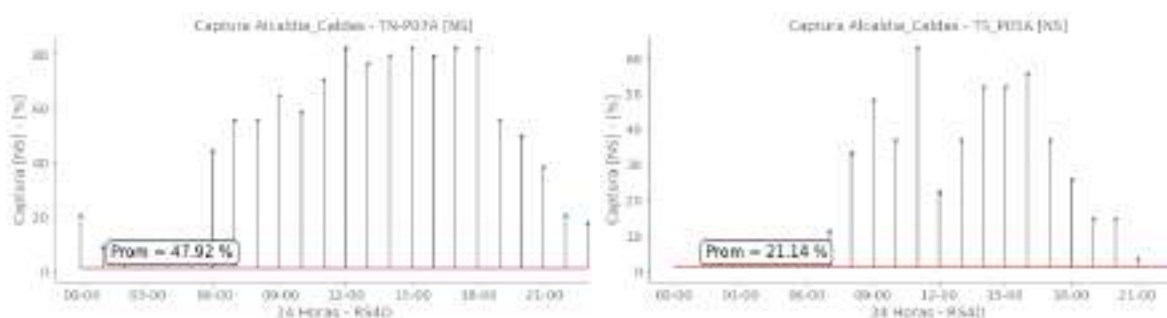


Figura 8.15: Capacidad de captura para la identificación de propiedades dinámicas mediante registros de vibración ambiental de las estaciones TN-P07A y TS-P05A de la Torre Norte y Torre Sur de la Alcaldía de Caldas

En el documento [Resultados y análisis de vibración ambiental en los edificios pertenecientes a la red de monitoreo estructural operada por el proyecto SIATA](#), se consignan todos los resultados correspondientes a las jornadas de vibración ambiental en edificios, incluyendo las realizadas a las 15 edificaciones candidatas que hicieron parte del proceso de preselección para la instalación de instrumentación sísmica permanente e incorporación a la red de monitoreo estructural.

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.

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).

Durante el mes de diciembre, el equipo de teledetección realizó ejercicios de clasificación utilizando la metodología OBIA (análisis de imágenes basado en objetos), con el objetivo de tener estimativos de tiempos de procesamiento para generar una clasificación de coberturas del suelo.

Se encontró que el tiempo mínimo de procesamiento para hacer la clasificación de una (1) imagen fue de 9 horas 23 minutos, el máximo de 13 horas 53 minutos y el promedio de 11 horas 29 minutos. En general, el proceso que más tiempo consume es el re-muestreo de la imagen a un tamaño de 10 cm por pixel, mientras que el más expedito es la estandarización del Modelo Digital de Superficie (DSM). Se está trabajando en estimar los tiempos de procesamiento con los métodos de clasificación basado en umbrales y PBIA (análisis de imágenes basado en píxeles).

Adicionalmente, desde el equipo de Teledetección se desarrolló una primera versión de cinco (5) complementos o *plugin* en QGIS para el preprocesamiento de imágenes UAS. El objetivo es tener a disposición para el equipo, y en general para el proyecto SIATA, herramientas que permitan hacer preprocesamiento geoespacial de forma rápida y estandarizada. El preprocesamiento incluye cambio en tamaño de pixel a 10 cm, estimación de índice de exceso de verde, estimación de índice de altura normalizado (a partir de DSM y DTM) y estimación de texturas a partir de imagen *raster* RGB.

El documento con la información recopilada y ampliada se encuentra disponible en el enlace [Clasificación de LULC](#).

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 noviembre, el inventario de las estaciones para la atención de emergencias en el mes de diciembre 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 mes de diciembre 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.

A partir del comunicado por parte de la empresa Metro de Medellín, con respecto a que no se podría disponer del sitio por un período superior a un año, el día 12 de diciembre se realizó una salida de campo para la identificación de posibles puntos de instalación del equipo de monitoreo de calidad del aire en cercanías de la estación Estrella Metro. Adicionalmente, se verificó la zona cercana a una sede del INDER en el municipio de la Estrella. Cabe mencionar que ambos sitios no cumplían con las condiciones de microlocalización para la ubicación de un equipo de monitoreo de calidad del aire. Otros sitios evaluados de manera general que podrían cumplir con los criterios de microlocalización serían las empresas privadas Edding Colombia (ubicada en la dirección Carrera 49 No. 78C Sur - 94) y Fokus Ilumina (Calle 78C Sur No. 48 - 27), para las cuales se adelantará la gestión que permita ingresar al sitio para definir si se podría ubicar o no el equipo de medición de PM2.5.

Por otro lado, la estación de monitoreo de ozono ubicado en la Universidad de Medellín, fue trasladada a la Institución Educativa Pedro Octavio Amado (MED-ALTA) del corregimiento de Altavista en el Distrito Especial de Medellín, y cuya operación inició el 10 de diciembre.

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

En el mes de diciembre, 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 diciembre se encuentra disponible en el siguiente enlace: [Lista Mantenimiento diciembre 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 diciembre, 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: **47.41 %**.
- Estaciones de nivel con datos distorsionados, ruidosos, sin hidrógrafas, comportamiento plano, sostenido o incoherente: **16.76 %**.
- Estaciones con problema recurrente de un pluviómetro taponado o pulsos de lluvia anómalos posterior al evento de precipitación: **16.18 %**.
- Estaciones con comunicación intermitente **10.40 %**.
- Estaciones meteorológicas con valores sostenidos simultáneamente en dos o más variables: **9.25 %**.

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 diciembre, la red hidrometeorológica in-situ del proyecto SIATA contaba con 415 estaciones, distribuidas en las siguientes redes:

- Pluviómetros: 165.
- Niveles: 141.
- Meteorológicas: 46.
- Velocidad superficial: 22.
- Disdrómetros: 19.
- Humedad del suelo: 17.
- Piranómetros: 5.

Adicionalmente, se tienen quince (15) 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, se realizó durante el mes de diciembre un total de nueve (9) instalaciones en el Valle de Aburrá correspondientes a las redes de niveles (4), pluviómetros (2), meteorológicas (1), geotecnia (1) y un (1) sensor Raspberry Shake perteneciente a la red sísmológica del proyecto. En el siguiente enlace se proporciona mayor información de las instalaciones realizadas: [Calidad Datos](#).

WP2.1.4. Generar información oportuna sobre amenazas

Monitoreo drenaje urbano: durante el mes de diciembre se registraron tres (3) eventos de inundación, de los cuales uno (1) fue detectado por la red de monitoreo del SIATA y dos (2) fueron reportados a través del sistema de cámaras CCTV de la Secretaría de Tránsito de Medellín. El evento más severo se presentó en el deprimido Punto Cero el 26 de diciembre de 2024, clasificado como moderado. Adicionalmente, se reportaron dos (2) eventos leves: el primero, registrado el 15 de diciembre de 2024 en la Regional Nororiental hacia el Puente Horacio Toro, y el segundo, ocurrido el 26 de diciembre de 2024 en la Transversal 78 con Carrera 65, sector Castipán. Este último evento no afectó el paso a desnivel de la Terminal del Norte.

Estaciones de monitoreo de sedimentos: en laboratorio del grupo de Telemetría, se realizó mantenimiento preventivo al sensor de Ancón Sur. Para el sensor de Aula Ambiental, fue necesario intervenir el sensor electrónicamente debido a que tenía problemas en el protocolo de comunicación RS-232; por tal motivo, se usó el protocolo SDI-12 (que también está disponible en el sensor) con ayuda de la tarjeta de desarrollo Arduino para su reparación y funcionamiento.

Sensor de velocidad de la marca Stalker Surface: se cambió dispositivo de comunicación serial RS-485 (RS232 TO RS485 converter de la marca Waveshare) en laboratorio, al sensor de velocidad superficial Stalker Surface de la estación de nivel 342, debido a problemas con el módulo que tenía anteriormente.

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

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

Durante el mes de diciembre se realizó la instalación de nueve sensores en diferentes redes. Los detalles de estas actividades se consignan en la Tabla 10.1.

Tabla 10.1: Instalaciones del mes de diciembre de 2024.

Código	Nombre	Fecha	Municipio
754	Q. La Iguaná - Los Colores	2024-12-17	Medellín
755	Colegio Eduardo Santos - Meteorológica Vaisala	2024-12-03	Medellín
756	Av. La 65 El Volador - Encharcamiento Vial	2024-12-04	Medellín
757	Las Golondrinas - Pluviómetro	2024-12-18	Medellín
758	Q. La Loca - Villa Esperanza	2024-12-18	Medellín
760	Q. La Picacha - Guanteros	2024-12-19	Medellín
761	Tricentenario Acevedo - Acelerómetro	2024-12-20	Medellín
100883	Camara Nivel Descarga Q.Tinajas - Río	2024-12-21	Medellín
100889	Raspberry Shake 4D Tricentenario Acevedo	2024-12-21	Medellín

En los sensores de nivel se realizó el levantamiento de la sección transversal, niveles de riesgo y distancia del sensor al lecho.



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

En la Tabla 10.2 se listan los mantenimientos preventivos y correctivos de las estaciones de monitoreo del proyecto.

Tabla 10.2: Mantenimientos del mes de diciembre de 2024.

Municipio	Total mantenimientos	Mantenimiento preventivo	Mantenimiento correctivo
Barbosa	49	45	4
Bello	65	60	5
Caldas	57	39	18
Copacabana	41	41	0
Envigado	14	14	0
Girardota	28	26	2
Itaguí	25	22	3
La Estrella	67	58	9
Medellín	292	248	44
Sabaneta	26	25	1
Totales	664	578	86

WP2.1.7. Generar información oportuna sobre de 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 de precipitación a partir de GOES

Durante el mes de diciembre, se realizaron actividades centradas en la implementación operativa del modelo de aprendizaje profundo basado en redes neuronales convolucionales (CNN) para el pronóstico de lluvia a una hora, entrenado hasta ahora para el periodo marzo-abril-mayo (MAM). Este esfuerzo se llevó a cabo con el fin de poner en marcha el modelo para generar pronósticos de precipitación en tiempo real, con el propósito de evaluar su desempeño en un entorno operativo mientras se avanza en el desarrollo y entrenamiento de modelos para cubrir otras temporadas del año. Así mismo, se trabajó en la elaboración del informe consolidado final del contrato, en el cual se documentaron los resultados obtenidos con el modelo CNN. Este informe incluye una recopilación detallada de las métricas de desempeño calculadas para diversos conjuntos de datos de prueba, junto con los pronósticos generados, complementando y sintetizando los avances previamente reportados en los informes mensuales.



Pronóstico actividad eléctrica

Durante el mes de diciembre se continuó con la implementación del modelo de pronóstico de actividad eléctrica para un horizonte de pronóstico de 1 hora sobre el Valle de Aburrá a partir de información del satélite GOES16 y haciendo uso de redes neuronales convolucionales. Anteriormente, se reportaron métricas de recall y precision para el mejor modelo obtenido de 80 % para ambas métricas, y tanto para los sets de datos de validación como de test. Es decir, en el caso del recall, esto implica que de todos los instantes en que hubo actividad eléctrica en las observaciones, el modelo logró pronosticar correctamente la existencia de dicha actividad en el 80 % de los casos; y en el caso del precision, este indica que de todos los pronósticos que señalaron actividad eléctrica en la próxima hora, el 80 % fue correcto.

Durante el mes de diciembre se quiso implementar una nueva configuración del modelo con el fin de mejorar su desempeño. Como se ha explicado en otros informes, el modelo se había construido de tal forma que utilizaba doce (12) variables regresoras (independientes), a saber: temperatura de brillo en 6 bandas del infrarojo cercano e infrarojo en el instante, así como el promedio de los últimos 30 minutos de las mismas temperaturas de brillo. La nueva configuración que propende por la mejora del modelo, consistió en agregar tres (3) nuevas variables regresoras: mapa de reflectividad de radar más cercana al instante de observación del satélite (y que no debería tener una diferencia temporal mayor a 6 minutos); mapa de tipo de precipitación calculada a partir de información de radar y siguiendo la metodología propuesta por Powell et al. (2016); y mapa de acumulado de descargas eléctricas de la media anterior a la observación del satélite.

Los resultados obtenidos son preliminares, dando resultados de 70 % tanto para el precision como para el recall. Se espera que con pruebas adicionales de nuevos hiperparámetros, se pueda alcanzar las métricas del modelo con las variables regresoras originales, e incluso superar dicho desempeño.

Pronóstico a corto plazo a partir de la información del radar

Durante el mes de diciembre se continuó con la mejora de los algoritmos de nowcasting. Una vez seleccionadas las mejores configuraciones para los algoritmos, utilizando las métricas explicadas en meses anteriores, se procedió a optimizar el código y corregir algunos errores encontrados.

Los métodos STEPS (Short-Term Ensemble Prediction System) y LINDA (Lagrangian INtegro-Difference equation model with Autoregression) perturban las velocidades del campo de movimiento para generar ensambles y, con ellos, un pronóstico probabilístico o determinista, utilizando la media de estos ensambles. Los parámetros para perturbar la velocidad se calcularon ajustando las diferencias entre las estimaciones del campo de movimiento obtenidas mediante el método de Lucas-Kanade y las observaciones reales. Estos parámetros habían sido determinados para cada hora del día; sin embargo, esto estaba generando inestabilidades en los pronósticos durante ciertas horas. Por este motivo, se eliminaron los parámetros de perturbación de dichas horas y, al momento de generar los ensambles, se utilizan los parámetros de las horas más cercanas disponibles.

Actualmente, se están explorando maneras de optimizar el script y su ejecución, ya que toma alrededor de 3 minutos en completarse.

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

Durante el mes de diciembre, se llevó a cabo una reunión técnica de socialización con el departamento de planeación del municipio de Copacabana y el personal técnico del AMVA, en la que se presentaron

los hallazgos obtenidos mediante técnicas de teledetección relacionadas con los movimientos en masa en los sectores de Ancón Norte y El Zarzal. Esta actividad tuvo como propósito fortalecer la comprensión del riesgo en estas áreas clave y proponer estrategias de monitoreo y mitigación, y está asociada con las actividades específicas que se desarrollan dentro del WP2.3.5.

Pruebas de campo en el punto de la quebrada Tinajas

En la mañana del 3 de diciembre de 2024, se llevó a cabo una jornada de medición de vibración ambiental en terreno, como parte de las actividades complementarias en la evaluación del punto crítico localizado en la obra hidráulica de la quebrada Tinajas, la cual atraviesa los rieles del metro entre las estaciones Acevedo y Tricentenario. Durante esta jornada, se instalaron dos (2) equipos acelerógrafos de altas especificaciones EQR-120, ubicándolos en las cercanías de las otras estaciones dispuestas para este monitoreo (ver Figura 10.1).



Figura 10.1: Ubicación acelerógrafos EQR-120 para la medición de vibraciones ambientales en el punto crítico localizado en la obra hidráulica de la quebrada Tinajas.

En la Figura 10.2 se muestran los registros obtenidos por los acelerógrafos desde las 16:00:00 hasta las 17:30:00 hora UTC. Es posible distinguir que las amplitudes máximas de aceleración medidas son de aproximadamente 30 cm/s^2 en la dirección vertical (Z). Así mismo, es posible identificar el contenido frecuencial en ambos puntos de medición (ver Figura 10.3), especialmente para el paso de los trenes en el carril adyacente (Norte - Sur) como en el lado opuesto (Sur - Norte) de los equipos de medición. Con esta información se espera corregir o sustraer el ruido base en los registros capturados por un equipo Raspberry Shake 4D (RS4D) instalado permanentemente para el monitoreo del punto crítico.

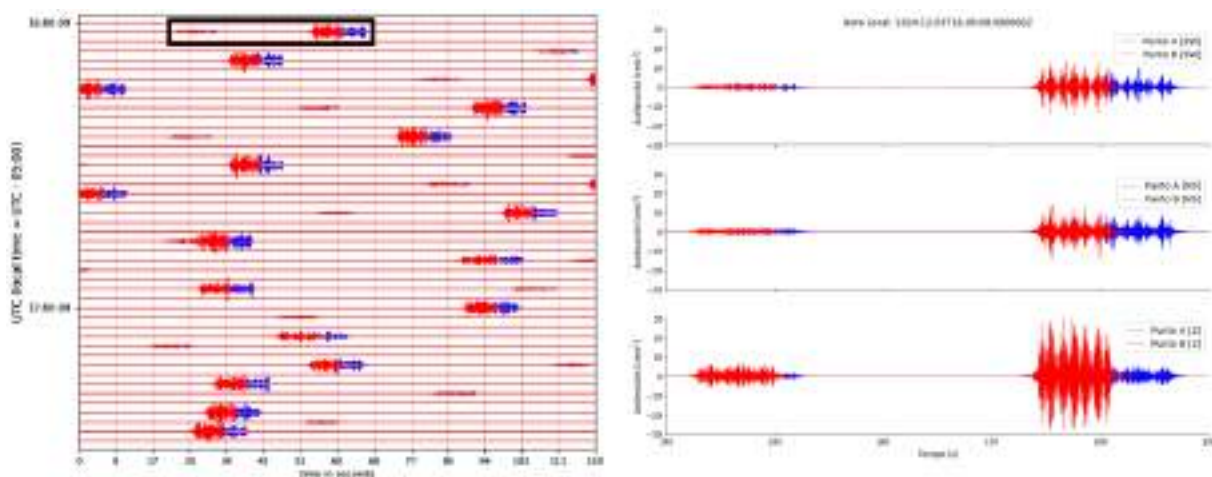


Figura 10.2: Registros de aceleración en los puntos A y B durante la jornada de vibración ambiental en el punto crítico localizado en la obra hidráulica de la quebrada Tinajas.

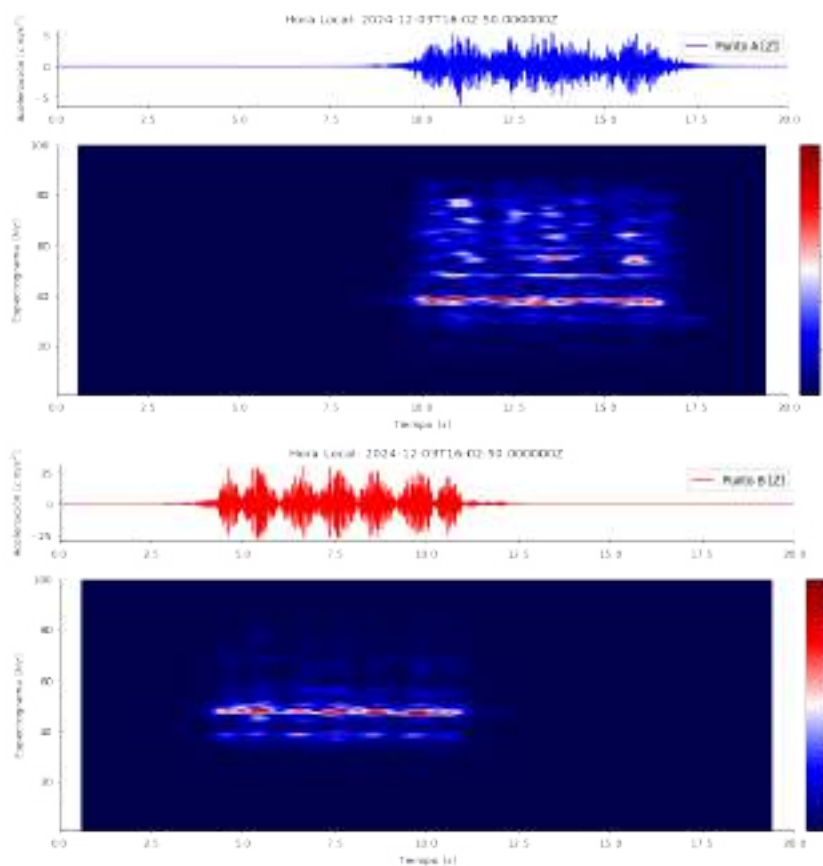


Figura 10.3: Espectrogramas y contenido frecuencial de los registros obtenidos en los puntos A y B. Este análisis se centra en una ventana de tiempo específica en la que los trenes transitan simultáneamente por ambos carriles.

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

El 5 de diciembre de 2024, mientras se realizaba la inspección de un tramo de la estructura hidráulica de la quebrada La Minita, se presentó un siniestro del UAS esfera diseñado para el ingreso a espacios confinados y estructuras en riesgo de colapso. Este siniestro se presentó debido a que espuma presente sobre el afluente posiblemente cayó sobre algunos componentes electrónicos mientras volaba, lo que generó fallas y a su vez un comportamiento errático, cayendo al cauce de la quebrada y ocasionando la pérdida material del equipo.

Al ser un equipo desarrollado al interior del proyecto SIATA, conformado por componentes consumibles y sin serial, no opera bajo una póliza de Responsabilidad Civil Extracontractual (RCE) y tampoco tiene registro ante Aerocivil. La información ampliada del siniestro se puede encontrar en el siguiente enlace: [Informe siniestro UAS esfera](#).

Adicionalmente, durante el mes de diciembre se adelantaron siete (7) acciones para el mantenimiento y renovación tecnológica. Se destaca la recepción de compra de un (1) cargador para las baterías del UAS *Matrice 300 RTK*, dos (2) solicitudes de compra de filamentos para impresión 3D, dos (2) interacciones con el equipo de logística SIATA y compras EAFIT enfocadas a las líneas de celular solicitadas por el equipo de Teledetección y el reporte de siniestro del UAS esfera. Las interacciones relacionadas al mantenimiento y renovación tecnológica, adelantadas en el contrato 016 - 2024 se encuentran en el enlace [F-GAA-SIATA-130 mantenimiento y renovación tecnológica](#).

Por otro lado, se realizaron cuatro (4) solicitudes de compra asociados al convenio DAGRD: 1. Un (1) Workstation; 2. Licencia vitalicia *DJI Terra Pro* para el procesamiento de productos LiDAR; 3. Licencia mensual *PIX4Dmapper*; 4. Disco duro externo para el almacenamiento de estos datos.

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

En el mes que se documenta, no ocurrieron emergencias en el Valle de Aburrá que generaran activaciones de los equipos del proyecto SIATA, razón por la cual no se brindó apoyo a la Entidad para el acompañamiento en la atención de emergencias.

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 se desarrollo software y hardware para la lectura de 6 sensores de bajo costo de temperatura, humedad, gases y material particulado. Lo anterior con el fin de probar nuevos sensores que sirvan en un futuro para ser implementados en los proyectos de CC. Por otro lado se configuró y adecuó estación meteorológica GMX600 para mostrar la información en tiempo real en un display y a su vez almacenarla internamente. (Para más detalle visitar el anexo [Telemetría](#)).

Se mantuvieron en operación permanente los diferentes equipos que componen las redes de Calidad de Aire, Ruido Ambiental, y el programa de Ciudadanos Científicos. Se realizaron los mantenimientos preventivos y correctivos a todos los sensores y se implementaron las acciones tecnológicas y logísticas para garantizar el correcto funcionamiento de las redes, con el fin de garantizar el cumplimiento de las frecuencias establecidas en los diferentes métodos de medición de los equipos. Lo anterior permitió reportar oportunamente los Índices de Calidad del Aire -ICA-, y demás informes requeridos en el contrato.

Se mantuvieron además, en operación los equipos complementarios de las redes de calidad del aire que permiten realizar un análisis integral de los contaminantes en el aire y mantener activa la Herramientas de análisis para el monitoreo de la Calidad del Aire, que facilita este análisis y que está permanentemente a disposición de la supervisión del AMVA y del equipo de análisis de datos del componente de calidad del aire de Siata.

Indicadores de captación de datos

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.

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 11.1 se presenta, para el mes de diciembre 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, todos los equipos que estuvieron en operación durante el mes de diciembre presentaron porcentajes de datos válidos superiores al 75 %. Cabe agregar que el porcentaje de datos válido reportado para el ozono en la estación MED-ALTA, ubicada en el corregimiento de Altavista en el Distrito de Medellín, y cuya operación inició el 10 de diciembre, está calculado para el período del 10 al 31 de diciembre de 2024.

Tabla 11.1: Porcentaje de datos válidos para los contaminantes monitoreados durante el mes de diciembre 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	94.4									
BAR-PDLA						98.4				
GIR-EPM	99.5	81.3	91.1	91.5	92.1	85.3	95.8	98.8		
COP-HSMA										100.0
COP-CVID	98.8									
BEL-FEVE	83.0									
BEL-JEGA									100.0	
BEL-USBV		98.8				99.1				
MED-ARAN	79.7									
MED-PBLQ	99.3					86.5				
MED-SCRI	94.9									
MED-FISC	88.4		98.8	98.8	98.8	97.3		98.8		
MED-VILL	94.2									
CEN-TRAF	95.7	95.7	97.7	97.7	97.7			96.6		
MED-CORA										100.0
MED-EXSA		98.9								
MED-BEME	97.6									
MED-SELE	92.3									
MED-MIRA						93.7				100.0
MED-PROV	95.3	97.3	91.4	91.4	91.4					
MED-ALTA	86.6	86.4	92.7	92.7	92.7	99.4				
MED-PJIC		96.8	97.7	97.7	97.7		99.1		90.0	90.0

Continúa en la siguiente página

Tabla 11.1: Porcentaje de datos válidos para los contaminantes monitoreados durante el mes de diciembre 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-CES	97.7					97.2				
MED-TESO	97.0									
ITA-PTAR										100.0
ITA-POGO		99.3								100.0
ITA-CJUS	99.5		90.6	90.6	90.6			91.9		
ITA-CONC	82.4	83.3				98.8				
ENV-HOSP	98.5									
EST-MAGO										100.0
EST-HOSP	86.8									
SAB-RAME	84.5									
EST-TABL	92.9									
CAL-JOAR	85.3									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 11.2 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. Solamente la estación ubicada en BAR-PDLA, no tubo una captación de datos superior al 75 %, debido a que presentó inconsistencias en los protocolos de transmisión y almacenamiento de datos.

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 para 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 11.2: Porcentaje de datos válidos para las variables meteorológicas monitoreadas durante el mes de diciembre 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	68.5	68.5	68.5		68.5	68.5	68.5
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	98.9		99.6	99.9		85.9	99.6
MED-PBLQ	100.0	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0
MED-FISC	99.9	99.9	99.9		99.9	99.9	99.9
MED-SELE	100.0	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0
MED-UDEM	87.0	87.0	87.0		87.0	87.0	87.0
MED-MIRA	100.0	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0
MED-PJIC	100.0	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0
ITA-CJUS	96.8		97.2	99.7	99.7	81.4	94.6
ITA-CONC	85.2	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0
SAB-RAME	100.0	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0

Red de Ruido Ambiental

En la Figura 11.1 y en la Tabla 11.3 se presenta el porcentaje de datos de nivel de presión sonora válidos, inválidos o faltantes, además del porcentaje de datos válidos para los niveles de presión sonora diurnos y nocturnos, calculados a partir de los niveles de presión sonora horaria.

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

Por su parte, la estación Universidad de San Buenaventura (BEL-USBV) presentó errores en la lectura de datos durante el procedimiento de mantenimiento y descarga de datos llevado a cabo el 02 de enero de 2025, por lo que presentó porcentajes de datos horarios válidos inferiores al 75 %.

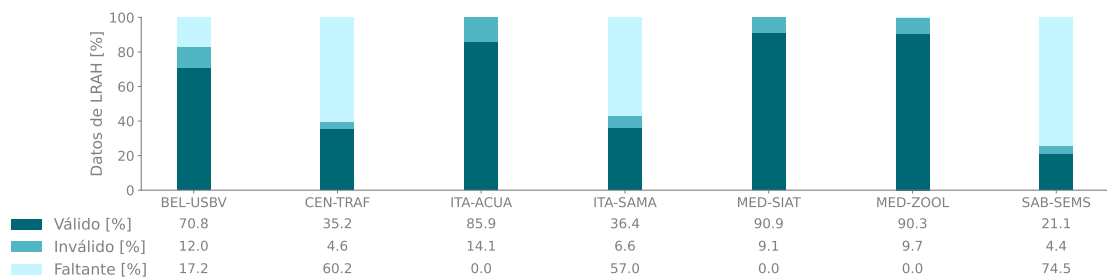


Figura 11.1: Datos captados válidos e inválidos del nivel de presión sonora horaria en el Valle de Aburrá para el mes de diciembre de 2024.

Tabla 11.3: Porcentaje de datos válidos de la Red de Ruido Ambiental para el mes de diciembre del 2024.

Estaciones	<i>LRAeqh</i>	<i>LRAeq,d</i>	<i>LRAeq,n</i>
BEL-USBV	70.8	83.9	83.9
MED-SIAT	90.9	100.0	96.8
CEN-TRAF	35.2	41.9	38.7
MED-ZOOL	90.3	100.0	93.5
ITA-SAMA	36.4	45.2	41.9
ITA-ACUA	85.9	100.0	90.3
SAB-SEMS	21.1	25.8	22.6

Red de Ciudadanos Científicos

Ciudadanos Científicos - Nubes

Durante el mes de diciembre de 2024 se realizaron 153 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 11.2 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 que los ciudadanos suspenden el fluido eléctrico del sensor porque van a dejar la vivienda sola durante esos días.

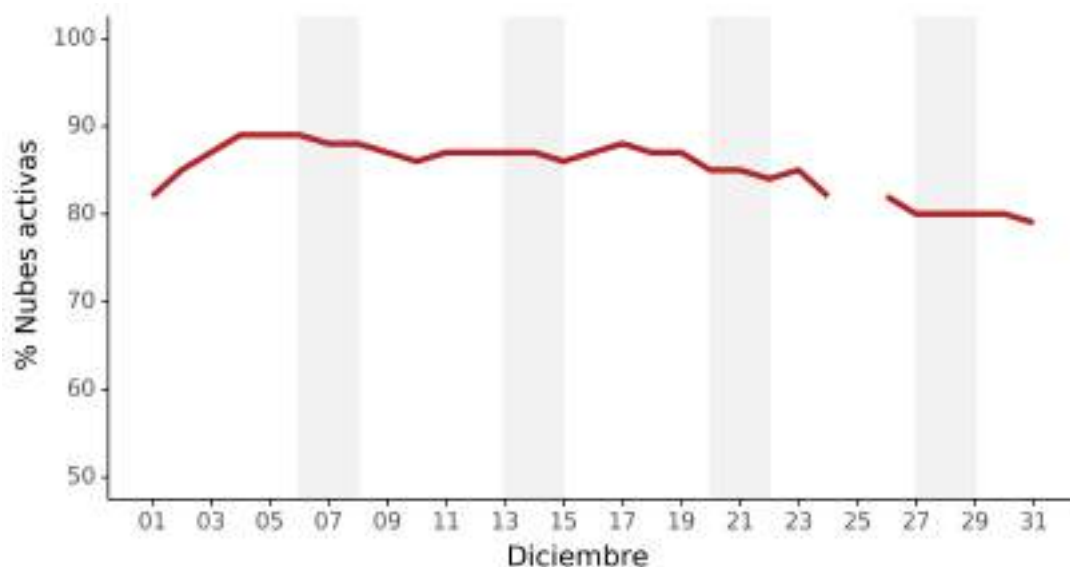


Figura 11.2: Porcentaje de Nubes activas al menos una vez durante el mes de diciembre de 2024.

De las 263 Nubes instaladas, 220 estuvieron activas al menos una vez durante el mes, lo que equivale al 83 % 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 11.3 muestra el ciclo semanal de Nubes que estuvieron activas al menos una vez durante el mes de diciembre. El margen de confianza graficado es del 95 %, es decir, se muestra la variabilidad del 95 % de los datos alrededor del promedio semanal.

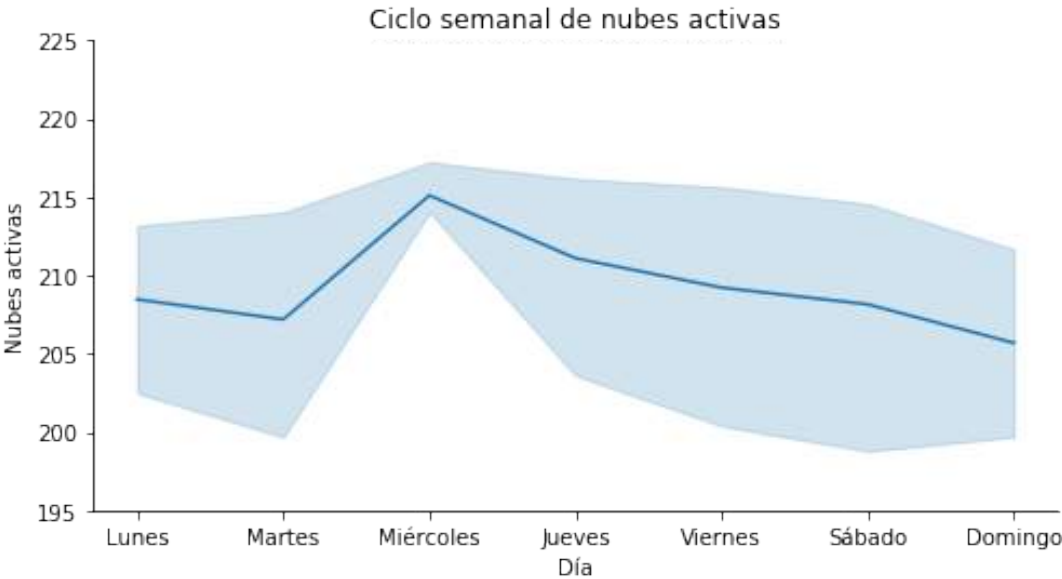


Figura 11.3: Ciclo semanal de número de Nubes activas durante el mes de diciembre de 2024.

La Tabla 11.4 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 194, lo que equivale al 73 % de las Nubes instaladas. La información se presenta clasificada por municipio.

Tabla 11.4: Nubes activas durante el mes de diciembre de 2024, discretizadas por municipio del Valle de Aburrá.

Municipio	Número de nubes activas	Número de nubes instaladas
Barbosa	7	8
Bello	15	22
Caldas	6	8
Copacabana	11	15
Envigado	21	24
Girardota	13	18
Itagüí	12	16
La Estrella	11	18
Medellín	87	121
Sabaneta	11	13

Ciudadanos Científicos - Bicicleta

Durante el mes de diciembre de 2024, 8 sensores instalados en bicicleta, de un total de 36 asignados, enviaron datos al menos un día al mes. En promedio, 2 sensores enviaron datos cada día del mes de diciembre como se presenta en la Figura 11.4.

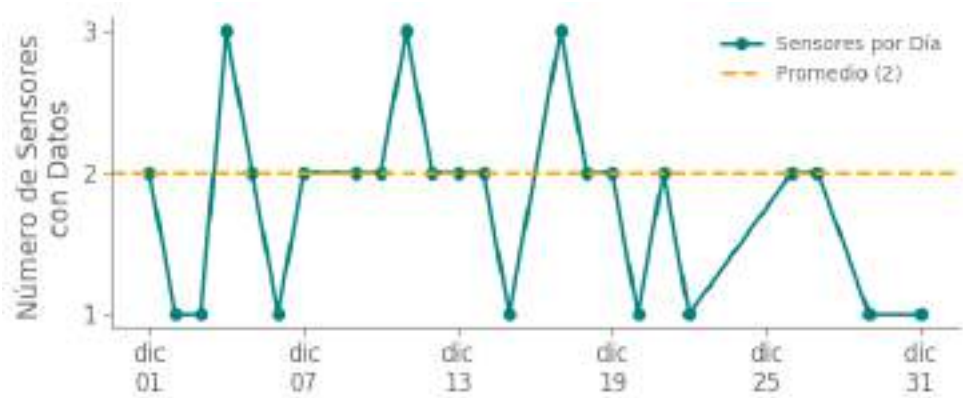


Figura 11.4: Balance de los sensores instalados en Bicicletas de la Red de Ciudadanos Científicos para el mes de diciembre de 2024.

Soporte general de la red de Ciudadanos Científicos

Durante el mes de diciembre de 2024, se realizaron 153 actividades de soporte a la red de Ciudadanos Científicos relacionadas con los sensores fijos y 16 actividades relacionadas con los sensores móviles, como se presenta en la Figura 11.5.

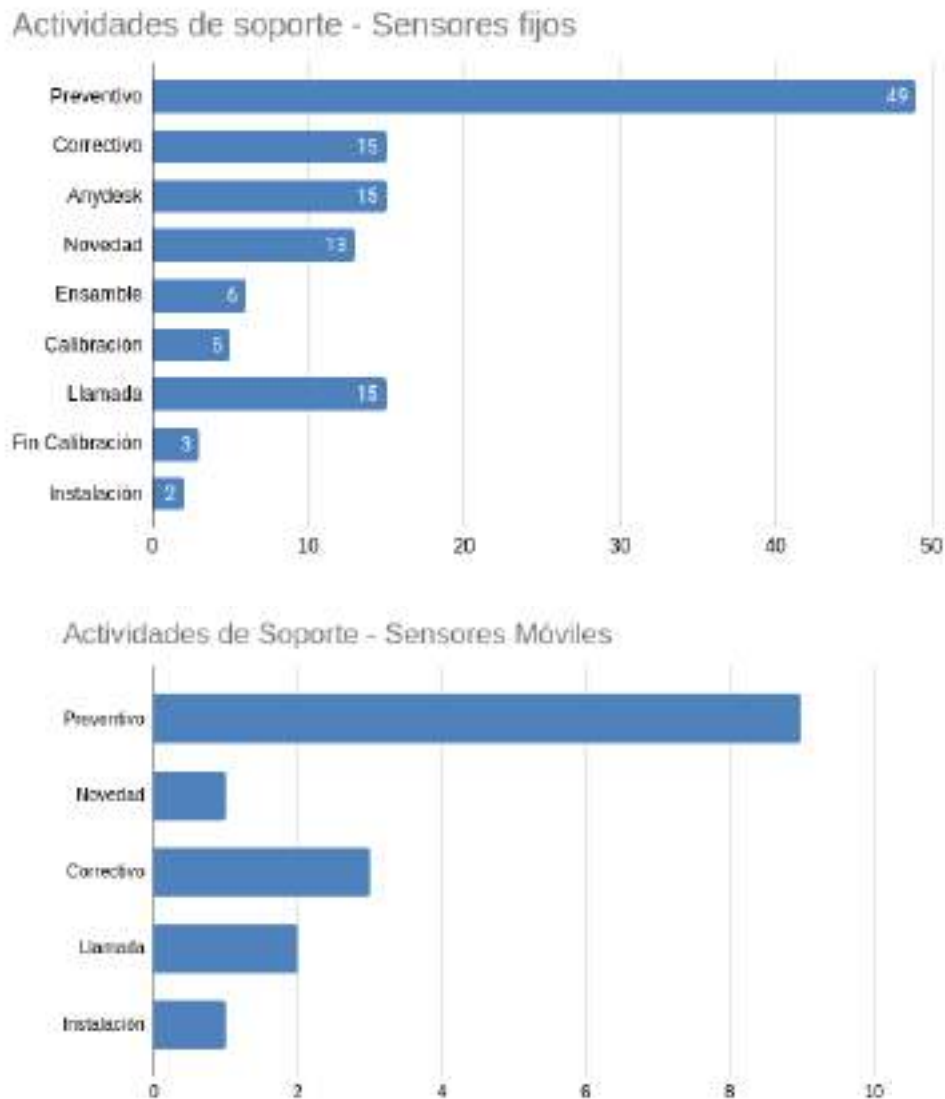


Figura 11.5: Actividades de soporte a la red de Ciudadanos Científicos durante el mes de diciembre de 2024.

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

Durante el mes de diciembre del 2024 la red de Ciudadanos Científicos contó con 188 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 11.6 a 11.8 presentan la mediana del nivel de presión sonora para diferentes zonas de los municipios del área metropolitana durante el mes de diciembre 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 14 estaciones de Ciudadanos Científicos con sensor de ruido.
- Zona Sur: estaciones ubicadas en los municipios de Sabaneta, Itagüí y Caldas, con un total de 32 estaciones de Ciudadanos Científicos con sensor de ruido.
- Envigado: estaciones ubicadas en el municipio de Envigado, con un total de 21 estaciones de Ciudadanos Científicos con sensor de ruido.
- La Estrella: estaciones ubicadas en el municipio de La Estrella, con un total de 17 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 29 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 24 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 Cristóbal con un total de 22 Ciudadanos Científicos con sensor de ruido.

En las Figuras 11.6 a 11.8 es posible observar que la mediana del nivel de presión sonora varía entre 41 y 69 dBA durante el período diurno, entre 45 y 70 dBA durante el período nocturno, y entre 51 y 78 dBA para el indicador diurno-nocturno.

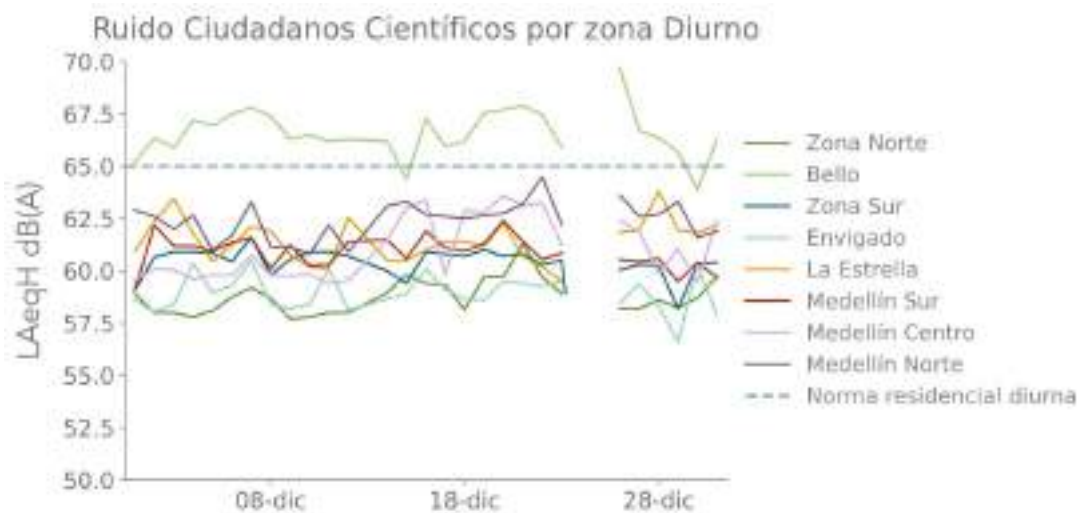


Figura 11.6: Serie de tiempo diurna por zonas de los sensores de ruido de la red de Ciudadanos Científicos para el mes de diciembre de 2024.

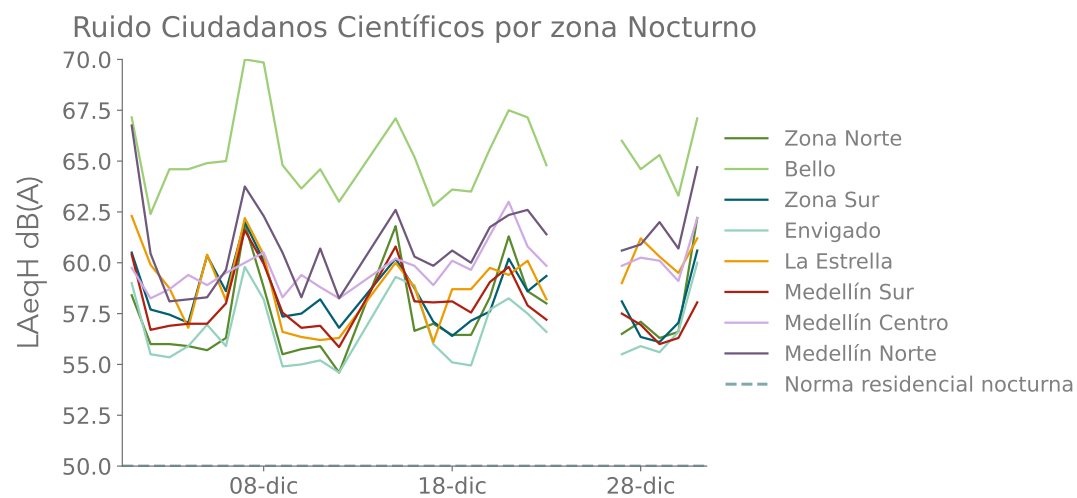


Figura 11.7: Serie de tiempo nocturna por zonas, de los sensores de ruido de la red de Ciudadanos Científicos para el mes de diciembre de 2024.

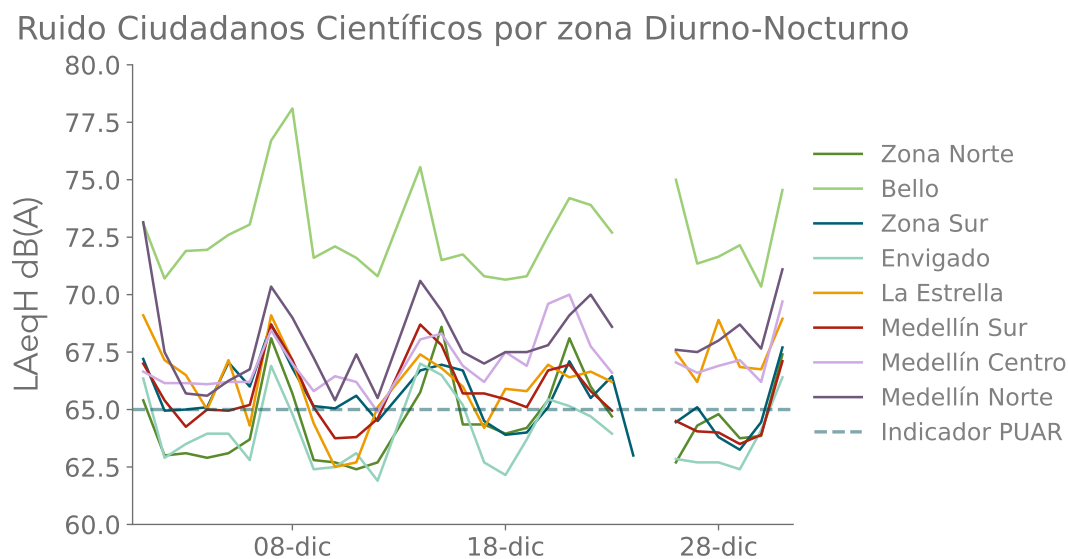


Figura 11.8: Serie de tiempo diurna-nocturna por zonas de los sensores de ruido de la red de Ciudadanos Científicos para el mes de diciembre de 2024.

En las Figuras 11.9 y 11.10 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 diciembre de 2024. Es importante resaltar que los valores presentados corresponden al promedio energético de los días en los cuales cada estación entregó datos.

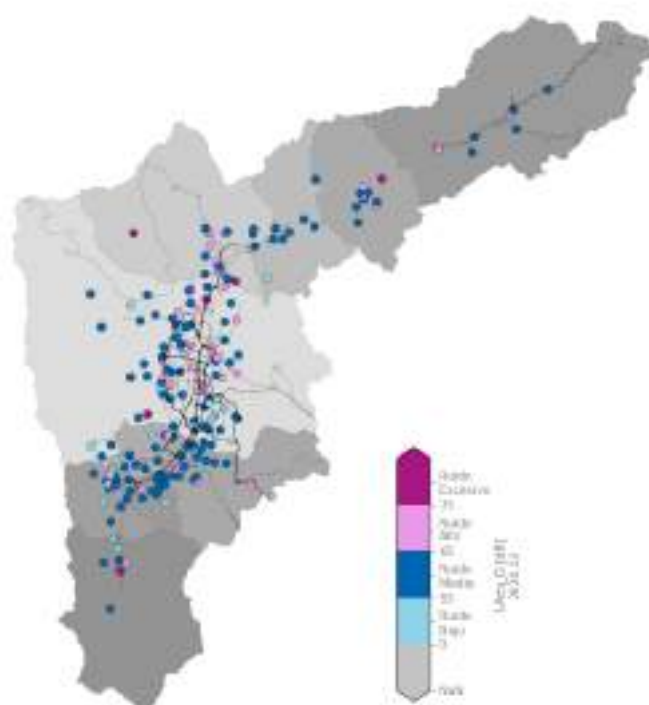


Figura 11.9: Mapa de los valores de LAeq promedio mensual diurno obtenidos con la Red de Ciudadanos Científicos para diciembre de 2024.

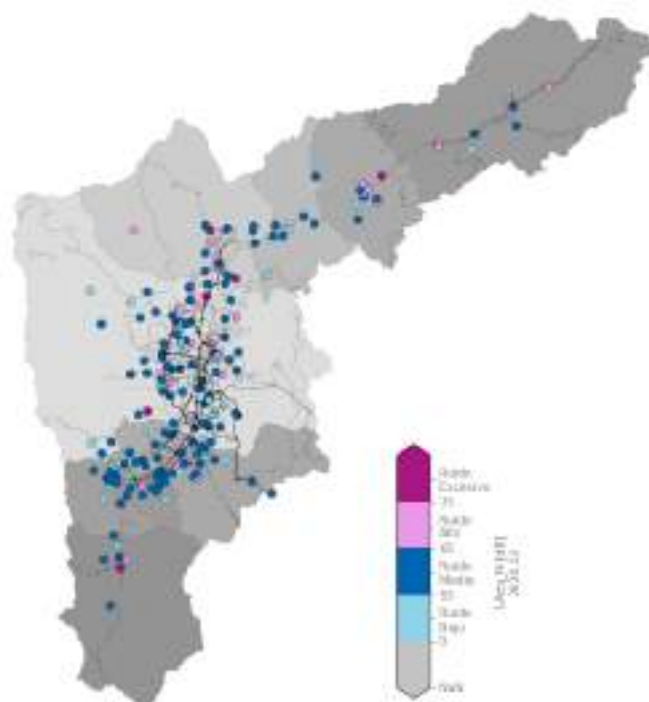


Figura 11.10: Mapa de los valores de LAeq promedio mensual nocturno obtenidos con la Red de Ciudadanos Científicos para diciembre de 2024.

Finalmente, en la Tabla 11.5 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 diciembre del 2024.

Es de resaltar que durante el mes de diciembre de 2024 se evidenciaron incrementos significativos en los niveles de ruido ambiental capturados por los sensores de la red de ciudadanos científicos, especialmente en los valores nocturnos y diurno-nocturno y en las fechas de celebraciones decembrinas como la alborada, el día de las velitas, y año nuevo, y los días de fin de semana.

Finalmente, vale la pena indicar que durante los días 24, 25 y 26 de diciembre se presentaron inconvenientes con las bases de datos de la red de ciudadanos científicos, por lo que no se logró obtener información para estos días.

Tabla 11.5: Sensores de ruido de la red de Ciudadanos Científicos activos durante el mes de diciembre del 2024.

Municipio	Número de nubes activas
Barbosa	7
Bello	12
Caldas	6
Copacabana	9
Envigado	19
Girardota	10
Itagui	13
La Estrella	13
Medellin	75
Sabaneta	12

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 diciembre se realizaron *9* herramientas de desarrollo de código y *18* 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 Sistema de Gestión de la Calidad del Aire, en el marco del paquete de trabajo 4 (WP4). 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 diciembre, 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 diciembre 2024](#) se puede visualizar el detalle y cantidades consumidas durante el mes de diciembre con su comparativo.

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

Tal como se presenta en el presente apartado para el mes de diciembre, con la instrumentación sísmica de las dos (2) edificaciones que componen el Centro Administrativo Municipal de Caldas, se marcó uno de los hitos más importantes de la presente vigencia con relación al fortalecimiento de una de las redes de monitoreo sísmico a partir de la ejecución de un proceso integral de selección, permitiendo una cobertura y participación de los 10 municipios del AMVA y la selección final de una edificación ubicada en un municipio que no contaba con cobertura en la Red de Monitoreo Estructural.

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 las labores de reinstalación se ejecutaron el 7 de noviembre. Cabe decir que la entrada en operación del equipo de medición (acelerógrafo) se encuentra sujeta a la disposición de alimentación a energía por parte de la central. El 16 de diciembre se notificó por parte de personal encargado de la Central La Tasajera que el punto de conexión a electricidad 120V fue habilitado. La instalación del sensor será coordinada con los proveedores y personal de mantenimiento e infraestructura de SIATA para el mes de enero de 2025.

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

Durante el mes de diciembre se atendieron solicitudes relacionadas con el funcionamiento de equipos informáticos, tanto de servidores como de estaciones de trabajo. Entre las tareas llevadas a cabo se encuentran la creación de usuarios, la modificación de permisos en directorios y archivos, la instalación y corrección de fallos en aplicaciones, así como la optimización de procesos en otros equipos informáticos.

Además, se resolvieron los requerimientos de los diferentes equipos de trabajo de SIATA en cuanto a la solución de errores y el mejoramiento de herramientas informáticas, tales como el correo de servidores, la realización de copias de seguridad, la configuración de software y la instalación de librerías, entre otros. Otras actividades realizadas durante el mes de diciembre fueron:

- Se llevó acabo el backup mensual de los archivos fstab y crontab en los servidores. Estos respaldos son posteriormente enviados al servidor de almacenamiento, garantizando la preservación de configuraciones críticas y asegurando una rápida recuperación en caso de cualquier eventualidad.
- Se realizó el respaldo de importación del mes de noviembre correctamente.
- Se realizó un cambio de discos en el servidor de almacenamiento STORINATOR 1 debido a reporte de fallas desde el mismo servidor, para su óptimo funcionamiento y evitar fallas a futuro con la información.
- Durante este mes se registró en el geoportal 1'845,967 sesiones de 288,800 usuarios con una duración promedio de 4:17 minutos.
- Acompañamiento al proveedor UNE para la configuración de los nuevos canales de internet y de la nueva forma de interconexión entre nuestras sedes SD-WAN.

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

El almacenamiento de la información es clave para la ejecución de la operación del proyecto, pero tanto la información volátil como histórica debe ser tratada con criterio técnico. Por esta razón, durante el mes de diciembre se atendieron las siguientes solicitudes realizadas por los diferentes equipos que componen el proyecto, con relación a las bases de datos.

- Rectificación y actualización en los datos de las estaciones que son modificadas por el equipo de mantenimiento. Algunas de estas estaciones presentaron fallas en la comunicación para su autenticación, por lo cual se realizaron cambios de forma manual en la base de datos que permitieran restablecer dicha comunicación. Durante el mes de diciembre se realizaron aproximadamente nueve (9) actualizaciones sobre algunas de las estaciones.
- Se terminó la ingesta de la información de seis (6) redes de riesgos en el repositorio; durante este proceso se corrigen algunos datos del repositorio los cuales tuvieron errores a la hora de subirse.
- Se terminó la ingesta de ocho (8) componentes de la red de calidad de aire.

- Se exploraron herramientas y configuraciones para la implementación del repositorio tipo 2.
- Se realizó el respaldo de algunas bases de datos y tablas específicas; dicha información se ve reflejada en la tabla 12.1. Además, dichos respaldos se almacenaron en el servidor de almacenamiento STORINATOR 1.

Tabla 11.6: Respaldos a bases de datos.

Base de datos / tabla	Nombre del respaldo	Peso del respaldo
siata	siata_20241230.sql	1.9 TB
ciudadanos_cientificos	ciudadanos_cientificos_20241230.sql	690 GB

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

Se han llevado a cabo pruebas de estrés en el geoportal con el objetivo de optimizar los tiempos de respuesta ante altas cargas de usuarios. Los resultados iniciales son alentadores, logrando tiempos de respuesta promedio entre 5 y 6 segundos con una concurrencia de hasta 600 usuarios por segundo. Estas pruebas representan un avance significativo en la capacidad del sistema, y se espera que, con el próximo cambio en la infraestructura de internet en las sedes, se puedan realizar nuevas pruebas que mejoren aún más la disponibilidad y los tiempos de respuesta del sitio.

En cuanto a las funcionalidades del geoportal, se ha integrado la red de ruido de ciudadanos científicos, incluyendo sus respectivas gráficas de datos, para ofrecer una visualización clara y detallada de esta información. Adicionalmente, se configuró el tutorial de inicio para que esté habilitado de manera predeterminada las primeras tres veces que un usuario nuevo accede a la plataforma, facilitando así su comprensión y manejo.

Finalmente, se está avanzando en la investigación para evaluar si las versiones nativas de la aplicación en dispositivos Android pueden incluir todas las funcionalidades disponibles en la aplicación actual. Este análisis permitirá determinar si una implementación nativa ofrece ventajas en términos de rendimiento, compatibilidad y experiencia del usuario.

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: para el mes de diciembre, se terminó de configurar las Raspberry Pi 5 como consumidoras de los sistemas de alta disponibilidad desde la Sede 808. Para esta última configuración, se automatizaron los programas consumidores para ser ejecutados cada minuto, y luego de ejecutarse se cierran de forma segura.

Por otro lado, se realizó reconfiguración (debido a problemas de funcionamiento) del bróker RabbitMQ en uno de los nodos del sistema de alta disponibilidad ubicado en la Torre SIATA. Es de aclarar que la funcionalidad del sistema no se afectó debido al respaldo de los otros nodos.

- **Red alterna LoRaWAN para la transmisión de la información:** durante el mes que se documenta, se analizó y optimizó el recuperador de las redes LoRaWAN El Salado y Ciudadela La Vida, mejorando con ello la cantidad de datos almacenados en la base de datos por día en estas estaciones.

Por otro lado, se realizó visita para efectuar pruebas y alineación de radioenlaces previamente instalados en la vereda San Fernando del municipio de Caldas, esto con el fin de ver la viabilidad de comunicar una alarma comunitaria en el sector. La prueba de comunicación del radio enlace no fue positiva ya que no se logró la conexión esperada.

- **Levantamiento de la red IP del proyecto SIATA:** se apoyó el levantamiento de las topologías de red en las diferentes sedes del proyecto, con el fin de dar respuesta a los requerimientos expuestos por el proveedor TIGO en el proceso de despliegue SD-WAN.

(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:

- **Sensor meteorológico “RK900-09 Miniature Ultrasonic Weather Station” de la marca Rika:** se desarrolló software en Raspberry Pi para la lectura y almacenamiento de información del sensor meteorológico RK900-09 de la marca Rika, el cual mide temperatura, humedad, presión, velocidad y dirección del viento.
- **Molino de campo eléctrico:** se realizó el ensamble de los componentes electromecánicos para un molino de campo eléctrico el cual será utilizado para realizar las pruebas de laboratorio de las tarjetas que actualizarán tanto la parte analógica como digital del sensor. Adicionalmente, se comenzó con el desarrollo de un sistema de control para la digitalización directa de la señal del molino, y el monitoreo del funcionamiento del sensor. Por último, se realizó un montaje de un datalogger para monitorear el estado de funcionamiento del molino.
- **Apoyo en mantenimiento preventivo, correctivo y/o adaptativo:** se brindó apoyo a múltiples mantenimientos correctivos y preventivos.

(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

Se mantuvieron en operación los equipos complementarios de las redes de calidad del aire que permiten llevar a cabo un análisis integral de los contaminantes del aire y las herramientas de análisis para el monitoreo de la calidad del aire. Esta acción facilita el análisis y permite que esté permanentemente a disposición de la supervisión del AMVA y del equipo de análisis de datos del componente de calidad del aire de SIATA.

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 respondieron un total de **44** 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](#).

Finalmente, desde los componentes de Hidrología y Sistemas se avanzó en la actualización y mejora de los metadatos relacionados con las cámaras de monitoreo dentro de la base de datos del servidor SAL (192.168.1.74). Como resultado, se completó el registro de un total de 222 cámaras en la tabla denominada “camaras_nueva”, clasificadas en diferentes estados: Activas, Prueba e Inactivas. Este proceso tiene como objetivo optimizar la gestión y consulta de la información asociada a las cámaras de monitoreo, facilitando su administración.

Adicionalmente, se optimizó el proceso de generación de animaciones para eventos relevantes, en respuesta a solicitudes de entidades de gestión del riesgo. Dicho ajuste permitió que algunos procedimientos, que eran realizados de forma manual, se volvieran más operativos y eficientes, logrando una reducción significativa en los tiempos de respuesta a solicitudes específicas.

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

Durante el mes de diciembre, se llevó a cabo un total de **664 mantenimientos** en las estaciones distribuidas en los municipios, de los cuales **578** fueron mantenimientos preventivos y **86** correctivos.

- **Barbosa:** se llevaron a cabo 49 mantenimientos, de los cuales 45 fueron preventivos y cuatro (4) correctivos.
- **Bello:** con un total de 65 mantenimientos, 60 fueron preventivos y cinco (5) correctivos.
- **Caldas:** este municipio registró 57 mantenimientos, 39 preventivos y 18 correctivos, reflejando un mayor número de intervenciones correctivas.
- **Copacabana:** se realizaron 41 mantenimientos, todos de tipo preventivo, sin reportar correctivos.
- **Envigado:** de los 14 mantenimientos realizados, todos fueron preventivos, sin correctivos registrados.
- **Girardota:** aquí se ejecutaron 28 mantenimientos, 26 preventivos y dos (2) correctivos.
- **Itagüí:** en este municipio se realizaron 25 mantenimientos, con 22 preventivos y tres (3) correctivos.
- **La Estrella:** se completaron 67 mantenimientos en total, con 58 preventivos y nueve (9) correctivos.
- **Medellín:** con el mayor número de intervenciones, se ejecutaron 292 mantenimientos, distribuidos en 248 preventivos y 44 correctivos, destacando la alta actividad en este municipio.
- **Sabaneta:** finalmente, este municipio tuvo 26 mantenimientos, 25 preventivos y uno (1) correctivo.

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

En torno a esta sub-actividad, no se tienen avances que reportar para el mes que se documenta en el presente informe.

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 fundamenta y complementa con los avances reportados en el WP1.2.4 del Observatorio de Amenazas y Riesgos. Se sugiere una lectura conjunta de ambas actividades para obtener una visión más integral de los progresos alcanzados.

Durante el mes de diciembre, se llevó a cabo una reunión técnica de socialización con el departamento de planeación del municipio de Copacabana y personal técnico del AMVA. En esta sesión, se presentaron los hallazgos obtenidos mediante técnicas de teledetección, específicamente relacionados con movimientos en masa en los sectores de Ancón Norte y El Zarzal del municipio.

WP2.3.6. Implementar sensores de humedad

Las actividades relacionadas con la implementación de sensores de humedad están alineadas con el WP1.2.8, que forma parte del componente del Observatorio de Amenazas y Riesgos. Se recomienda realizar una lectura conjunta de ambas actividades para obtener una comprensión más integral 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. Se avanzó también en la toma de muestras de suelo en la estación de humedad de La Salina, ubicada en el Distrito de Medellín, para realizar análisis complementarios que permitan mejorar la calibración de los modelos de monitoreo y predicción de movimientos en masa.

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

Fortalecimiento de la red de monitoreo sísmico: se realizó la verificación de cuatro (4) Raspberry Shake, tres (3) con diferentes fallas de funcionamiento de las cuales una no fue posible reparar debido a problemas en la electrónica; las otras dos sí entraron nuevamente a funcionamiento. La cuarta fue para configuración y envío de información por medio de una VPN.

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

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

Durante el mes de diciembre se atendieron solicitudes relacionadas con el funcionamiento de equipos informáticos, tanto de servidores como de estaciones de trabajo. Entre las tareas llevadas a cabo se encuentran la creación de usuarios, la modificación de permisos en directorios y archivos, la instalación y corrección de fallos en aplicaciones, así como la optimización de procesos en otros equipos informáticos.

Además, se resolvieron los requerimientos de los diferentes equipos de trabajo de SIATA en cuanto a la solución de errores y el mejoramiento de herramientas informáticas, tales como el correo de servidores, la realización de copias de seguridad, la configuración de software y la instalación de librerías, entre otros. Otras actividades realizadas durante el mes de diciembre fueron:

- Se llevó a cabo el backup mensual de los archivos fstab y crontab en los servidores. Estos respaldos son posteriormente enviados al servidor de almacenamiento, garantizando la preservación de configuraciones críticas y asegurando una rápida recuperación en caso de cualquier eventualidad.
- Se realizó el respaldo de importación del mes de noviembre correctamente.
- Se realizó un cambio de discos en el servidor de almacenamiento STORINATOR 1 debido a reporte de fallas desde el mismo servidor, para su óptimo funcionamiento y evitar fallas a futuro con la información.
- Durante este mes se registró en el geoportal 1'845,967 sesiones de 288,800 usuarios con una duración promedio de 4:17 minutos.
- Acompañamiento al proveedor UNE para la configuración de los nuevos canales de internet y de la nueva forma de interconexión entre nuestras sedes SD-WAN.

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

El almacenamiento de la información es clave para la ejecución de la operación del proyecto, pero tanto la información volátil como histórica debe ser tratada con criterio técnico, por esta razón durante el mes de diciembre se atendieron las siguientes solicitudes realizadas por los diferentes equipos que componen el proyecto, con relación a las bases de datos.

- Rectificación y actualización en los datos de las estaciones que son modificadas por el equipo de mantenimiento. Algunas de estas estaciones presentaron fallas en la comunicación para su autenticación, por lo cual se realizaron cambios de forma manual en la base de datos que permitieran restablecer dicha comunicación. Durante el mes de diciembre se realizaron aproximadamente 9 actualizaciones sobre algunas de las estaciones.
- Se terminó la ingesta de la información de seis (6) redes de riesgos en el repositorio, durante este proceso se corrigen algunos datos del repositorio los cuales tuvieron errores a la hora de subirse.
- Se terminó la ingesta de ocho (8) componentes de la red de calidad de aire.
- Se exploraron herramientas y configuraciones para la implementación del repositorio tipo 2.
- Se realizó el respaldo de algunas bases de datos y tablas específicas, dicha información se ve reflejada en la tabla 12.1; además dichos respaldos se almacenaron en el servidor de almacenamiento STORINATOR 1.

Tabla 12.1: Respaldos a bases de datos.

Base de datos / tabla	Nombre del respaldo	Peso del respaldo
siata	siata_20241230.sql	1.9 TB
ciudadanos_cientificos	ciudadanos_cientificos_20241230.sql	690 GB

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

En el mes que se documenta en este informe, no se adelantaron actividades relacionadas con el uso en campo de VANTs.

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

Se solicitó la compra de dos (2) tarjetas *ESC Speed control* para la conformación de un nuevo prototipo de espacios confinados, luego del siniestro en operación del UAS espacios confinados en la quebrada La Minita (descrito en WP 2.1.9.). Adicionalmente, se solicitó la compra de nueve (9) elementos para la conformación de un segundo prototipo de UAS para inspección de espacios confinados o en riesgo de colapso. Este segundo prototipo busca ser el respaldo del UAS de espacios confinados, para garantizar la operación ante la eventualidad de una pérdida de funcionalidad del prototipo actual. En el enlace [F-GAA-SIATA-151 Compra de insumos - Desarrollo de UAS](#), se encuentran todos los elementos solicitados

en el transcurso del contrato 016-2024, especificando por elemento la cantidad solicitada, fecha de solicitud, descripción del elemento, entre otros.

Además, se completó el diseño y construcción de una estructura de protección funcional para el UAS de espacios confinados. Esta estructura fue sometida a pruebas de impacto estáticas, determinando que su límite máximo de resistencia corresponde a caídas desde una altura de 2 metros. Adicionalmente, se llevó a cabo la integración de subpartes para el desarrollo de un banco de pruebas funcional destinado a evaluar el rendimiento de los motores UAS desarrollados en el proyecto. Este proceso incluyó el armado de una estructura metálica y la creación de una tarjeta PCB (placa de circuito impreso). Además, se elaboró un manual de usuario que identifica las partes del banco de pruebas y describe el proceso de ensamblaje de la estructura. En el enlace [Bitacora investigación WP2.3.11](#) se presenta en detalle los avances de esta línea de investigación.

WP2.3.12. Identificar potenciales herramientas para la teledetección

En el mes que se documenta, no se llevaron a cabo actividades relacionadas con las 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 realizaron pruebas en Raspberry Pi 5 implementando el modelo de Machine Learning Llama. Esto permite analizar el comportamiento de la Raspberry ejecutando modelos de IA, monitoreando variables como temperatura, consumo de recursos como memoria RAM. Con estas pruebas se inician los acercamientos y el aprendizaje del uso de Machine Learning en dispositivos con recursos limitados.

(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 diciembre, la red de monitoreo hidrometeorológico del proyecto SIATA obtuvo una recuperación total de datos del 94.1%, de los cuales alrededor del 3.14% corresponden con datos de calidad dudosa. La información ingresada por los procesos de importación (no en tiempo real) alcanza un porcentaje del 0.56%. 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. Los informes generados durante la vigencia CCT 016-2024 pueden ser consultados en el siguiente enlace: [Análisis de recurrencias](#).

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

Durante el mes de diciembre, se realizó la revisión y curaduría de los registros acelerográficos asociados a treinta y cinco (35) 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].

Además, se realizó la actualización de las características principales (fecha, latitud, longitud, magnitud, profundidad, municipio y/o departamento) de veinte (20) eventos sísmicos de la base de datos acelerográfica ocurridos entre los años 2000 y 2004. Dichas características son ajustadas por el SGC post-terremoto, y deben ser actualizadas también en la base de datos del proyecto SIATA.

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

Durante el mes de diciembre, no se realizaron operaciones orientadas a los monitoreos y a la gestión del riesgo, ya que aún no se ha recibido el permiso de operación por parte de la Aeronáutica Civil. Este documento se encuentra en trámite de ser aprobado desde el 27 de diciembre de 2024. Se realizaron dos (2) sobrevuelos en espacios confinados con UAS desarrollados por el equipo de Teledetección. Uno de estos para la inspección a estructura hidráulica de la quebrada La Minita, como respuesta a una solicitud del Metro de Medellín al AMVA. El otro sobrevuelo se realizó para determinar la viabilidad técnica de utilizar Sistemas Aéreos No Tripulados (UAS) para ser implementados en simulacros o entrenamientos

relacionados con estructuras colapsadas, en coordinación con el grupo de búsqueda y rescate del Cuerpo de Bomberos de Sabaneta. En el enlace [F-GAA-SIATA-89 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.

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

La estrategia de comunicaciones para el mes de diciembre se ejecutó de manera habitual, incluyendo la gestión de canales digitales, la creación de contenido divulgativo y el soporte a los requerimientos especiales de la Oficina de Comunicaciones del Área Metropolitana. Este apoyo fue particularmente crítico durante la segunda mitad del mes, ya que el equipo de Comunicaciones de la Entidad carecía de profesionales contratados, por lo que se nos solicitó colaborar en la divulgación de contenido en las redes sociales para mantener activas las cuentas @Areametropol.

Diciembre es un mes que demanda una comunicación especialmente asertiva, dada la influencia de actividades regionales en la calidad del aire y el ruido ambiental, además de enfrentar desafíos como la temporada seca. Por ende, las comunicaciones se orientaron a educar a los diferentes públicos sobre el aumento del ruido debido al uso de pólvora, los riesgos de incendios asociados a los globos de mecha y las variaciones en las precipitaciones debido a la posible transición de condiciones neutrales del ENSO a condiciones La Niña, entre otros temas críticos.

A continuación, se detalla más sobre las actividades comunicativas llevadas a cabo.

Estrategia digital

Las redes sociales de SIATA continúan expandiéndose y fortaleciendo una comunidad cada vez más informada. A lo largo del mes de diciembre, se crearon contenidos en una variedad de formatos que se alinean con las tendencias actuales y abordan temas de relevancia, destacando los eventos en el Valle de Aburrá durante la temporada navideña.

A continuación, se comparten las estadísticas y actividades realizadas en diciembre en las plataformas digitales del proyecto, evidenciando un crecimiento significativo en el número de seguidores:

- Instagram: 21293 seguidores, 164 más que el mes anterior.
- Facebook: 13389 seguidores, igual respecto al mes anterior.
- X: 77671 seguidores, 488 más que el mes anterior.

En diciembre, se realizaron 76 publicaciones en Instagram y 293 en Facebook, alcanzando a 35,964 y 4,935 personas, respectivamente. Cada plataforma tiene su público específico y estrategias diferenciadas, pero ambas comparten el objetivo común de divulgar información científica relacionada con el medio ambiente y la gestión del riesgo.

Destacamos que, de estas publicaciones, diez (10) contenidos en el *feed* se realizaron en colaboración con el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

- ¿Por qué soy un ciudadano científico?: 2949 visualizaciones.

- Fotos de la rendición de cuentas de la Directora: 8489 visualizaciones.
- ¿Dónde caen los globos de mecha?: 62269 visualizaciones.
- Tocando las nubes con las manos: 10193 visualizaciones.
- Ruido decembrino en el Valle de Aburrá: 97964 visualizaciones.
- Feliz Navidad para todas las familias: 6969 cuentas alcanzadas.
- Feliz Navidad: 2614 visualizaciones.
- Resumen de las condiciones meteorológicas 2024: 11789 visualizaciones.
- Feliz año: 8978 visualizaciones.
- Un feliz 2025 para todos: 6029 visualizaciones.

La colaboración continua entre nuestra cuenta de Instagram y la del Área Metropolitana del Valle de Aburrá ha demostrado ser una estrategia efectiva, beneficiando a ambas partes al aumentar el alcance de nuestros contenidos tanto a seguidores como a no seguidores.

El contenido más exitoso de diciembre fue el carrusel [Ruido decembrino en el Valle de Aburrá](#), publicado el 19 de diciembre. Esta publicación alcanzó 97,964 visualizaciones, recibió 1,350 likes, 42 comentarios, fue compartida 66 veces y guardada por 48 usuarios. El carrusel destacó el aumento del ruido durante las festividades de diciembre en la región, un tema que genera alto interés entre los residentes del Valle de Aburrá. Basado en datos de SIATA, el contenido ofreció información detallada sobre esta forma de contaminación y brindó recomendaciones prácticas para que los hogares contribuyan a reducir la contaminación acústica. En la Figura 14.1 se muestra esta publicación, que como se mencionó fue que logró el mayor alcance.



Figura 14.1: Mejor contenido de Instagram en el mes de diciembre de 2024.

Por otro lado, en Facebook, la publicación que logró la mayor interacción fue la serie de fotos de la [visita con hidrología al SATC El Vallano en Envigado](#), compartida el 24 de diciembre. Esta publicación recibió

7 reacciones, alcanzó a 767 usuarios y tuvo 777 impresiones. Destacó por presentar las herramientas y estrategias del proyecto para la gestión del riesgo de desastres, acompañada de imágenes de los paisajes y las actividades realizadas por los profesionales. Estos elementos captaron significativamente la atención de los usuarios, generando un vínculo más fuerte con el contenido. En la Figura 14.2 se presenta la publicación con mayor alcance en esta red social.



Figura 14.2: Mejor contenido de Facebook en el mes de diciembre de 2024.

El informe detallado de las métricas para el mes de diciembre está disponible en el siguiente enlace: [métricas redes](#).

Durante diciembre, la gestión de nuestras redes sociales mostró resultados positivos, gracias a estrategias efectivas de conexión con nuestro público y la creación de contenido de alta calidad. Estos esfuerzos ayudaron a informar a los ciudadanos del Valle de Aburrá sobre aspectos relevantes de su entorno.

A lo largo del mes, nuestros canales digitales cubrieron temas significativos como la contaminación por ruido, los riesgos asociados al uso de globos de mecha y otras tradiciones locales. También se compartió un resumen de los datos meteorológicos del año 2024, resaltando los eventos climáticos más importantes y las tendencias observadas. El objetivo de nuestro contenido ha sido promover la concienciación sobre prácticas responsables, la gestión del riesgo de desastres y el fomento de la sostenibilidad ambiental.

Para una revisión detallada de las interacciones en redes sociales, incluyendo preguntas formuladas y respuestas proporcionadas durante diciembre, visite el siguiente enlace: [Tabla de preguntas y respuestas](#). Estas interacciones demuestran el compromiso del proyecto con el diálogo continuo y la participación

activa de nuestros usuarios.

En cuanto a la respuesta a través del correo electrónico, durante diciembre se respondieron cinco solicitudes recibidas a través del correo contacto@siata.gov.co, incluyendo invitaciones para charlas, talleres y jornadas ambientales en empresas e instituciones educativas.

Adicionalmente, desde el componente de Apropiación Social del Conocimiento, se continuó participando activamente en actividades como talleres, charlas, ferias, eventos, capacitaciones y semilleros en el territorio, cumpliendo con el Plan de Comunicaciones. En diciembre, se realizaron doce (12) publicaciones en redes sociales que documentaron estas actividades en el Valle de Aburrá. En la Figura 14.3 se puede encontrar un collage del cubrimiento de estos eventos.



Figura 14.3: Publicaciones de actividades de ASC.

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

Prensa y plan de medios

La divulgación adecuada de información permite a las comunidades y organizaciones tomar decisiones informadas con respecto a la gestión del riesgo. Recibir información oportuna promueve la participación activa en la sociedad, fomenta el pensamiento crítico y la comprensión de situaciones complejas.

En el mes de diciembre fueron compartidos 5 kits de prensa a la Oficina de Comunicaciones del Área Metropolitana que incluyen boletín de prensa, declaración en audio y video por parte de un vocero autorizado, reel y fotografías sobre temas como: ruido en la alborada, pronóstico para los meses de diciembre, enero y febrero; incremento en los niveles ruido durante la temporada decembrina; resumen de las condiciones meteorológicas de 2024 e instalación de un sensor de sismos.

En el siguiente enlace están alojados los recursos para estos [kits de prensa diciembre de 2024](#).

Los temas mencionados anteriormente fueron socializados y aprobados por la jefa de prensa de la Oficina de Comunicaciones de la Entidad. Posteriormente, ella compartió el material con los periodistas regionales a través del grupo de prensa. Este contenido fue ampliamente difundido y quedó registrado en diversos medios de comunicación locales:

Tabla 14.1: Kits de prensa - diciembre de 2024

Temática Boletín	Medio de comunicación
Afectaciones por uso de la pólvora durante la alborada	BLU Radio Teledellín Teledellín medio día Caracol Radio Web Caracol Radio RCN Radio RCN Radio - publicación 2 Teleantioquia Hora 13 Publimetro Radio Paisa Alerta Paisa Nos Cogió la Noche Noticias Manizales
Diciembre es un mes de transición a la temporada de menos lluvias	El Colombiano Vivir en el Poblado
Temperaturas extremas: así fueron las condiciones meteorológicas del Valle de Aburrá en 2024	El Colombiano Blu Radio Caracol Radio Minuto 30 Antioquia crítica Vivir en el Poblado Juan Paz Comunicando Belén

Hasta la fecha, los boletines “Incremento en los niveles de ruido en diciembre, que equivale a duplicar el sonido de carros, industrias y discotecas” e “Instalación de un sensor de sismos en la estación EPM” aún están pendientes de ser compartidos en los canales virtuales con periodistas, tras su respectiva recepción y aprobación.

Es importante resaltar el extenso cubrimiento en los medios de comunicación locales y regionales durante este mes, que han divulgado información relevante para las comunidades, especialmente en un periodo tan significativo como la temporada decembrina.

La frecuente participación en medios subraya la importancia de mantener informada a la ciudadanía sobre los desarrollos significativos del proyecto SIATA, una iniciativa destacada del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

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

En el mes de diciembre se gestionaron algunos procesos importantes de cara a la entrega de las plataformas digitales dentro de la vigencia actual. Se llevaron a cabo reuniones para determinar las estrategias de entrega, así como para evaluar algunos ajustes finales. Gracias a estos encuentros y en conjunto con

asesores, coordinaciones de ASC y T.I., así como el personal a cargo del desarrollo, surge el concepto de **Ecosistema Digital SIATA**, que hace referencia a todas las herramientas digitales, presentes y futuras del proyecto, que en su conjunto permiten llevar nuestra información de forma general y específica a todas las audiencias, y a su vez favorecen los procesos de apropiación social del conocimiento. En el mes de diciembre se dio continuidad a la gestión de este ecosistema, mediante algunos procesos y contenidos, que se describen a continuación:

- **Geoportal Ciudadanos SIATA:** el proceso comenzó con la preparación de una presentación de este producto para los directivos de AMVA y EAFIT. Se organizó una reunión para definir el curso de acción y planificar la forma de comunicar la importancia de la primera gran actualización de las plataformas digitales, tanto para públicos externos como internos.

Como parte de este proceso, se acordó que el elemento central sería un informe narrativo que documentará todo el proceso de creación, conceptualización y diseño, así como las expectativas y proyecciones relacionadas con la actualización del portal. Se elaboró un primer borrador del informe, el cual fue revisado por la gerente de proyecto, coordinadores y asesores. Basándose en esta revisión inicial, se identificaron y planificaron ajustes necesarios para continuar enriqueciendo el contenido del informe.

- **Sitio Web SIATA:** Se realizó una cuidadosa revisión de los videos producidos para el proyecto, seleccionando aquellos más relevantes para cada sección del sitio web. Estos videos fueron posteriormente cargados en YouTube, y los enlaces correspondientes fueron compartidos con el equipo de Tecnologías de la Información para asegurar su adecuada integración en las secciones pertinentes del sitio web del proyecto.

Además, se actualizó el contenido de la página mediante la publicación de nuevos boletines en la sección “Entérate”. Durante este proceso, se identificó un problema con la carga de imágenes. Tras discutirlo con el encargado de back-end, se realizaron los ajustes necesarios y se efectuaron pruebas de funcionamiento para resolver esta incidencia satisfactoriamente.

- **Micrositio Calidad del Aire:** tras la entrega de la primera etapa del desarrollo del micrositio, se llevó a cabo una revisión exhaustiva con el coordinador, la asesora y el comunicador del equipo de Calidad del Aire, además del responsable del área de Ruido Ambiental del proyecto. Durante esta sesión, se propusieron diversas sugerencias que llevaron a la realización de ajustes pertinentes. Adicionalmente, se estableció un cronograma detallado y se definieron compromisos clave para la culminación exitosa de este producto.
- **App SIATA:** se continuó con el desarrollo y mejoras de algunas de las características que deben estar organizadas para la entrega del prototipo de la app.

WP3.1.3. Conceptualizar, diseñar, y generar contenido técnico

En el mes de diciembre, destacamos en nuestras redes sociales el contenido titulado “Dónde caen los globos de mecha”, en el cual abordamos los incendios provocados por estos globos y la emisión de material particulado que deteriora la calidad del aire. Además, produjimos ^{EI} ruido decembrino en el Valle de Aburrá”, informando sobre los niveles de ruido registrados y sus incrementos en la región.

Continuamos también con el informe periódico “SIATA en datos” destinado a la directora del Área Metropolitana. Este reporte semanal incluye análisis de la calidad del aire, precipitaciones, niveles de agua, vientos, entre otros datos relevantes, además de las previsiones meteorológicas y de calidad del aire para la semana siguiente. Este informe se entrega al concluir cada semana.

Para una revisión detallada de estos trabajos, incluyendo una tabla que relaciona los contenidos generados, el número de piezas, su uso y el propósito de cada uno, por favor consulte el siguiente enlace: [descripción de los contenidos gráficos](#). Adicional a esto, se podrán consultar en [piezas gráficas de diciembre 2024](#), todos los elementos gráficos diseñados para este mes.

Componente audiovisual

Durante el mes de diciembre, 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 **21 contenidos audiovisuales en diciembre de 2024**, los cuales se encuentran alojados en el siguiente enlace [contenidos audiovisuales diciembre 2024](#).

Entre estos contenidos se destacan los siguientes:

- **Condiciones meteorológicas de 2024** En el componente audiovisual, se elaboró un resumen destacando las condiciones meteorológicas más significativas de 2024. Este video es el resultado de un exhaustivo trabajo de pre-producción, donde se recopilaban datos en colaboración con los equipos de Meteorología y Operaciones del proyecto. Seleccionamos los eventos meteorológicos más relevantes y procedimos a la escritura del guión y la búsqueda de material de apoyo, incluyendo videos de cámaras de monitoreo en tiempo real que captaron precipitaciones, descargas eléctricas y variaciones de temperatura, entre otros. El video fue cuidadosamente editado y animado, culminando en un reel que se publicó en colaboración con las redes del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Este contenido contribuye significativamente a uno de los ejes misionales del proyecto: el conocimiento y monitoreo en tiempo real de las variables ambientales que representan amenazas en el territorio. Puede visualizarse el video en el siguiente enlace: [condiciones meteorológicas de 2024](#).
- **¿Por qué soy un Ciudadanos Científico?** Se realizó el intercambio de experiencias anual con los Ciudadanos Científicos, algunos con nubes instaladas en sus casas que miden la calidad del aire y el ruido ambiental, y otros con los sensores de bici. Durante este evento, el componente audiovisual grabó una serie de entrevistas y tomas visuales a diferentes Ciudadanos Científicos que han hecho parte de este programa desde sus inicios y los que han ingresado recientemente. Con estos testimonios, se realizó un video divulgativo que cuenta sus motivaciones para hacer parte de esta iniciativa y cómo usan la información y datos de los sensores en sus vidas cotidianas y en algunos proyectos propios de investigación. Este contenido se publicó en colaboración con las redes del Área Metropolitana, aportando a la divulgación y gestión de la calidad del aire en el territorio metropolitano. Además, le dio un reconocimiento a los Ciudadanos Científicos por su compromiso y trabajo con el monitoreo de los contaminantes atmosféricos que afectan la calidad del aire. En el siguiente enlace se pueden visualizar el video de [¿Por qué soy un Ciudadanos Científico?](#).

Insumos audiovisuales para kits de prensa

Durante el mes de diciembre se gestionaron **5 kits de prensa** como apoyo a la gestión de medios de comunicación del Área Metropolitana del Valle de Aburrá sobre los siguientes temas: instalación del sensor de sismos en EPM, resumen hidrometeorológico 2024, ruido decembrino, reporte de la temporada seca (diciembre, enero y febrero), y afectaciones de la alborada en la calidad del aire. Los kits contienen el boletín de prensa y una serie de productos que involucran la labor del componente audiovisual: un audio para radio, un video (full) testimonio del vocero de SIATA para medios, un video o mixer de imágenes de apoyo para la nota periodística y un paquete de fotos del tema. En este enlace están alojados [kits de prensa de 2024](#).

También, se realizó una serie de **cubrimientos audiovisuales en diciembre** a los diferentes talleres, visitas, charlas y demás actividades de divulgación, apropiación del conocimiento del proyecto en territorio,

además de las jornadas de grabación necesarias para realizar los contenidos audiovisuales. En este enlace se detalla el [cronograma cubrimientos audiovisuales diciembre 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 **16 registros fotográficos y videos en el mes de diciembre**.



Figura 14.4: Divulgación - Contenidos audiovisuales de diciembre de 2024.

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

Para el mes de diciembre se tuvieron los siguientes intercambios de experiencias:

- **Unidad de Sistemas de Alerta Temprana del Municipio de la Paz y Santa Cruz, Bolivia**
El miércoles 4 de diciembre, de 9:00 a 11:00 am (hora de Colombia), se tuvo una conversación con el equipo del gobierno de Bolivia. Esta actividad se enmarcó dentro del "Plan de Capacitación en Sistemas de Alerta" de dicha entidad.
El objetivo principal de esta sesión fue compartir la experiencia y conocimientos acumulados por el proyecto SIATA en el desarrollo y operación de Sistemas de Alerta Temprana Comunitarios (SATC). Durante la intervención, se expusieron las prácticas, lecciones aprendidas y desafíos en los procesos de monitoreo, difusión y comunicación de alertas. Además, se discutió cómo estos sistemas se utilizan operativamente para la preparación y respuesta en situaciones de emergencia, incluyendo la coordinación de avisos entre autoridades y comunidades.
- **Ministerio de Ambiente de Uruguay** Siguiendo la solicitud de supervisión del AMVA, llevamos a cabo un intercambio de experiencias con una delegación de Uruguay el viernes 6 de diciembre. El encuentro tuvo como propósito compartir conocimientos y prácticas relacionadas con la gestión del recurso hídrico en el marco del proyecto SIATA. Este intercambio ofreció una valiosa oportunidad para discutir estrategias, retos y soluciones innovadoras en la gestión de recursos hídricos, enriqueciendo así el entendimiento y las capacidades de ambas partes. Confirmamos que los objetivos de la reunión fueron alcanzados, consolidando el compromiso de SIATA con la colaboración internacional y la mejora continua en la gestión ambiental
- **Establecimiento público Ambiental (EPA) de Barranquilla** El día martes 10 de diciembre, atendimos una solicitud realizada por la supervisión del Área Metropolitana del Valle de Aburrá

(AMVA) para llevar a cabo un intercambio de experiencias con representantes del Establecimiento Público Ambiental (EPA) de Barranquilla. La reunión se desarrolló entre las 9:00 a.m. y las 12:00 m. en la Torre SIATA.

En el encuentro participaron el Director del EPA y su asistente, quienes mostraron un especial interés en conocer el funcionamiento y los alcances del proyecto SIATA, con un énfasis particular en la red meteorológica. Durante la sesión, se presentaron las principales características del sistema de monitoreo, los datos recopilados, y las aplicaciones prácticas de esta información para la gestión ambiental y la mitigación de riesgos.

Este intercambio resultó en una valiosa oportunidad para compartir conocimientos y fortalecer vínculos con entidades que trabajan en la protección del medio ambiente y la gestión del riesgo en el país.

- **Ente Metropolitano Municipalidad de Córdoba, Argentina** El martes 17 de diciembre, se llevó a cabo la visita de una delegación del Ente Intermunicipal de Gestión Metropolitana de Córdoba, Argentina, al Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA). Durante este encuentro, se presentó una exposición detallada sobre la relación entre el AMVA y el proyecto SIATA, abordando aspectos clave como el propósito del proyecto, su funcionamiento, los componentes que lo integran y su impacto en la gestión del riesgo y el monitoreo ambiental en el territorio. Este espacio permitió un enriquecedor intercambio de experiencias y conocimientos entre ambas entidades.

Estos intercambios han logrado no solo fortalecer los conocimientos de los profesionales involucrados en las conversaciones con el proyecto, sino que también han reafirmado el compromiso de SIATA con la cooperación internacional y el apoyo a otros sistemas de gestión de riesgos, tanto a nivel nacional como internacional. Además, estas sesiones han proporcionado una valiosa oportunidad para el diálogo y el aprendizaje mutuo.

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

Durante el mes de diciembre, el equipo del Laboratorio de Innovación Social y Deliberativa desarrolló actividades enmarcadas en la implementación de la sala de escape orientada a la gestión del riesgo por avenidas torrenciales. Estas actividades abarcaron pruebas piloto, socializaciones y ajustes metodológicos, culminando con la entrega de productos fundamentales para la continuidad del proyecto. A continuación, se detalla el desarrollo, alcance y los resultados obtenidos.

Prueba piloto de la sala de escape

Se realizó una prueba piloto de la sala de escape diseñada para fomentar el pensamiento crítico y la toma de decisiones informadas frente a avenidas torrenciales. Esta prueba se llevó a cabo el 6 de diciembre y contó con la participación de consultoras, el líder del proyecto y un grupo interdisciplinario. Durante el piloto: (i) se evaluó la usabilidad de la herramienta mediante ejercicios prácticos; (ii) se documentaron las interacciones, dificultades y sugerencias de los participantes; y (iii) se implementaron ajustes significativos, como la modificación del guion, la señalización y los recursos pedagógicos para mejorar la experiencia.

Entrega de productos. Se entregó la estructura del Laboratorio de Innovación y Deliberación, la cual incluye:

- Fundamentación teórica basada en la argumentación de Toulmin.
- Metodología de implementación adaptada a contextos de riesgos ambientales.

- Análisis detallado de los retos y oportunidades del proyecto.

Resultados obtenidos

Las actividades desarrolladas contribuyeron al fortalecimiento de la metodología de la sala de escape y a la validación de su viabilidad como herramienta educativa. Adicionalmente, se avanzó en la planificación estratégica para mitigar riesgos reputacionales y promover la apropiación social del conocimiento en comunidades vulnerables.

Ingresa aquí para visualizar la propuesta presentada.



Figura 14.5: Socialización de prueba piloto del Laboratorio de Innovación Social.

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 diferencia entre contaminantes físicos y químicos, además de historias sobre el Encuentro de Ciudadanos Científicos. Durante el mes de diciembre, se realizaron ocho (8) contenidos en diferentes formatos (historias, publicaciones en Instagram, Facebook y X, además de boletines de prensa) para la sensibilización y la apropiación social del conocimiento científico sobre calidad del aire.



Figura 14.6: Evidencias de las publicaciones realizadas en diciembre de 2024.

En el enlace [contenidos diciembre](#), 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 enlace de cada uno de ellos.

Gestión de la comunidad Ciudadanos Científicos

En el mes que se documenta, se adelantó un plan de instalación de avisos para las nubes de Ciudadanos Científicos ubicadas en lugares públicos como instituciones educativas, empresas y alcaldías. Estas piezas publicitarias muestran las variables monitoreadas por la nube y tiene un QR que da ingreso al geoportal del proyecto SIATA.

En las siguientes figuras se pueden consultar evidencias de los avisos instalados en diferentes lugares.



Figura 14.7: Evidencia de la instalación de avisos para nubes de Ciudadanos Científicos ubicadas en lugares públicos.

Por otro lado, con el propósito de mantener fidelizados a los Ciudadanos Científicos y generar conversación entre ellos, se compartió un total de siete (7) mensajes a través de los grupos de WhatsApp habilitados para este medio. Los mensajes estuvieron enfocados en contenidos divulgativos, la invitación a la Mesa de la Bicicleta, los efectos de los globos de mecha, entre otros.



Figura 14.8: Evidencias de los mensajes enviados a los Ciudadanos Científicos durante el mes de diciembre.

Caracterización de la comunidad Ciudadanos Científicos

Con respecto al ejercicio de caracterización, con el cual se busca conocer mejor a los públicos que hacen parte de la red, el profesional de la Escuela de Artes y Humanidades recabó la información correspondiente a las encuestas y entrevistas realizadas, e inició con la realización del informe correspondiente a esta actividad. Para finales de enero de 2025 se espera tener una versión definitiva de dicho documento.

Para conocer más sobre los avances realizados en el informe de caracterización, en el enlace [documento preliminar](#), 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 Apropiación Social del Conocimiento (ASC), la estrategia Social se enfoca en vincular a la ciudadanía y actores estratégicos con los temas de ciencia, tecnología e innovación. Este enfoque está dirigido a la gestión del riesgo de desastres, con el objetivo de construir territorios más resilientes y adaptados a las condiciones climáticas que enfrenta la región.

Durante el mes de diciembre, se llevó a cabo un total de dieciséis (16) actividades dirigidas a diversos públicos involucrados en la estrategia de los Sistemas de Alerta Temprana Comunitarios (SATC), las Unidades Municipales de Gestión del Riesgo de Desastres (UMGRD), los organismos de socorro y Conexiones Territoriales. Entre las principales actividades se destacaron: talleres formativos, visitas de seguimiento y gestión, reuniones de articulación, y recorridos estratégicos. Un punto culminante fue el encuentro realizado con las UMGRD, Organismos de Socorro y Secretarías de Medio Ambiente.

En relación con las condiciones hidrometeorológicas adversas en el Valle de Aburrá, el equipo Operacional activó tres (3) alarmas en las comunidades de los SATC Espíritu Santo y Cafetal en el municipio de Bello, y el SATC Aures - El Chispero en el Distrito de Medellín. A pesar de estas alertas, no se reportaron evacuaciones.

Por otro lado, se destacan las acciones de articulación constante entre el proyecto SIATA y los organismos de socorro del Valle de Aburrá. Este mes se organizaron dos (2) encuentros con la Estación de Bomberos Libertadores del Distrito de Medellín, en los cuales se capacitaron a dos (2) compañías distintas sobre descargas eléctricas, con un total de dieciocho (18) participantes en estas actividades.

Con las UMGRD, continuamos fortaleciendo el proceso de articulación y acompañamiento en la gestión del riesgo en cada uno de los municipios. Además, se mantuvo la capacitación en temas relacionados con SIATA, destacándose un taller sobre descargas eléctricas con la UMGRD de Sabaneta. Para más detalles sobre estos procesos, visite el siguiente enlace: [información correspondiente a la estrategia social](#).

Este informe refleja el compromiso continuo de nuestro equipo por mejorar la gestión del riesgo, y promover la educación y la preparación frente a emergencias en nuestra región.

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

La estrategia de Semilleros de Ciudadanos Científicos consiste en espacios de formación 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.

Con el fin de fortalecer la estrategia de Semilleros de Ciudadanos Científicos y potenciar su estructura,

en el mes de diciembre se hizo una evaluación general de las formaciones y sus metodologías, donde se llegó a las siguientes conclusiones a partir del trabajo realizado durante el 2024:

- La estrategia de Semilleros de Ciudadanos Científicos demostró ser una herramienta eficaz para la transferencia de conocimiento científico local a las instituciones educativas. Este año, el enfoque en áreas urbanas y rurales permitió ampliar el alcance y la diversidad de la población impactada. Además, la inclusión de mediadores, un equipo de estudiantes universitarios capacitados para acompañar y potenciar las actividades, resultó ser un elemento clave en el crecimiento y alcance de la estrategia. Durante el actual contrato se han realizado 87 procesos en las etapas de semillero general, específico, investigación y acompañamiento, con un total de 1798 niñas, niños y jóvenes participantes. En el siguiente enlace [se puede ver el consolidado de la estrategia](#).
- Se identificó la oportunidad de fortalecer el enfoque constructivista mediante la promoción activa de la construcción del conocimiento por parte de los participantes, fundamentándolo en una base conceptual sólida. Así mismo, se destacó la importancia de consolidar el Aprendizaje Basado en Indagación (ABI) como una metodología central, orientada a estimular la curiosidad y el pensamiento crítico a través de preguntas y exploraciones guiadas. Además, se propuso integrar de manera transversal el enfoque STEM, potenciándolo como un eje articulador de todas las metodologías existentes.
- Se redefinieron los nombres de las etapas metodológicas de la estrategia con el objetivo de hacerlos más atractivos y alineados con las dinámicas del proyecto. Los cambios propuestos son los siguientes: Etapa 1 - Semillero General por Reconociendo la ciencia y el territorio. Etapa 2 – Semillero específico por Explorando la ciencia local. Etapa 3 – Semillero de investigación por Caminando la investigación. Etapa 4 - Acompañamiento por Acompañándonos en el camino.
- Se evaluó la cantidad de encuentros necesarios por cada etapa, estableciendo cinco (5) encuentros para las etapas general, específica e investigación. En cuanto a la etapa de acompañamiento, el número de encuentros se definirá según el avance logrado en el proceso. Además, se propone la elaboración de un póster de experiencia y otro de investigación, en función del desarrollo alcanzado en cada caso.
- Se definió el procedimiento para iniciar un proceso de semillero en cualquier institución educativa, estableciendo el siguiente orden de pasos: Selección de un grupo. Visita diagnóstica con el docente. Compromisos y acuerdos. Consentimientos informados. Acta y formulario. Diagnósticos cognitivos. Inicio de semillero.

Por último, parte de la proyección para el año 2025, se llevó a cabo una reunión para replantear los contenidos y la metodología del semillero de investigación, en respuesta a las necesidades identificadas por el equipo. Durante este primer encuentro, se diseñó un esquema que incluye los temas principales y las posibles actividades a desarrollar en cada sesión.

Se propuso la creación de una cartilla que consolide toda la estrategia, con el objetivo de que no sólo sirva como herramienta para el equipo, sino también como un recurso valioso para los docentes.

Para consultar el detalle de los avances: [Ingresa aquí](#).

En la Figura 15.1 se presenta evidencia de una de las reuniones realizadas para abordar estos temas.



Figura 15.1: Reunión avance semillero de investigación.

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

La estrategia de la Red de Educadores Científicos se enfoca en fortalecer procesos educativos mediante actividades que promuevan la participación e interacción con profesores y otros actores educativos del territorio metropolitano. Durante 2024, se han logrado importantes avances que han posicionado al proyecto SIATA como un valioso apoyo en los ejercicios de enseñanza y aprendizaje tanto en contextos de educación formal como informal, con un enfoque en la ciencia local. Para conocer el crecimiento de la red y las diversas actividades desarrolladas desde su inicio, puede acceder al siguiente enlace: **Ingrese aquí**.

Durante diciembre, se realizaron esfuerzos significativos para fortalecer la Red de Educadores Científicos, incluyendo una serie de reuniones orientadas a evaluar la estrategia y avanzar en la planificación y ajuste de actividades para su implementación en 2025. A continuación, se presentan algunas de las conclusiones obtenidas tras este proceso de evaluación, ajuste y planeación:

- Las metodologías de la red han demostrado ser efectivas, pero se identificó la necesidad de revisar y actualizar dos (2) de ellas: gestión del riesgo y calidad del aire. Esto permitirá incorporar actividades clave para comprender fenómenos específicos investigados en el proyecto. Así mismo, se acordó revisar la segunda fase de las formaciones de la red, enfocada en la construcción didáctica, con el objetivo de desarrollar un formato para diseñar estrategias educativas más estructuradas.
- En el marco de las formaciones de la red, se han sostenido conversaciones con la asesoría científica del componente de apropiación social del conocimiento para gestionar la certificación de estas actividades a través de la Universidad de EAFIT.
- Las salidas de campo durante 2024 tuvieron una acogida positiva, gracias a una estrategia de convocatoria que facilitó la participación de los profesores. Para 2025, se plantea complementar estas actividades para que, además, generen productos que fortalezcan la práctica educativa de los docentes.
- Se evaluó la posibilidad de organizar encuentros temáticos a lo largo del año, donde los profesores puedan discutir temas científicos de interés. También se propuso diseñar talleres específicos, uno sobre divulgación científica y otro sobre Inteligencia Artificial, para potenciar las demás actividades de la red. Adicionalmente, se sugirió establecer una agenda preliminar de actividades para 2025 dirigida a los docentes de la red.
- Se destacó la importancia de contar con una base de datos robusta para gestionar de manera eficiente la información sobre los públicos de interés del proyecto. Actualmente, el volumen de datos es

considerable, lo que hace indispensable una herramienta que permita, entre otras funcionalidades, rastrear cuántas veces un profesor ha participado en formaciones, salidas de campo u otras actividades. Cabe señalar que esta necesidad no sólo aplica para la red, sino también para los semilleros y los ciudadanos científicos.

Ingrese aquí para acceder al borrador de la evaluación y planeación de la estrategia.

También se hizo un recuento de las actividades realizadas para el 2024. En la Figura 15.2 se presenta resumen con el número de actividades y participantes en año.

Formación de formadores	Talleres	Salidas de campo	Acompañamientos
• 12 procesos • 100 encuentros • 166 participantes	• 4 encuentros • 38 participantes	• 3 encuentros • 59 participantes	• 11 encuentros • 35 participantes

Figura 15.2: Cantidad de actividades de la red para 2024.

Como parte de las actividades realizadas en diciembre, se mantuvo una interacción activa con los profesores mediante el grupo de WhatsApp. Se enviaron mensajes alusivos a las festividades, destacando su valiosa contribución a la apropiación social del conocimiento. Además, se compartió el pronóstico meteorológico y se envió un mensaje de reconocimiento a los docentes que participaron en espacios de divulgación, donde socializaron los proyectos desarrollados con el apoyo del SIATA. En la Figura 15.3 se ilustran las historias compartidas a través de este canal de comunicación.



Figura 15.3: Participación de docentes de la REC en espacios de ASC.

La Red de Educadores Científicos tiene como objetivo integrar el conocimiento generado en el territorio metropolitano a las prácticas educativas, convirtiéndolo en un recurso esencial tanto para los procesos escolares como para los programas de educación no formal. A través de diversas actividades educativas y de divulgación, la red desempeña un papel clave en enriquecer las prácticas pedagógicas de los docentes, destacando el aporte del proyecto en este ámbito. Este enfoque responde a la necesidad de adaptar los procesos de formación al contexto local, atendiendo las realidades del entorno cercano. Además, la existencia de espacios de retroalimentación dentro de la estrategia permite su fortalecimiento y mejora continua, garantizando una educación más pertinente y contextualizada.

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

El mes de diciembre fue un momento clave para generar conversaciones dentro del equipo de Educación, orientadas a visibilizar la estrategia Territorio al Aire desde diferentes perspectivas. Estos espacios de diálogo permitieron realizar un balance integral de las actividades desarrolladas a lo largo del año 2024, destacando logros y alcances significativos, al tiempo que se identificaron oportunidades de mejora para fortalecer cada una de las estrategias.

Entre los principales logros se destacó la capacidad de ampliar el alcance de Territorio al Aire hacia escenarios nuevos. Se destaca el regreso a espacios académicos en la ciudad como lo fueron diferentes instituciones universitarias, donde las discusiones generadas enriquecieron tanto a los participantes como a la estrategia en sí, consolidando un intercambio de saberes valioso y pertinente para el proyecto SIATA.

Dentro del balance que se realizó para el periodo 2024 resaltan los siguientes aspectos:

- El proyecto SIATA realizó **28 charlas** en el marco de esta estrategia. Los temas que más se solicitaron corresponden a los equipos de **Meteorología, Hidrología y Calidad del Aire**. Las instituciones universitarias en las que se desarrollaron la mayor cantidad de espacios fueron el SENA y el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid.
- El año 2025 es una oportunidad para fortalecer la estrategia Territorio al Aire. El propósito principal será consolidar una presencia activa en los diferentes municipios del Área Metropolitana, estableciendo conexiones estratégicas que promuevan la dinamización del proyecto SIATA y, al mismo tiempo, fomenten la divulgación de la ciencia en espacios de ciudad.
- Es importante identificar y aprovechar oportunidades en escenarios locales que permitan integrar nuestras estrategias con las dinámicas territoriales propias de cada comunidad. Así, se proyecta un 2025 marcado por la colaboración y el compromiso con la construcción de una cultura de gestión del riesgo.

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

SIATA para la escuela

Durante el mes de diciembre se trabajó en el desarrollo de contenidos que permiten fortalecer los procesos de educación y divulgación del proyecto. A continuación se describen los avances realizados durante este mes:

- Se realizaron las últimas correcciones a los seis (6) cuentos que serán producidos en versión impresa.
- Se comenzó a trabajar en la segunda versión del juego **Investicake**, en la cual se modificarán las partes del método científico abordadas durante el juego. Estos cambios permitirán a los participantes desarrollar un bosquejo más claro y completo de su investigación. Entre las modificaciones principales se incluye la adición de secciones dedicadas a los objetivos y la revisión bibliográfica. La Figura 15.4 muestra algunos de los avances realizados.



Figura 15.4: Avances en la segunda versión del juego Investicake.

- Se continuó trabajando en la construcción de la [Cartilla de Meteorología](#), abordando durante este mes temas como sensores meteorológicos, tipos de lluvia, tipos de nubes y pronóstico meteorológico. En la Figura 15.5 se evidencian algunos de los avances alcanzados.



Figura 15.5: Avances en la cartilla de Meteorología durante el mes de diciembre.

SIATA para la escuela con enfoque en inclusión

Durante el mes de diciembre, se avanzó en el diseño y corrección de diversos materiales educomunicativos concebidos desde la accesibilidad, con el propósito de fortalecer la estrategia Ciencia para todos y todas: una apuesta desde la accesibilidad. A continuación, se destacan los principales logros:

- Proceso editorial del libro Entonces yo también puedo serlo:** se continuó el trabajo de editorialización de este libro en colaboración con la editorial Dado, especialista en publicaciones con

braille, texturas y relieve. Se espera recibir en enero el prototipo físico del libro, lo que permitirá realizar una evaluación final antes de iniciar su impresión definitiva.

- **Edición de videos accesibles:** se inició la edición de dos (2) videos educativos: Conociendo el Valle de Aburrá en señas y Descubriendo la ciencia en señas, que documentan los procesos de investigación de estudiantes sordos de primaria en dos (2) instituciones educativas. Estos videos incluyen interpretación de Lengua de Señas Colombiana (LSC) al español realizada por una profesional del proyecto, lo que facilita su accesibilidad tanto para personas sordas como para personas sin discapacidad. Los videos se publicarán en las redes sociales de SIATA y se utilizarán en los Semilleros de Ciudadanos Científicos. Se presentan evidencias del proceso a continuación.



Figura 15.6: Edición videos divulgación científica en lengua de señas.

- **Diseño de un modelo 3D accesible:** se inició la creación de un modelo tridimensional con relieve y braille para explicar conceptos como el trópico y los vientos alisios. Este material está diseñado para personas con discapacidad visual que participan en los semilleros. La iniciativa surge ante la ausencia de recursos accesibles en el mercado para abordar estas temáticas, identificada en los semilleros de meteorología y cambio climático. Este material innovador será una herramienta valiosa para mejorar la comprensión y la inclusión en estos espacios. Evidencias del proceso de diseño se presentan a continuación.

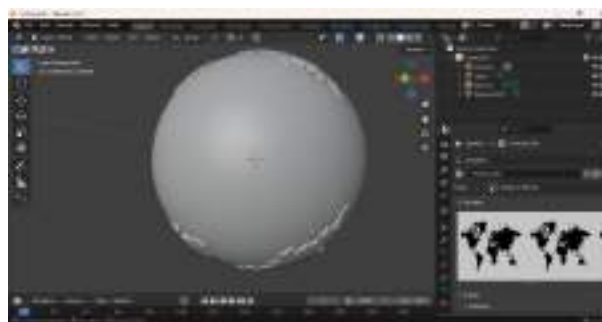


Figura 15.7: Diseño modelo sobre trópico y vientos alisios.

SIATA para las comunidades

Durante el mes de diciembre se llevó a cabo una revisión integral de la metodología del equipo Social, identificando tanto sus fortalezas como las oportunidades de mejora, con el objetivo de fortalecer el

enfoque metodológico y optimizar sus herramientas. En este proceso, se definieron prioridades claras para la producción de materiales pedagógicos y se propusieron nuevos recursos orientados a facilitar una mayor apropiación de los contenidos por parte de las comunidades y los diferentes públicos abordados.

Adicionalmente, se planificaron estrategias para fomentar una participación activa y significativa en los talleres, garantizando que las actividades estén alineadas con los objetivos del proyecto y las necesidades específicas de las comunidades locales.

Productos equipo Teledetección

En el transcurso del mes de diciembre, el equipo de Teledetección modeló e imprimió en 3D una (1) pieza armable tipo rompecabezas del Valle de Aburrá, de tamaño 20 cm x 20 cm. También se modelaron 21 piezas en 3D de las placas tectónicas del globo terráqueo, solicitadas por el equipo de Ingeniería sísmica del proyecto SIATA.

[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 este mes se adelantaron dos (2) actividades orientadas a generar apropiación social del conocimiento científico sobre los contaminantes atmosféricos y las variables que influyen en su concentración y dispersión, además de la red de Monitoreo de Calidad del Aire y la de Ciudadanos Científicos. Con estos talleres, charlas y stand se logró sensibilizar a un total de 48 personas.



Figura 15.8: Espacios divulgativos sobre calidad del aire y ruido ambiental que fueron realizados en el mes de diciembre.

Dentro de estas acciones, se destacó un stand sobre calidad del aire para un grupo de niños y trabajadores

del Aeropuerto Olaya Herrera y una charla sobre calidad del aire para empleados de la empresa Ditransa. Así mismo, se analizaron nuevos aliados estratégicos para la gestión de nuevos espacios divulgativos.

En el enlace [espacios de divulgación de diciembre](#), 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

Durante el mes de diciembre, el equipo de Teledetección participó en cuatro (4) reuniones con el Cuerpo de Bomberos de Sabaneta. El objetivo principal de los encuentros fue determinar la viabilidad técnica de utilizar Sistemas Aéreos No Tripulados (UAS) u otras tecnologías de teledetección en simulacros o entrenamientos enfocados a estructuras colapsadas o en riesgo de colapso, en coordinación con el grupo de búsqueda y rescate del Cuerpo de Bomberos. Durante estos encuentros, se realizaron recorridos por el centro de entrenamiento del Cuerpo y la Universidad Pontificia Bolivariana, sede Robledo, lugar donde se planea realizar el simulacro en el mes de enero.

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

Evento con UMGRD, Organismos de Socorro y Secretarías de Medio Ambiente - 2024

El día 10 de diciembre se realizó el segundo Encuentro de Unidades Municipales de Gestión del Riesgo de Desastres, Secretarías de Medio Ambiente y Organismos de Socorro, con la participación de 43 personas, incluyendo representantes de las entidades invitadas y miembros del proyecto SIATA. Durante la jornada, se discutieron temas prioritarios como el balance hidrometeorológico 2024, el balance hídrico, la calidad del aire y el piloto del Sistema de Alerta Temprana Comunitario (SATC) para la detección de incendios de interfaz.

Durante la jornada, se llevaron a cabo análisis significativos para la planificación y respuesta ante eventos extremos. El balance hidrometeorológico permitió comprender las dinámicas recientes del clima y su impacto en la gestión del riesgo, mientras que el balance hídrico ofreció una perspectiva integral sobre el estado de las microcuencas relacionadas con los SATC. En relación con la calidad del aire, se discutieron episodios críticos vinculados a la quema de pólvora, destacando sus implicaciones ambientales y sociales.

Por último, se presentó el piloto del SATC para la detección de incendios de interfaz, una iniciativa innovadora que busca sensibilizar a las comunidades sobre los riesgos asociados a incendios en zonas con cobertura vegetal cercana a áreas urbanas. Esta estrategia promueve la participación activa de las comunidades en la mitigación de riesgos a través del cuidado y la apropiación del territorio.

El evento concluyó exitosamente, cumpliendo con los objetivos planteados y generando un valioso espacio de aprendizaje y colaboración para los participantes. Este encuentro reafirma el compromiso de las entidades involucradas con el fortalecimiento de la gestión del riesgo y la sostenibilidad ambiental en el

territorio.

Para evaluar el impacto del evento y la percepción de los asistentes, se aplicó una encuesta cuyos resultados se pueden encontrar en el siguiente enlace: [encuesta evento](#).

A partir de esta evaluación, se concluyó que los participantes identificaron el balance hidrometeorológico como una herramienta fundamental para la toma de decisiones informadas en la gestión del riesgo. Así mismo, enfatizaron la necesidad de fortalecer la articulación entre las entidades involucradas y destacaron la importancia de analizar los días de mayor contaminación en diciembre, un mes crítico debido al incremento en la quema de pólvora y los niveles de ruido. También expresaron interés en incluir, en futuros encuentros, espacios dedicados a compartir las particularidades y desafíos de la gestión del riesgo en sus municipios. Este enfoque busca fomentar el intercambio de experiencias y conocimientos, contribuyendo al fortalecimiento de capacidades locales en la gestión del riesgo de desastres.

Procesos sociales con comunidades

Para el mes de diciembre y continuando con lo establecido en el CCT016 de 2024, 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 el mes de diciembre se continuó realizando seguimiento a la comunidad, vía telefónica y vía WhatsApp, debido a que la comunidad había solicitado suspender los talleres formativos durante este mes. De igual forma, no se mencionó ninguna novedad en este intervalo de tiempo. Se espera que en el mes de enero del año 2025 se retomen satisfactoriamente estos encuentros.

SATC La Planta, Caldas

Para este mismo mes, se continuó realizando seguimiento a la comunidad, vía telefónica y vía WhatsApp, debido a que la comunidad había solicitado suspender los talleres formativos durante el mes de diciembre. De igual forma, no se mencionó ninguna novedad en este intervalo de tiempo. Se espera que en el mes de enero del año 2025 se retomen satisfactoriamente estos espacios.

SATC El Cairo, Bello

El 10 de diciembre se programó el taller sobre el protocolo de emergencia, en el cual se esperaba la participación de la UMGRD y Bomberos Bello, ya que su presencia era fundamental para definir los puntos de encuentro y las rutas de evacuación en caso de inundaciones o avenidas torrenciales. Sin embargo, al encuentro asistieron únicamente profesionales sociales de la UMGRD, quienes manifestaron no contar con el conocimiento técnico necesario para realizar dichas definiciones. Por su parte, Bomberos Bello informó que no pudo asistir debido a una atención de emergencia.

Ante esta situación, se propuso trabajar con la comunidad en la definición de la cadena de llamadas que se activará con SIATA en caso de emergencia. Durante la actividad, dos (2) personas de la comunidad, que tienen visual directa a la quebrada La García y han participado activamente en el proceso formativo del proyecto, se ofrecieron para asumir este rol.

Como compromiso, se acordó programar una nueva fecha para realizar un recorrido conjunto con la UMGRD y Bomberos Bello, con el fin de identificar y definir los puntos seguros y las rutas de evacuación necesarias (Figura 16.1).



Figura 16.1: Construcción cadena de llamadas - SATC El Cairo.

SATC El Vallano, Envigado

En el mes de diciembre se continuó con el proceso formativo con el taller de protocolo de emergencias, donde se estableció la cadena de llamada con los nombres de las personas que estarán en contacto con los Operaciones del proyecto SIATA para notificar alguna eventualidad en el sector. Además, se realizó la visita con el equipo de Hidrología al parque Ecológico El Salado, con el fin de realizar el aforo para establecer los niveles de riesgos sobre una roca que será demarcada en dicho lugar para ser un apoyo visual ante cualquier emergencia.

Visitas en Distrito Especial de Medellín - Convenio DAGRD

En diciembre se llevaron a cabo ocho (8) reuniones iniciales con líderes comunitarios de las localidades seleccionadas para la instalación de los SATC, como parte del convenio con el DAGRD/AMVA. Durante estos encuentros, se presentó la metodología de la estrategia SATC, se explicó el alcance del proyecto SIATA y se detallaron los compromisos esperados por parte de la comunidad. Información más detallada sobre estas actividades se encuentra en el [WP4.5.3.] relacionado con convenios.

Estado actual de los SATC

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

En la Tabla 16.1 se describen las actividades realizadas durante el mes de diciembre de 2024. Además, en el enlace [procesos sociales](#), se puede consultar el detalle de éstos por municipio.

Tabla 16.1: Actividades realizadas en los SATC durante el mes de diciembre de 2024.

Municipio	SATC	Fecha	Actividad
Barbosa	SATC Santa Marta - Hatillo	2024-12-09 y 13	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Barbosa	SATC Buenos Aires	2024-12-02	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Barbosa	SATC La Primavera	2024-12-02	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Barbosa	SATC La Isaza	2024-12-11	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Girardota	SATC Jamundí	2024-12-31	Seguimiento a líder comunitaria vía WhatsApp.
Copacabana	SATC Guadalajara	2024-12-17, 18, 25 y 31	Seguimiento a líder comunitaria vía WhatsApp.
Copacabana	SATC Las Vegas	2024-12-10	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Copacabana	SATC Barrio María	2024-12-24 y 31	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Copacabana	SATC La Asunción	2024-12-24 y 31	Seguimiento vía telefónica y vía WhatsApp.
Bello	SATC Cafetal	2024-12-25 y 31	Seguimiento con líder comunitaria vía WhatsApp.
Bello	SATC El Cairo	2024-12- 04, 05, 10, 25 y 31	Seguimiento con líder comunitario vía telefónica y vía WhatsApp.
Bello	SATC El Cairo	2024-12-10	Construcción de cadena de llamadas con SIATA y comunidad.
Bello	SATC Potrerito	2024-12-24, 26, 27 y 31	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Bello	SATC Hato Viejo	2024-12-05, 13, 16, 24, 27 y 31	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Continúa en la siguiente página			

Tabla 16.1 – Continuación de la página anterior

Municipio	SATC	Fecha	Actividad
Bello	SATC Hato Viejo	2024-12-16	Seguimiento presencial.
Bello	SATC Espíritu Santo	2024-12-13, 16, 24, 26, 27 y 31	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Bello	SATC José Antonio Galán	2024-12-13, 16, 19, 24, 27 y 31	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Bello	SATC José Antonio Galán	2024-12-16	Seguimiento presencial.
Bello	SATC Plan de la Laguna	2024-12-03,5,16,24 y 31	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Medellín	SATC Salado (Paraíso)	2024-12-24, 27 y 31	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Medellín	SATC Salado (Paraíso)	2024-12-05	Acompañamiento presencial al DAGRD.
Medellín	SATC Salado (Las Playas)	2024-12-24, 26, 27 y 31	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Medellín	SATC Santa Rita	2024-12-24, 27 y 31	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Medellín	SATC Santa Lucía	2024-12-18, 19, 24, 27 y 31	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Medellín	SATC Alejandro Echavarría	2024-12-24, 27 y 31	Seguimiento vía telefónica.
Medellín	SATC La Palma	2024-12-25 y 31	Seguimiento a líder comunitaria vía WhatsApp.
Medellín	SATC Aures - El Chorro	2024-12-25 y 31	Seguimiento a líder comunitaria vía WhatsApp.
Medellín	SATC Aures - El Chíspero	2024-12-25 y 31	Seguimiento a líder comunitaria vía WhatsApp.
Medellín	SATC Las Violetas	2024-12-04, 25 y 31	Seguimiento con líder comunitaria vía WhatsApp.
Medellín	SATC El Hoyo	2024-12-25 y 31	Seguimiento con líder comunitaria vía WhatsApp.
Medellín	SATC Pesebre	2024-12-25 y 31	Seguimiento a líder comunitaria vía WhatsApp.
Medellín	SATC Las Playitas - Aguas Frías	2024-12-02	Seguimiento a líder comunitaria vía WhatsApp.
Envigado	SATC El Remanso	2024-12-09	Seguimiento a líder comunitaria vía WhatsApp.
Continúa en la siguiente página			

Tabla 16.1 – Continuación de la página anterior

Municipio	SATC	Fecha	Actividad
Itagüí	SATC Santa María 1	2024-12-02 y 06	Seguimiento vía WhatsApp.
Itagüí	SATC Villa Lía	2024-12-20	Seguimiento a líder comunitaria vía WhatsApp.
Estrella	SATC El Pedrero	2024-12-24 y 31	Seguimiento vía WhatsApp y telefónica.
Estrella	SATC La Inmaculada	2024-12-24	Seguimiento a líder comunitaria vía WhatsApp.
Estrella	SATC La Raya	2024-12-24	Seguimiento a líder comunitaria vía WhatsApp.
Sabaneta	SATC Playas Placer	2024-12-21	Seguimiento a líder comunitaria vía WhatsApp.
Sabaneta	SATC Plebiscito	2024-12-02	Seguimiento a líder comunitaria vía WhatsApp.
Caldas	SATC La Clara	2024-12-05	Seguimiento a líder comunitaria vía WhatsApp.
Caldas	SATC Andalucía	2024-12-02, 06 y 08	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Caldas	SATC Mandalay	2024-12-02, 12, 16, 17, 18, 19, 24, 27 y 31	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Caldas	SATC Mandalay	2024-12-17	Seguimiento presencial y cierre de año.
Caldas	SATC Cristo Rey	2024-12-24 y 31	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Caldas	SATC San Fernando	2024-12-10,11,24 y 31	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Caldas	SATC La Planta	2024-12-10,11,24 y 31	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.

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

Piloto SATC por incendios de interfaz

Durante el mes de diciembre, se mantuvo el seguimiento a la comunidad a través de llamadas telefónicas y mensajes por WhatsApp, dado que ésta había solicitado suspender los talleres formativos durante dicho periodo. No se reportaron novedades relevantes durante este tiempo. Se espera que en enero de 2025 se retomen estos encuentros de manera satisfactoria.

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

En cumplimiento del Acuerdo Metropolitano No. 22 de 2019, cuyo objetivo es garantizar el apoyo de la Entidad a los municipios del Área Metropolitana en materia de conocimiento, reducción del riesgo y manejo de desastres, se llevó a cabo la reunión del Consejo Metropolitano de Gestión del Riesgo de Desastres el día 20 de diciembre.

En este espacio, SIATA presentó el pronóstico climático para el año 2025, lo que permitió a los coordinadores de Gestión del Riesgo de Desastres (GRD) de los municipios del Área Metropolitana estar informados sobre las condiciones climáticas esperadas y su posible impacto en la región.

La presentación incluyó un análisis detallado de las tendencias climáticas y su relación con la gestión del riesgo, fomentando un diálogo constructivo con los asistentes. Además, se destacaron herramientas y estrategias que pueden ser implementadas por los municipios para enfrentar los desafíos asociados al cambio climático y otros riesgos ambientales.

Este espacio permitió no sólo el intercambio de información clave, sino también el fortalecimiento de la articulación entre SIATA y los coordinadores de GRD, consolidando el compromiso de la Entidad con la gestión integral del riesgo en el territorio metropolitano.

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

Conexiones Territoriales

Durante diciembre, en el marco de la estrategia de Conexiones Territoriales, las comunidades y grupos optaron por no realizar reuniones debido a las festividades y vacaciones, lo que dificultó la coordinación de agendas. Por esta razón, se acordó retomar la metodología y las actividades en enero de 2025.

Cabe destacar que esta estrategia opera con una periodicidad diferente a la de las actividades realizadas con las comunidades, las UMGRD y los organismos de socorro. Para más detalles, [aquí se puede consultar la información correspondiente a Conexiones Territoriales](#).

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 diciembre, se llevaron a cabo dos (2) capacitaciones dirigidas a los funcionarios de las Unidades Municipales de Gestión del Riesgo de Desastres (UMGRD):

- Capacitación sobre movimientos en masa, realizada en la UMGRD del municipio de Caldas.
- Capacitación sobre descargas eléctricas, desarrollada en la UMGRD del municipio de Sabaneta.

El objetivo de estas actividades fue fortalecer las capacidades técnicas y operativas de las UMGRD, brindando a los funcionarios conocimientos generales sobre estos riesgos y su monitoreo por parte del proyecto SIATA.



Debido a la disminución de actividades laborales característica del final de año en las oficinas de gestión del riesgo, estas dos capacitaciones fueron las únicas realizadas en diciembre. No obstante, se mantuvo contacto continuo con las demás UMGRD del Valle de Aburrá a través de WhatsApp y llamadas telefónicas, comunicándoles que los talleres presenciales se retomarán en enero o febrero, una vez los funcionarios reanuden sus labores.

Es importante resaltar que muchos profesionales finalizan sus contratos en diciembre y son contratados de nuevo entre finales de enero y principios de febrero de 2025, lo que podría retrasar la programación de talleres grupales en el mes de enero. Sin embargo, se planean visitas directas a los municipios para trabajar con los funcionarios que continúen activos, garantizando la continuidad de las actividades y el acompañamiento necesario para las unidades municipales.

Organismos de Socorro

Se llevaron a cabo diversas acciones que evidencian la constante articulación del proyecto SIATA con los organismos de socorro del Valle de Aburrá, contando con la participación de un total de 22 bomberos en actividades conjuntas. La evidencia asociada a estas actividades puede consultarse en el siguiente enlace: [Estrategia social](#).

En la Tabla 16.2 se describen los procesos desarrollados, mientras que en la Figura 16.2 se presentan registros visuales de algunos de los encuentros realizados con los organismos de socorro durante el mes.

Tabla 16.2: Actividades Organismos de Socorro - diciembre de 2024.

Fecha	Municipio	Actividad	Público	Equipo que acompaña
09 y 11/12/2024	Medellín - Libertadores	Taller de Descargas Eléctricas	Cuerpo Oficial de Bomberos	Equipo Social y equipo de Meteorología.
16/12/2024	La Estrella	Capacitación portal dividido	Cuerpo Voluntario de Bomberos	Equipo Social y equipo Operacional.





Figura 16.2: Acompañamiento a los radioperadores de Bomberos La Estrella.



Figura 16.3: Acompañamiento a Organismos de Socorro durante el mes de diciembre de 2024.

Interacción con comunidades y organismos de socorro

El seguimiento de las condiciones hidrometeorológicas en el Valle de Aburrá condujo a la realización de tres (3) comunicaciones telefónicas con organismos de gestión del riesgo y atención de desastres de los



municipios del territorio. En la Tabla 16.3 se presenta un resumen de estos llamados por tipo de alerta:

Tabla 16.3: 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	2
Llamados por drenaje urbano (deprimidos viales)	1
Llamados por incendios	0
Llamadas atendidas en apoyo a la atención de emergencias	0

En cuanto a las comunidades de los SATC, se realizaron dieciséis (16) interacciones con líderes y siete (7) activaciones de alarmas (Tabla 16.4). Además, se referencian la fecha de activación, las comunidades, municipio, el afluente asociado y la cantidad de veces que fue necesario activar las alarmas durante diciembre. Ver la Tabla 16.5.

Tabla 16.4: Resumen de llamados a comunidades de los SATC y activaciones de alarma.

Tipo de llamado	Número
Llamados a líderes comunitarios de los SATC	16
Activaciones de alarmas comunitarias de los SATC	7

Tabla 16.5: Resumen de activaciones de alarmas comunitarias.

Fecha	SATC	Municipio	Afluente	Activaciones
2024-12-25	Espíritu Santo	Bello	Q. El Hato	3
2024-12-26	El Cafetal	Bello	Q. La Loca	3
2024-12-26	Aures - El Chispero	Medellín	Q. Mal Paso	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

En el mes de diciembre no se tuvo avance en esta actividad ya que el trabajo en conjunto realizado con la Escuela de Humanidades culminó en el mes de noviembre. Para el informe final del contrato CCT016 (febrero de 2025) se entregará un reporte de resultados del proceso.



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 diciembre, el equipo SIATA no presentó 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, razón por la cual el acumulado en la vigencia permanece en nueve (9). 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 4.25 de ejecución. En la primera y quinta semana del mes que se documenta, se radicaron dos (2) informe de avance mensual, para un acumulado de diez (10) 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 diciembre no se realizaron reportes de este tipo.

Reportes de prensa ante ocurrencia de eventos extremos de precipitación

En estos reportes 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 diciembre no se realizaron reportes de este tipo.

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. 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/

En la reformulación de la actividad para la entrega de información de manera más adecuada para la dirección del AMVA y los alcaldes de los nueve municipios y el Distrito, 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 diciembre, 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](#).

Por otro lado, el equipo de Teledetección envió información relacionada con los productos crudos y procesados propios de los sobrevuelos. En total se respondieron seis (6) requerimientos: dos (2) relacionados con el histórico de incendios, uno (1) con movimientos en masa, uno (1) con las áreas protegidas en el Valle de Aburrá, uno (1) con información general de las labores del equipo de Teledetección y uno (1) para la generación de mapas de cobertura por medio de inteligencia artificial. Cinco (5) de las solicitudes fueron hechas desde el proyecto SIATA y una (1) por el AMVA. En el enlace [F-GAA-SIATA-147 Respuestas realizadas por el equipo de Teledetección](#), se puede observar todas las respuestas emitidas en el transcurso del contrato actual, su descripción, el solicitante, 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

Desde la perspectiva de un proyecto de ciencia, tecnología e innovación, la investigación constituye un pilar esencial. En este sentido, ha cobrado creciente relevancia dentro del componente de Apropiación Social del Conocimiento, debido a las múltiples potencialidades y contribuciones que ofrece para el desarrollo de actividades contractuales. Estas iniciativas permiten fortalecer el crecimiento del componente en este ámbito clave.

Durante el mes de diciembre, se avanzó significativamente en el proceso de caracterización, llevado a cabo en colaboración con la Escuela de Artes y Humanidades de la Universidad EAFIT. En esta etapa, se revisó el informe final del proceso, realizando observaciones y ajustes necesarios. Puede acceder al informe completo a través de este enlace: **Ingrese aquí**.

Adicionalmente, se envió un artículo a una nueva revista académica para divulgar la estrategia de semilleros. Este documento busca posicionar esta iniciativa como una herramienta que fomenta la apropiación del territorio y la gestión de riesgos por parte de niñas, niños y jóvenes del territorio metropolitano. Puede consultar la versión completa del artículo en el siguiente enlace: **Ingrese aquí**.

Dentro de la línea de investigación en educación, se inició una revisión sistemática de literatura enfocada a identificar las iniciativas y enfoques de inclusión y accesibilidad en la enseñanza de contenidos científicos de los últimos 10 años. Este ejercicio responde a la necesidad de diseñar y fortalecer estrategias como parte de la iniciativa “Ciencia para todas y todos”, asegurando que la educación científica sea inclusiva y accesible para todos los públicos, independientemente de sus condiciones.

Las actividades investigativas realizadas durante el mes han sido clave para avanzar en la consolidación de líneas de investigación que contribuyan significativamente a los procesos educativos, sociales y de difusión del proyecto. Estas iniciativas, además, fortalecen la relación con los públicos objetivos del proyecto. A través de eventos, congresos y ejercicios de exploración investigativa, se reafirma la importancia de profundizar en áreas clave como la percepción del riesgo, la comprensión y aplicación del conocimiento científico, 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 informes previos, 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

A continuación, se relacionan las instalaciones llevadas a cabo en el mes de diciembre de 2024:

Código: 754

Nombre: Q. La Iguaná - Los Colores

Fecha: 2024-12-17

Municipio: Medellín

Instalación de una estación de nivel con las siguientes características:

Tipo de estación: Sistema ESP32 con sensor de nivel LiDAR.

Dirección: Carrera 74 No. 60-11.

Comunicación: Módem 4G (SN: MP06214878C5E23, IMEI: 868020033447573, Línea: 3146487668, IP: 172.32.179.9).

Tipo de energía: Solar, con un panel de 60 W (SN: RTM060M-2021042500666).

Alturas: Caja: 4.5 m, Sensor: 4.7 m, Panel: 5 m, Sensor a lámina: 1122 cm.

Material utilizado: Poste metálico de 5 m, panel de 60 W con herraje, batería de 20 Ah 12 V, caja con electrónica, sensor LIDAR, entre otros.

Observaciones: Se verifica la instalación completa con datos en funcionamiento.

Código: 755

Nombre: Colegio Eduardo Santos - Meteorológica Vaisala

Fecha: 2024-12-03

Municipio: Medellín

Instalación de una estación meteorológica Vaisala con las siguientes características:

Referencia: WXT530 (Serial: WD342156).

Comunicación: Módem 4G (Línea: 3112478650, IP: 172.32.136.60).

Energía: Legal, tomada de la institución.

Altura de la caja: 3 m.

Material utilizado: Tubo de 3/4 EMT, riel mecano, chazos metálicos de 3/8, fuente de 12 V, entre otros.

Código: 756

Nombre: Av. La 65 El Volador - Encharcamiento Vial

Fecha: 2024-12-04

Municipio: Medellín

Instalación de una estación de monitoreo de encharcamientos con las siguientes características:

Ubicación: Carrera 65 67-201 (Latitud: 6.2662, Longitud: -75.5774).

Comunicación: Módem 4G (SN: MP062115211F01A, IMEI: 86868020032253600, Línea: 3042401809, IP: 172.31.249.182).

Energía: Panel solar de 55 W (SN: 6681118409560048) con batería de 20 Ah.

Material utilizado: Sensor LiDAR, brazo prototipo extensible, caja metálica, entre otros.

Código: 757

Nombre: Las Golondrinas - Pluviómetro

Fecha: 2024-12-18

Municipio: Medellín

Instalación de una estación pluviométrica con las siguientes características:

Tipo de estación: Sistema ESP32 con energía solar.

Comunicación: Módem 4G (SN: MP06214878C604F, IMEI: 868020033453134, Línea: 3042401596, IP: 172.31.249.180).

Pluviómetros: Controlados con placas AMVA CONTROL-025491 y CONTROL-025492.

Material utilizado: Batería de 12 V 9 Ah, riel channel, bases para pluviómetros, zuncho, entre otros.

Código: 758

Nombre: Q. La Loca - Villa Esperanza

Fecha: 2024-12-18

Municipio: Medellín

Instalación de estación de nivel con las siguientes características:

Tipo de estación: Sistema ESP32 con sensor de nivel LIDAR.

Dirección: Carrera 35 65-120.

Comunicación: Módem 4G (SN: MP06214878C5D0F, IMEI: 86802003344810, Línea: 3133424744, IP: 172.32.131.242).

Energía: Panel solar de 60 W con batería de 20 Ah (SN: RTM060M-2021042500619).

Alturas: Caja: 5.5 m, Sensor: 7.2 m.

Material utilizado: Sensor LIDAR, brazo en acero inoxidable, cables, entre otros.

Código: 760

Nombre: Q. La Picacha - Guanteros

Fecha: 2024-12-19

Municipio: Medellín

Instalación de una estación de nivel tipo radar con las siguientes características:

Sensor: Siemens LR100 (SN: JNB/R7070000355).

Comunicación: Módem 4G (SN: MP06214878C6066, IMEI: 868020033453365, Línea: 3133424709, IP: 172.32.131.230).

Energía: Panel solar de 60 W con batería de 20 Ah.

Material utilizado: Tubo EMT, sensor radar, panel solar, caja Kowet grande, entre otros.

Código: 761

Nombre: Tricentenario Acevedo - Acelerómetro

Fecha: 2024-12-20

Municipio: Medellín

Instalación de una estación acelerométrica con las siguientes características:

Componentes: Raspberry Pi 3, tarjeta Arduino, 2 acelerómetros, batería 105 Ah, Tripp-lite, cargador de batería, entre otros.

Energía: Sistema de respaldo proporcionado por el Metro.

Código: 100883

Nombre: Cámara Nivel Descarga Q. Tinajas - Río

Fecha: 2024-12-21

Municipio: Medellín

Instalación de cámara AXIS P1455-LE con las siguientes características:

Serial: B8A44F4BFEC5.

Placa AMVA: EQCYC-000469.

Material utilizado: Cable UTP, conectores RJ45, hebillas de acero, entre otros.

Código: 100889

Nombre: Raspberry Shake 4D Tricentenario Acevedo

Fecha: 2024-12-21

Municipio: Medellín

Se instaló un Raspberry Shake (EQCDC-000993).

Caja: Kowet pequeña, sobre bloque de concreto.

Verificación: Comunicación y envío de datos comprobados con Telemetría.

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

Durante el mes de diciembre de 2024, se realizaron cuarenta y cuatro (44) 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 riesgos del territorio, así como de las redes de ruido ambiental y Ciudadanos Científicos. Adicionalmente, se recibieron a satisfacción los entregables de veintiséis (26) solicitudes de compras realizadas en meses anteriores.

En el enlace [compras diciembre](#) se relacionan las solicitudes de compra realizadas durante este mes.

En el link [entregas diciembre](#) 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, diciembre 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 diciembre 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 sub-zonas. 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

Red de monitoreo de calidad del aire

Durante el mes de diciembre de 2024 se ejecutó de manera satisfactoria las actividades que se exponen en la Figura 18.1 con el detalle por estación y analizador. El registro de los mantenimientos y calibraciones se actualiza en las bases de datos del proyecto.

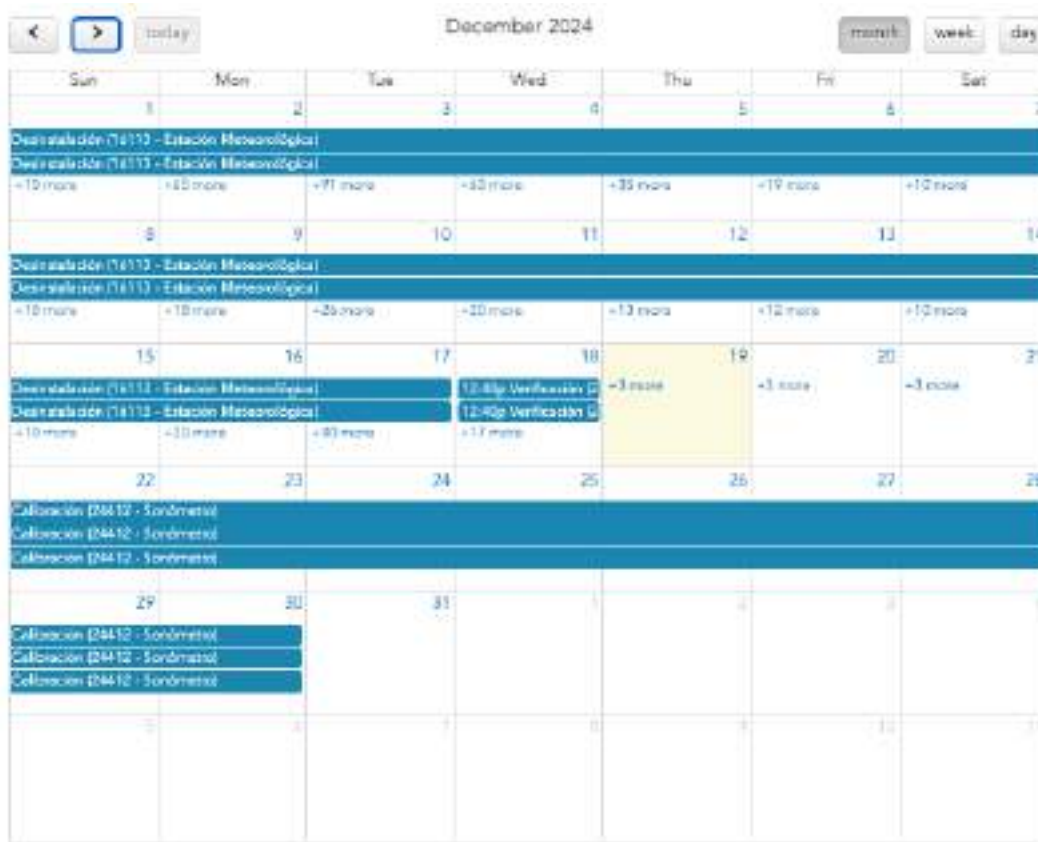


Figura 18.1: Ejemplo de actividades realizadas en las estaciones de la red de Calidad del Aire donde se ejecutaron mantenimientos durante el mes de diciembre.

Programa de limpieza. Durante el mes de diciembre de 2024, no se realizaron actividades de jardinería y limpieza a las estaciones pertenecientes a la red de calidad del aire, debido a temas administrativos relacionados con la contratación del proveedor.

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

Durante el mes de diciembre, se realizó la calibración de tres (3) sensores de temperatura y humedad, y tres (3) caudalímetros. 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

Esta actividad ya se finalizó, razón por la cual no se presentan avances en este ítem.

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 diciembre, 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 diciembre 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

En el mes de diciembre, se compartieron los certificados de idoneidad, cédula de ciudadanía y registros de equipos a CAMPER Aeronáutica, para ser incorporados a los manuales.

Adicionalmente, se envió la siguiente documentación a Aerocivil para dar cumplimiento a la normativa RAC-100:

- Documentos para el registro del UAS *Matrice 300 RTK*, el cual anteriormente estaba asociado al Instituto von Humboldt y luego pasó a ser parte de la Unidad de Gestión del Riesgo y Cambio Climático de la Subdirección Ambiental del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.
- Documentos para el registro del UAS *Mavic 3 Enterprise Thermal - B*.
- Solicitud de autorización de sobrevuelos para los nueve (9) municipios y el Distrito de Medellín, los cuales conforman el territorio metropolitano del Valle de Aburrá.

El 27 de diciembre se recibió desde el AMVA la caratula con el valor ajustado de \$8.056'000.000 COP a \$9.500'000.000 COP de la póliza de Responsabilidad Civil Extracontractual (RCE). Este ajuste fue solicitado directamente por la Aerocivil como requisito para la generación del permiso de operación, el cual está en trámite.

La ampliación de la información mencionada relacionada con la nueva normativa se encuentra registrada en el enlace: [Cumplimiento normativo RAC 100](#).

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

En el mes de diciembre 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 octavo informe de legalización de Riesgos y el cuarto informe de legalización de AIRE, 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 diciembre 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 - diciembre 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 21.1 se muestran los documentos que ingresaron a ambos listados en el mes de diciembre. 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 el mes que se documenta 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 21.1: Control y ajustes de documentos realizados en el mes de diciembre.

Proceso	Código	Documento código	Tipo de solicitud
Social	F-GAA-SIATA-55	Metodología SATC - fases 1, 2, 3, y 4	Creación
Educación	P-GAA-SIATA-13	Semillero de Ciudadanos Científicos	Modificación
Educación	P-GAA-SIATA-14	Red de Educadores Científicos	Modificación
Educación	P-GAA-SIATA-16	SIATA para la escuela	Modificación
Educación	P-GAA-SIATA-30	Territorio al Aire	Modificación
Continúa en la siguiente página			

Tabla 21.1 – continuación de la página anterior

Proceso	Código	Documento código	Tipo de solicitud
Educación	F-GAA-SIATA-109	Cifras semilleros	Modificación
Educación	F-GAA-SIATA-115	Cifras SIATA para la escuela	Modificación
Divulgación	F-GAA-SIATA-66	Registro Intercambios de Experiencias ASC	Modificación
Divulgación	M-GAA-SIATA-14	Estrategia de comunicación Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá	Eliminación
Divulgación	M-GAA-SIATA-03	Plan de comunicaciones y divulgación	Modificación
Social	M-GAA-SIATA-41	Manual para organismos de socorro (Cuerpo de Bomberos, Cruz Roja colombiana y Defensa Civil)	Modificación
Social	M-GAA-SIATA-42	Acompañamiento a UMGRD	Modificación
Social	M-GAA-SIATA-43	Comunidades con SATC	Modificación
Social	M-GAA-SIATA-44	Simulacro SATC activación alarma	Modificación
Social	M-GAA-SIATA-45	Conexiones territoriales	Modificación
Social	M-GAA-SIATA-46	Reunión alarmas	Modificación
Coordinación general y PM	F-GAA-SIATA-79	Solicitud de permisos y beneficios	Creación
SGC/SST	F-GAA-SIATA-19	Matriz de Gestión de Riesgos	Modificación
SGC/SST	F-GAA-SIATA-61	Planilla ingreso visitantes	Creación

Gestión realizada con diferentes equipos para el mejoramiento continuo de procesos. Durante el mes de diciembre, 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 21.1 se muestra, a manera de ejemplo, algunas reuniones realizadas desde el SGC con los equipos de trabajo.

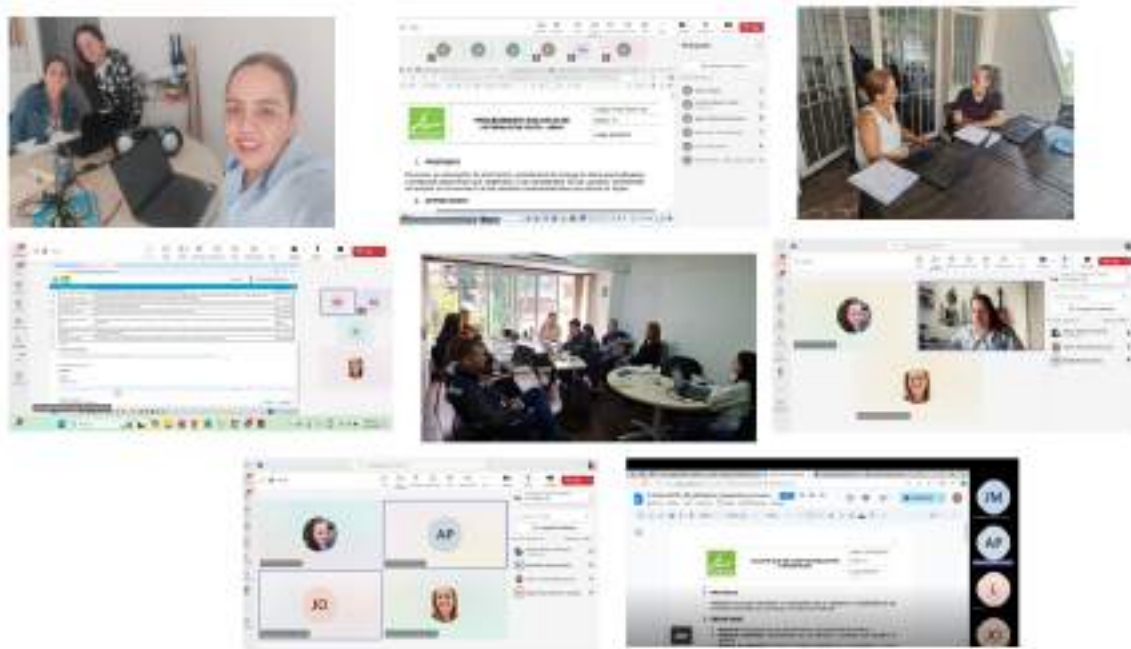


Figura 21.1: Registro fotográfico de algunas reuniones llevadas a cabo en el mes de diciembre.

Actualización plataforma G+. Se completó el cargue de procedimientos de la mayoría de los procesos a la plataforma G+. En total, el 98 % de los procedimientos ya se encuentran en la plataforma. En la Figura 21.2, se muestran algunos procedimientos que se encuentran en estado de edición en el G+.

[illegible]

Figura 21.2: Procedimientos en estado de edición en el G+.

En el mes de diciembre realizaron tres (3) cargues de procedimientos a la plataforma G+; estos pro-

cedimientos quedan en estado de aprobación por parte del AMVA. En la Figura 21.3 se relacionan los procedimientos enviados para aprobación por parte de la Entidad.

[illegible]

Figura 21.3: Documentos enviados a AMVA para aprobación.

Además, se ha realizado el cargue de dieciséis (16) manuales al G+ que se encuentran en estado de edición. En la Figura 21.4 se relacionan los manuales en estado de edición.

[illegible]

Figura 21.4: Manuales cargados en G+, en estado de edición.

[illegible]

Figura 21.5: Formatos cargados en G+, en estado de edición.

Solicitud de información SIATA - AMVA. El 5 de diciembre se realiza reunión para socialización del procedimiento de solicitudes de información SIATA-AMVA, con el fin de recibir la aprobación por parte del enlace de AMVA. En esta actividad participan: Calidad de Datos, Project Management, Divulgación, SGC y el enlace de AMVA (Jenny Lucia López). En la Figura se muestra evidencia de la reunión realizada.

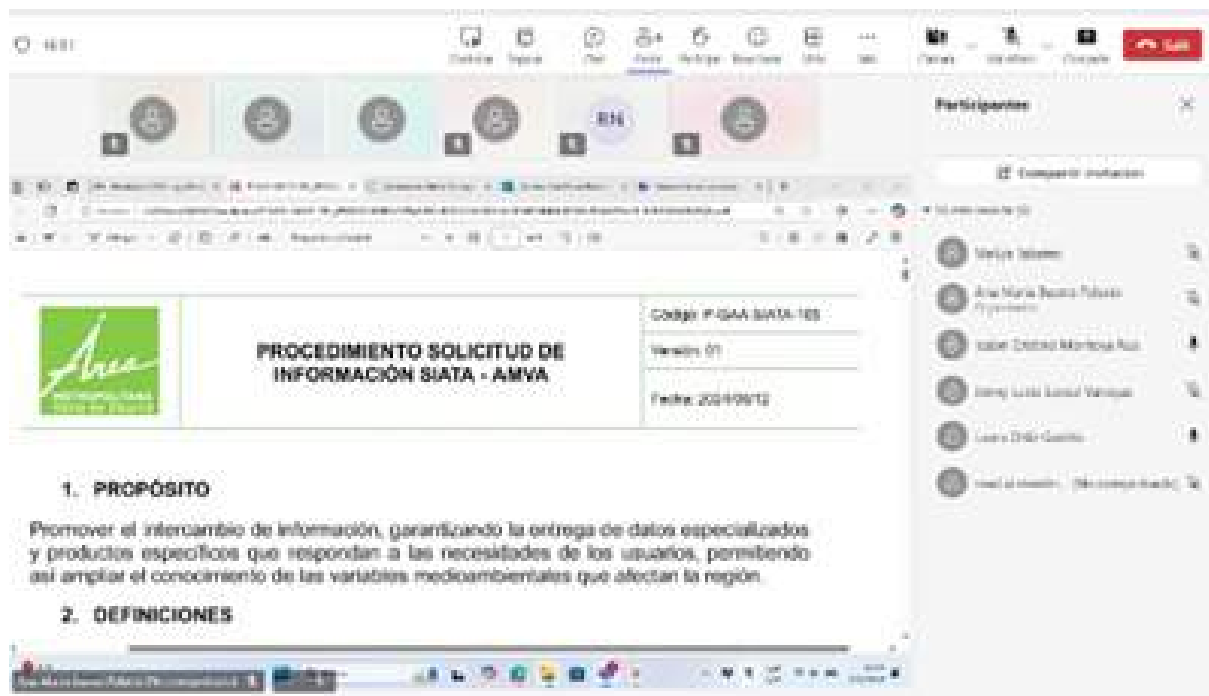


Figura 21.6: Evidencia de reunión para aprobación del procedimiento Solicitud de información AMVA-SIATA.

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. Se realizó revisión del 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 diciembre, 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 riesgo. 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.

Auditorías internas bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025. Se recibió el informe de auditoría interna

bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 en su versión 2017, realizada en el mes de noviembre a la red de calidad del aire. En conjunto con el equipo de Calidad del Aire, se inicia generación del plan de acción, análisis de causas y la lista de acciones correctivas propuestas, con el fin de implementar, ajustar el proceso según corresponde y dar cierre a los diferentes hallazgos. En la Tabla se muestran los hallazgos identificados en la auditoría interna.

Tabla 21.2: Hallazgos de auditoría interna de la Red de Calidad del Aire.

Clasificación	Proceso	Descripción	Estado
Fortaleza	Calidad del Aire	Alta competencia técnica y experiencia del personal evaluado del laboratorio en las técnicas analíticas evaluadas y en la implementación del sistema de gestión de calidad.	No aplica
Fortaleza	Calidad del Aire	Instalaciones y condiciones ambientales apropiadas para la correcta ejecución de las técnicas analíticas evaluadas, evitando contaminación cruzada.	No aplica
Fortaleza	Calidad del Aire	Correcta implementación de los controles de calidad establecidos por los métodos de referencia y el laboratorio en las técnicas analíticas evaluadas.	No aplica
Fortaleza	Calidad del Aire	Alta implementación del Sistema de Gestión de Calidad basado en la Norma NTC ISO/IEC 17025:2017, acorde al alcance y necesidades del laboratorio.	No aplica
Fortaleza	Calidad del Aire	Buen desempeño técnico del personal evaluado durante el atestiguamiento de las variables auditadas.	No aplica
Oportunidad de mejora	Calidad del Aire Gestión técnica	Incluir en las “HOJA DE VIDA ANALIZADOR F-GAA-RA-02 V03” de los sonómetros, las fechas de la calibración, los resultados de las calibraciones y los ajustes.	6.4.13. c
Oportunidad de mejora	Calidad del Aire Gestión técnica	Garantizar que el control de calidad QC en NO _x , se encuentre en el rango especificado por el método de referencia, toda vez que, el QC actual es de 100 ppb.	7.2.1.1
Oportunidad de mejora	Calidad del Aire Gestión técnica	a. Garantizar tener los registros completos que permitan el aseguramiento de los requisitos de micro localización de los sensores meteorológicos instaladas en las estaciones de Fiscalía y Proveeduría, para dar cumplimiento a lo establecido en el Manual de Diseño de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire del Protocolo de Calidad del Aire en el numeral 6.8.2. b. En la Hoja de Vida de la estación PBLQ al momento del atestiguamiento no se evidencio la fecha de traslado de la estación.	7.5.1
Oportunidad de mejora	Calidad del Aire	Se hace necesario documentar los modelos matemáticos utilizados para las estimaciones de las incertidumbres.	7.6.1
Continúa en la siguiente página			

Tabla 21.2 – continuación de la página anterior

Clasificación	Proceso	Descripción	Estado
Oportunidad de mejora	Calidad del Aire	Incluirlos dentro del Sistema de Gestión el Bot de telegram utilizado para realizar el registro de fallas de los servidores, y el whatsapp para registrar las acciones tomadas.	7.11.3. e
Oportunidad de mejora	Calidad del Aire	Garantizar en los informes de resultados que la red de ciudadanos científicos, no se encuentra incluida en la acreditación.	7.8.1.2
No conformidad	Calidad del Aire	El laboratorio no siempre documenta los requisitos de competencia para cada función que influye en los resultados de las actividades del laboratorio, incluidos los requisitos de educación, calificación, formación, conocimiento técnico, habilidades y experiencia. Evidencia: a. El perfil del Coordinador técnico se encuentra desactualizado. b. No se cuenta con una manera de calificar las habilidades del personal, toda vez que la persona que lo realiza, el coordinador técnico, no tiene la competencia para realizarlo.	6.2.2
No conformidad	Calidad del Aire	El laboratorio no siempre identifica las contribuciones que son significativas a la incertidumbre de medición., incluidas aquellas que surgen del muestreo, utilizando los métodos apropiados de análisis. Evidencia: En PM2.5 por la técnica de equipos manuales, no se tiene encuentra la fuente aportada por el calibrador (DeltaCal).	7.6.1
No conformidad	Calidad del Aire	Los datos resultantes del seguimiento de la validez de los resultados, no siempre se encuentran dentro de los criterios establecidos. Evidencia: a. Al hacer la verificación de temperatura del equipo BAM-1022 con serie W18263 de la estación altavista el 15/11/2024, este no cumplió el criterio de $\pm 2,1^{\circ}\text{C}$. b. El equipo de Ozono con serial W18265, el cual fue trasladado de la estación MED-BEME a la estación MED-ALTA, no cumplió con los criterios de la verificación multipunto. c. La prueba de verificación del QC del equipo con serial 1106 en la estación La Quintana, no cumplió con el criterio establecido.	7.7.1
Continúa en la siguiente página			

Tabla 21.2 – continuación de la página anterior

Clasificación	Proceso	Descripción	Estado
No conformidad	Calidad del Aire	Los datos de las actividades de seguimiento no siempre se analizan, ni se utilizan para controlar y cuando sea aplicable mejorar las actividades del laboratorio. Evidencia: En la comparación interlaboratorio realizada y registrada en el “INFORME CONFIRMACION Y/O VALIDACION DE METODOS F-GAA-RA-77 V01 FEBRERO 2024”, se evidenció que para PM10 y SO2, no se cumplieron los criterios establecidos por el laboratorio, y no se tomaron acciones.	7.7.3
No conformidad	Calidad del Aire	El laboratorio no siempre asegura que los factores de corrección se implementen según sea apropiado para cumplir los requisitos especificados. Evidencia: Dentro el formato F-GAA-RA-22 “VERIFICACIÓN DE ANALIZADOR DE GAS AUTOMÁTICO TAPI - NOX/NO/NO2.” en la estación Altavista, en el equipo con serial 1109 no se evidencia la aplicación de los factores de corrección resultado de la verificación de los MFC´s a los registros obtenidos de la actividad multipunto, solo se aplica factor de corrección cuando se hace la actividad de verificación del flujo.	6.4.11

Auditorías externas bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 con IDEAM. En el mes de diciembre, se hace seguimiento al pago de la cotización enviada por parte de IDEAM el 28 de noviembre, para la auditoría de seguimiento y ampliación del alcance de acreditación, para la Red de Calidad del Aire, auditoría programada para mediados de año 2025. Teniendo en cuenta que el plazo para el pago es el 15 de enero de 2025, a la fecha el trámite está bajo responsabilidad de Logística, quienes se encargan de gestionar la aprobación por parte del Área Metropolitana del Valle de Aburrá y la Universidad. A continuación, se relaciona la línea de tiempo de la gestión realizada: 1. Recepción y envío de cotización: 27 y 28 de noviembre; 2. Aprobación de viabilidad técnica: 9 de diciembre; 3. Envío de información para comité: 11 de diciembre; 4. Realización comité: 12 de diciembre; 5. Aprobación por parte del AMVA: 18 de diciembre.

WP4.4.3. Propender por la gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo

El avance del SG-SST es el resultado de un trabajo articulado entre equipo del SGC-SST y SST-EAFIT. Se ha fortalecido e incrementado el acompañamiento a los diferentes equipos de trabajo que conforman el proyecto. Se han realizado visitas de inspección, reconocimiento de puestos de trabajo, retroalimentación del auto-cuidado y la autogestión, revisión y ajustes a documentación, procesos y programas, dando como ejemplo el trabajo seguro en alturas en cuanto a la formación y capacitación para certificación correspondiente de los colaboradores, dando así cumplimiento a los requisitos legales vigentes en materia de SST, 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. Se resalta la implementación del plan de trabajo en un 85 % de cumplimiento a lo establecido para el periodo, así como la ejecución de acciones de mejora en cuanto a la identificación de peligros, dotación de botiquines de primeros auxilios, adquisición de señalización de emergencias, entre otros, que permiten dar continuidad a las acciones enfocadas al bienestar e integridad del trabajador. En el enlace [Informe SST](#) se evidencian las actividades realizadas durante el mes de diciembre. 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 diciembre, se da continuidad al seguimiento de los planes de mejoramiento, derivado de diferentes auditorías realizadas en el transcurso de la vigencia del contrato CCT 016 de 2024. Además de las nuevas acciones derivadas la auditoría internas de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) presentada en el mes de noviembre, la auditoría interna bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 en su versión de 2017 para la red de calidad del aire y el informe de visita en el marco de la implementación del Plan de Manejo de Residuos Sólidos Institucional - sede SIATA, visita realizada en el mes de diciembre de 2024.

WP4.4.5. Garantizar la disponibilidad y el mantenimiento de infraestructura, espacios y recursos necesarios para la ejecución del proyecto

Todas las actividades de infraestructura realizadas en el mes de diciembre se pueden consultar en el siguiente enlace: [Infraestructura - diciembre 2024](#).

WP4.4.6. Identificar necesidades desde la gestión estratégica, administrativa y financiera, marco normativo y cultura

Gestión estratégica y administrativa. En el mes de diciembre, 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 correspondiente. Durante el mes que se documenta, desde la administración del proyecto se estuvo acompañando a la Dirección de Innovación en la construcción, revisión, proyección y ajuste de la nueva propuesta SIATA 2025.

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 diciembre, 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 diciembre no se presentaron nuevas solicitudes en Comité de Formación y Eventos. Aunque se tienen planeadas algunas formaciones para diferentes equipos del proyecto, los esfuerzos en este mes estuvieron enfocados en finalización de compromisos contractuales.

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 a 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 diciembre, se unieron al proyecto siete (7) personas por vinculación laboral; cuatro (4) ingresaron a apoyar el convenio DAGRD y las otras tres(3) a cubrir vacantes de los equipos de T.I.

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.

En el transcurso del mes de diciembre, se presentaron cuatro (4) retiros de colaboradores de los equipos de Divulgación, Mantenimiento y Desarrollo. Para cada uno de estos retiros, 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 tenían 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 diciembre, siete (7) colaboradores del proyecto disfrutaron de licencias no remuneradas, acordadas y aprobadas previamente por 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 otrosí 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 diciembre 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
- Proveeduría
- 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 diciembre](#) 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

Durante el mes de diciembre, se revisó con la Dirección de Innovación y Desarrollo Tecnológico de la Universidad EAFIT el organigrama propuesto para el proyecto. Se recibieron sugerencias y ajustes a la estructura, los cuales se plasmaron tanto en la estructura organizacional como en el informe gerencial que maneja la administración del proyecto.

WP4.5.2. Identificar oportunidades de prestación de servicios a actores públicos y/o privados, y otras partes interesadas

En el mes de diciembre, la componente IT del proyecto SIATA recibió una solicitud para estructurar un presupuesto para los proyectos MRT y MTTS del Grupo de Riesgos Tecnológicos del AMVA.

WP4.5.3. Gestionar convenios de cooperación e intercambio de información técnica

En el mes de diciembre, se lograron los siguientes avances en lo relacionado con convenios marco de cooperación: (i) en el marco del convenio vigente con el IDEAM, se adelantó la programación de primera presentación del IDEAM al AMVA relacionada con metodologías de modelación para alertas; al finalizar el mes, se llevó a cabo el primer encuentro de la mesa de técnica de trabajo donde se socializó la estrategia de alertas hidrometeorológicas de OSPA-IDEAM. En dicho espacio, se discutió la solicitud de canales de intercambio de información para convenio con el IDEAM. Se recibe, además, una actualización de la supervisión de parte del IDEAM que queda a cargo de la Mayor Diana Carolina Rueda Dimate como nueva jefe de la Oficina del Servicio de Pronósticos y Alertas del IDEAM.

(ii) Con relación al documento de necesidades del Grupo EPM para suscripción de un convenio, se realizó la revisión de actividades con la componente TI y se atendió la solicitud de recursos a presupuestar para lograr las mismas. Se adelantó una reunión con el equipo de Telemetría del proyecto para evaluar actividades de desarrollo de instrumentación propuestos desde Grupo EPM en actividades a presupuestar para la elaboración del convenio. Finalmente, se dio un avance en elaboración de recursos requeridos desde componente ASC en desarrollo de actividades propuestas por Grupo EPM en el convenio que tienen intención de suscribir con AMVA.

(iii) El Establecimiento Público Ambiental, Barranquilla Verde EPA, solicitó un espacio de intercambio de experiencias que se llevó a cabo en las instalaciones de la Torre SIATA, donde se realizó una presentación

al director de EPA y su asesora técnica, en la cual se hizo énfasis en las lecciones aprendidas como SIATA para el proyecto de red de monitoreo meteorológico para el Distrito de Barranquilla.

(iv) La oficina de Cooperación Internacional del AMVA, a través de la supervisión del convenio, solicitó apoyo y acompañamiento con la presentación del proyecto SIATA ante el Ente Metropolitano de Córdoba, Argentina, durante la agenda que incluía la firma de memorando de entendimiento entre dicho ente y el AMVA.

(v) En relación al convenio en curso que se tiene entre el DAGRD y el AMVA, se realizaron actividades de apoyo a la gestión del convenio como la estructuración y entrega de la propuesta a POI Técnico para actividades del convenio. Se desarrolló un compilado de información de campo para presentación de avances para PPP de Comuna 8 como apoyo a convenio DAGRD - AMVA, para apoyar la presentación de DAGRD a líderes de la comuna mencionada. Se adelantó la compilación de los argumentos técnicos que se han presentado con el fin de que el AMVA proceda con la solicitud de prórroga del convenio DAGRD-AMVA. Adicionalmente, se recopilaron y enviaron los documentos de soporte que aportan al informe del mes de noviembre del convenio DAGRD-AMVA. Finalmente, se inicia la preparación del informe de actividades desarrolladas en el mes de diciembre en el marco del Convenio 277 DAGRD-AMVA; dicho informe se anexa a este informe mensual del mes de diciembre.

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 los siguientes espacios estratégicos relacionados con la propuesta de sostenibilidad del proyecto en el largo plazo:

El día 6 de diciembre, se atendió una reunión en la Subdirección Ambiental del AMVA relacionada con la información necesaria para llevar a cabo los proyectos de actualización tecnológica del radar meteorológico y el radiómetro.

El día 19 de diciembre, se participó en una reunión en la cual se definieron los temas estratégicos de discusión entre la Dirección General del AMVA y la Rectoría de la Universidad EAFIT. Los principales temas abordados incluyeron: nueva propuesta, presupuesto, interacciones con y al interior del AMVA, los perfiles del personal del proyecto, las estrategias para mantener informada la Dirección General, y el fortalecimiento de capacidad instalada al interior de la Entidad, como parte de los compromisos del paquete de trabajo WP3.

Referencias

- Ault, T. R. (2020). On the essentials of drought in a changing climate. *Science*, 368(6488):256–260.
- Bloomfield, J. P. and Marchant, B. P. (2013). Analysis of groundwater drought building on the standardised precipitation index approach. *Hydrology and Earth System sciences*, 17:4769–4787.
- Burtin, A., Hovius, N., and Turowski, M. J. (2016). Seismic monitoring of torrential and fluvial processes. *Earth Surface Dynamics*.
- Collenteur, R., Bakker, M., Caljé, R., Klop, s., and Schaars, F. (2019). Pastas: open source software for the analysis of groundwater time series. *Groundwater*, 57:877–885.
- Collenteur, R., Bakker, M., Caljé, R., and Schaars, F. (2024). Pastas: open-source software for the analysis of hydrogeological time series (v1.7.0).
- Fernandes, A., Utkin, A., and Chaves, P. (2024). Enhanced automatic wildfire detection system using big data and efficientnets. *Fire*, 7(8):286.
- Fernandes, A. M., Utkin, A. B., and Chaves, P. (2022). Automatic early detection of wildfire smoke with visible light cameras using deep learning and visual explanation. *IEEE Access*, 10:12814–12828.
- Guede-Fernández, F., Martins, L., de Almeida, R. V., Gamboa, H., and Vieira, P. (2021). A deep learning based object identification system for forest fire detection. *Fire*, 4(4):75.
- Guttman, N. B. (1999). Accepting the standardized precipitation index: a calculation algorithm. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 35(2):311–322.
- Huang, B., Thorne, P. W., Banzon, V. F., Boyer, T., Chepurin, G., Lawrimore, J. H., Menne, M. J., Smith, T. M. and Vose, R. S., and Zhang, H. (2017). Extended reconstructed sea surface temperature, version 5 (ersstv5): Upgrades, validations, and intercomparisons. *Journal of Climate*, 30:8179–8205.
- Lema, F., Mendoza, P., Vásquez, N., Mizukami, N., Zambrano-Bigiarini, N., and Vargas, X. (2024). Analysis of groundwater drought building on the standardised precipitation index approach. *Hydrology and Earth System sciences Discussions*, pages 1–34.
- Loon, A. V. and Laaha, G. (2015). Hydrological drought severity explained by climate and catchment characteristics. *Journal of Hydrology*, 526:3–14.
- Martínez-Gomariz, E., Valentin, M., and Russo, B. (2016). Experimental study of the stability of pedestrians exposed to urban pluvial flooding. *Natural Hazards*, 82:1–20.
- Martínez-Gomariz, E., Valentin, M., and Russo, B. (2019). Estabilidad de vehículos frente a inundaciones: estudio numérico-experimental. *Ribagua*, 6:1–15.
- Mengshen, G., Weifeng, Y. P., Tiejun, W., Nengzhan, Z., and Lijun, W. (2021). Assessing the use of standardized groundwater index for quantifying groundwater drought over the conterminous us. *Journal of Hydrology*, 598:1–12.
- Park, M., Bak, J., Park, S., et al. (2022). Advanced wildfire detection using generative adversarial network-based augmented datasets and weakly supervised object localization. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 114:103052.

- Ramos, A. M., Reyes, A. A., Munévar, M. A., Ruiz, G. L., Machuca, S. V., Rangel, M. S., Prada, L. F., Cabrera, M., Rodríguez, C. E., Escobar, N., Quintero, C. A., Escobar, J. A., Giraldo, J. D., Medina, M. S., Durán, L., Trujillo, D. E., Medina, D. F., Capachero, C. A., León, D., Ramírez, K. C., and Pérez, M. A. (2021). Guía metodológica para zonificación de amenaza por avenidas torrenciales. Technical report, Servicio Geológico Colombiano y Pontificia Universidad Javeriana.
- Schubert, S. D., Stewart, R. E., Wang, H., Barlow, M., Berbery, E. H., Cai, W., Zhou, T., et al. (2016). Global meteorological drought: a synthesis of current understanding with a focus on sst drivers of precipitation deficits. *Journal of Climate*, 29(11):3989–4019.
- World Meteorological Organization (WMO) and Global Water Partnership (GWP) (2016). *Handbook of Drought Indicators and Indices*. Integrated Drought Management Programme (IDMP), Geneva.
- Xu, R., Lin, H., Lu, K., Cao, L., and Liu, Y. (2021). A forest fire detection system based on ensemble learning. *Forests*, 12(2):217.
- Yan, Y., Zeng, C., Hu, S., Wang, X., and Tang, H. (2023). Real-time monitoring and analysis of debris flow events: Insight from seismic signal features and dynamic flow characteristics. *EGUSphere*.
- Yu, R., Li, J., and Chen, H. (2009). Diurnal variation of surface wind over central eastern china. *Climate dynamics*, 33:1089–1097.