



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES

INSTITUTO DE ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEA

**SISTEMA INTEGRADO DE MONITOREO AMBIENTAL DE CALDAS -
SIMAC**



**Boletín climatológico TRIMESTRAL
-primer trimestre de 2019-**



Abril de 2019



Boletín climatológico TRIMESTRAL -primer trimestre de 2019-

Documento producido por el Instituto de estudios Ambientales IDEA de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, con la participación de:

Jeannette Zambrano Nájera, I. C., Ph. D., Directora del IDEA, Directora del SIMAC y Profesora del departamento de Ingeniería Civil

Fernando Mejía Fernández, I. C., M. Sc., Profesor jubilado U. N., Asesor del IDEA

John Alexander Pachón Gómez, I. C., Esp., Operador de redes de monitoreo en el SIMAC

Lorena Giraldo Gómez, I. IND., Operador de redes de monitoreo en el SIMAC

SISTEMA INTEGRADO DE MONITOREO AMBIENTAL DE CALDAS

En representación del IDEA y de su grupo de trabajo:



Grupo de trabajo académico en
Ingeniería Hidráulica y Ambiental



1 PRESENTACIÓN

El Sistema Integrado de Monitoreo Ambiental de Caldas SIMAC que maneja el Instituto de Estudios Ambientales IDEA de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales y que es financiado y respaldado por entidades del orden regional y municipal como Corpocaldas, Gobernación de Caldas, Alcaldía de Manizales, CHEC – EPM, Aguas de Manizales y la Empresa Metropolitana de Aseo EMAS, incluye la operación y el mantenimiento de diversas redes de monitoreo (hidrometeorológico, sísmico, de calidad del aire y de aguas subterráneas), lo cual permite la obtención sistemática de información abundante y valiosa en tiempo real sobre variables físicas asociadas a esos fenómenos, información que evidentemente es de interés para autoridades y tomadores de decisión del departamento de Caldas y del municipio de Manizales en temas cruciales como la planificación territorial, la ordenación ambiental y la gestión integral del riesgo de desastres, pero también, entre otros, es de interés de la comunidad en general como actora fundamental de estos procesos.

Pensando en ello, se presenta aquí el **primer boletín climatológico trimestral del SIMAC para el año 2019 (meses de enero, febrero y marzo)**, con el análisis del comportamiento de las lluvias y las temperaturas en Manizales a partir de la información meteorológica recogida de las redes de estaciones de monitoreo de esas variables y que constituyen un número importante, con el fin de mejorar y ampliar la información sobre el tema y de paso contribuir a la formación básica de los ciudadanos sobre el mismo. Se espera una buena acogida a este boletín y comentarios sobre su estructura y contenido, de manera que podamos expedir los siguientes con mejoras sugeridas por los lectores.

SISTEMA INTEGRADO DE MONITOREO AMBIENTAL DE CALDAS

2 INTRODUCCIÓN

2.1 ¿Qué ilustra este boletín?

Un boletín climatológico como el aquí presentado busca ilustrar la manera como, en un tiempo determinado (en este caso, los últimos tres meses monitoreados), se han comportado algunos de los principales elementos o variables físicas que determinan **el clima** de un lugar, con base en el análisis histórico estadístico de los datos que sobre el estado del tiempo atmosférico suministran aquellas redes de estaciones que miden dichas variables.

Comúnmente, con el propósito de facilitar dicho análisis, se analizan las variaciones de la **temperatura** y de la **precipitación** (en nuestro caso, la lluvia) tal como se hace en este boletín, que finalmente se complementa con información a una escala mayor (meso escala) obtenida del IDEAM (entidad rectora del monitoreo ambiental en Colombia) y del CIIFEN (Centro internacional para la investigación del fenómeno del Niño) sobre las manifestaciones actuales o en el futuro



cercano de fenómenos extraordinarios de variabilidad climática que nos afectan de manera importante y por ello nos interesan, como sucede en particular con el Fenómeno del Niño en sus fases Niño o Niña.

2.2 ¿Qué se tiene en Manizales y Caldas en cuanto a estaciones de monitoreo hidrometeorológico?

En el departamento de Caldas el SIMAC incluye siete (7) redes de estaciones modernas automáticas -con ochenta y cuatro (84) estaciones transmisoras- que monitorean diversas variables y entre ellas la temperatura y la precipitación cada cinco (5) minutos y tele transmiten esos datos a estaciones centrales en tiempo real ^{1, 2, 3, 4, 5, 6}. De esas estaciones, cerca de la mitad se localiza en Manizales como capital del departamento que se ve afectada recurrentemente y en mayor proporción que otras zonas por deslizamientos de ladera y avenidas torrenciales en corrientes urbanas y en donde, por su extensión, topografía y densidad poblacional, los efectos son con alguna frecuencia catastróficos. De ahí el esfuerzo de la Alcaldía de Manizales, de Corpocaldas y otras entidades por contar con estas redes en su territorio urbano y rural. Por esta razón, las estaciones que pertenecen a la primera red de Manizales son las que contienen mayor y mejor cantidad de datos.



¹ Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, IDEA, Boletín ambiental 96 (2011). Análisis de la variabilidad espacial y temporal de la precipitación sobre la ciudad de Manizales.

² Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, IDEA, Boletín ambiental 144 (2018). Red de Estaciones Meteorológicas e Hidrometeorológicas Automáticas en el Parque Nacional Natural Los Nevados.

³ Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, IDEA, Boletín ambiental 145 (2018). Sistema Integrado de Monitoreo Ambiental de Caldas - SIMAC (primera Parte).

⁴ Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, IDEA, Boletín ambiental 146 (2018). Sistema Integrado de Monitoreo Ambiental de Caldas - SIMAC (segunda Parte).

⁵ Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, IDEA, Boletín ambiental 147 (2018) Red de estaciones meteorológicas, hidrometeorológicas, de alerta y alarma (SAT) de las quebradas Manizales, El Guamo y Olivares ubicadas en el municipio de Manizales.

⁶ Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, IDEA, Boletín Ambiental 137 (2017). Sistema de Información ambiental departamento de Caldas. Manizales.

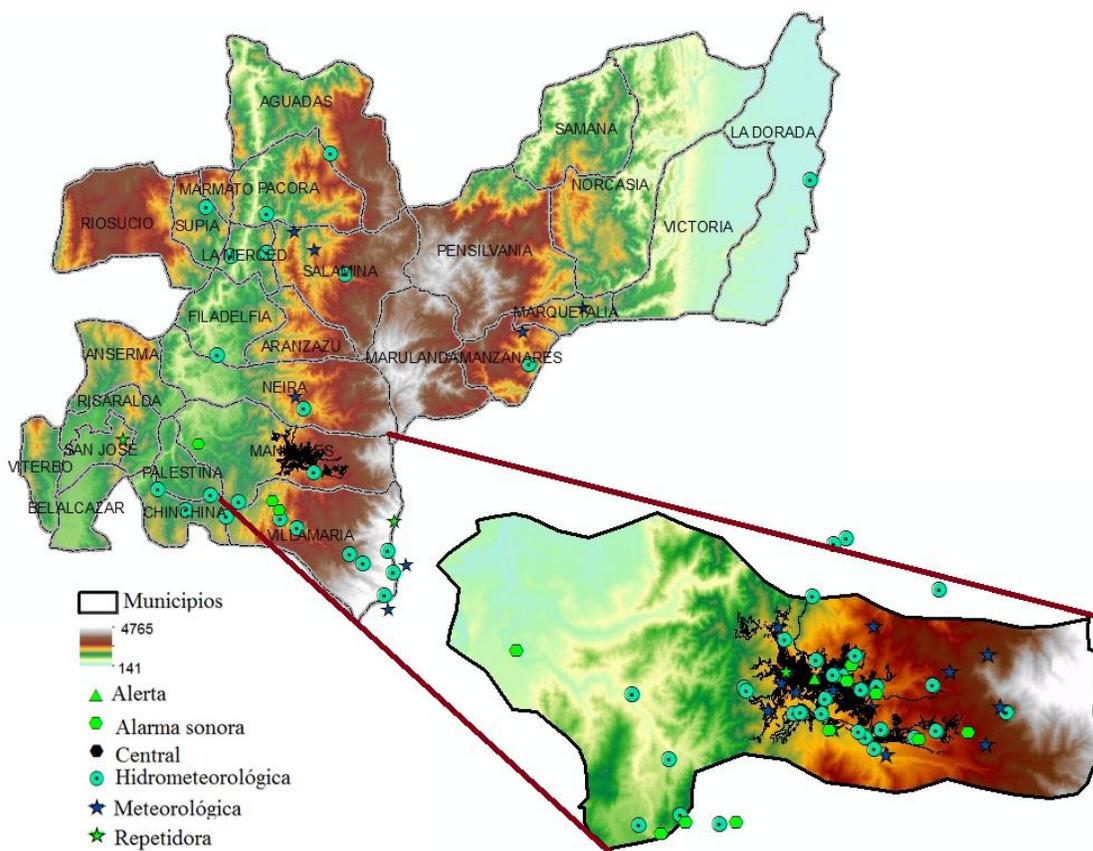


Figura 1. Localización estaciones hidrometeorológicas en el departamento de Caldas

SISTEMA INTEGRADO DE MONITOREO AMBIENTAL DE CALDAS

Adicionalmente, Caldas cuenta con cerca de ochenta estaciones más, con énfasis en las que posee el Centro Nacional de investigaciones de Café – Cenicafé- de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (con registros de precipitación especialmente) y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM- de Minambiente, repartidas en todo su territorio que, aunque faltan zonas del departamento por cubrir, proporcionan valiosa información.

2.3 ¿Qué se hace con esta información?

Se divulga en tiempo real en la página web del IDEA (<http://cdiac.manizales.unal.edu.co/sistema-alerta-temprana/MapaManizales/>) y se le hace un análisis preliminar que permite generar reportes diarios con registros de precipitación, temperatura y niveles del agua en las corrientes monitoreadas, de todas las estaciones que se tienen, además de indicadores que se obtienen del análisis aritmético y estadístico de esos datos diarios, entre ellos el A25, del cual se hablará más adelante. Estos reportes son enviados diariamente a autoridades y otras personas que tienen interés en ellos y le dan uso para diversos fines (con énfasis en la gestión del riesgo) pero el grueso



Boletín climatológico trimestral



de la información (una cantidad importante de datos día a día, mes a mes, año a año) es almacenada en una Bodega de Datos de manera ordenada y que se encuentra disponible para usuarios y en especial para investigadores en estas áreas en el link:

(<http://cdiac.manizales.unal.edu.co/IDEA/index.php>). Del análisis estadístico de esa información surgen productos como los que se incluyen en este boletín y se incluirán en los siguientes.

INICIO **FUENTES DE DATOS** **ESTRUCTURA DE DATOS** **RESULTADOS** **ENLACES DE INTERÉS** **PUBLICACIONES** **PERSONAS** **CONTACTO**

Generador de indicadores climatológicos
Acceso público
 Indicadores Meteorológicos e Hidrometeorológicos
 Indicadores de Calidad del Aire

Sistema de consultas
Acceso con autorización
 Este sistema de acceso para personal autorizado es utilizado para obtener los datos brutos medidos por las estaciones ambientales.

Sistema de filtrado y cargue de datos
Acceso con autorización
 Este es un sistema que administra los parámetros de filtración y cargue de los datos originales a la bodega de datos que centraliza la información.

Citación: CDIAC - Centro de Datos e Indicadores Ambientales de Caldas, Universidad Nacional de Colombia and Corpocaldas, 2015. [Online]. Available: <http://cdiac.manizales.unal.edu.co/>. [Accessed: 17-4-2018].

Figura 2. Visualización páginas web Estado del Tiempo y CDIAC



2.4 ¿Cómo entender lo que muestran esos reportes diarios y este boletín trimestral?

La **precipitación**, como aquí se interpreta –teniendo en cuenta que también se denomina precipitación a la nieve, el granizo y otros-, es la cantidad (magnitud) de **lluvia** (agua líquida en forma de gotas) que cae en un sitio, medida en milímetros (mm), utilizando un instrumento de medida llamado **pluviómetro**. Un (1) mm de lluvia corresponde a la acumulación en un (1) metro cuadrado (m²) de terreno de un (1) litro (l) de agua. Aunque existen varios tipos de pluviómetros y entre ellos el más común es el pluviómetro totalizador diario (que mide la lluvia caída durante un día), en las redes de monitoreo que maneja el SIMAC se utiliza un pluviómetro electrónico que incluye unas cazoletas en un balancín con capacidad de 0,2 mm de lluvia y que permite contar electrónicamente el número de veces que la cazoleta se voltea para vaciar los 0,2 mm. Simultáneamente, está midiendo el tiempo que pasa entre uno y otro “cazoletazo”. Así, se sabe cuánta lluvia ha caído en mm en cinco (5) minutos, y eso se registra en una hoja de datos, todo automáticamente y en tiempo real. Es decir, lo que llueve en los últimos cinco minutos se sabe inmediatamente después.

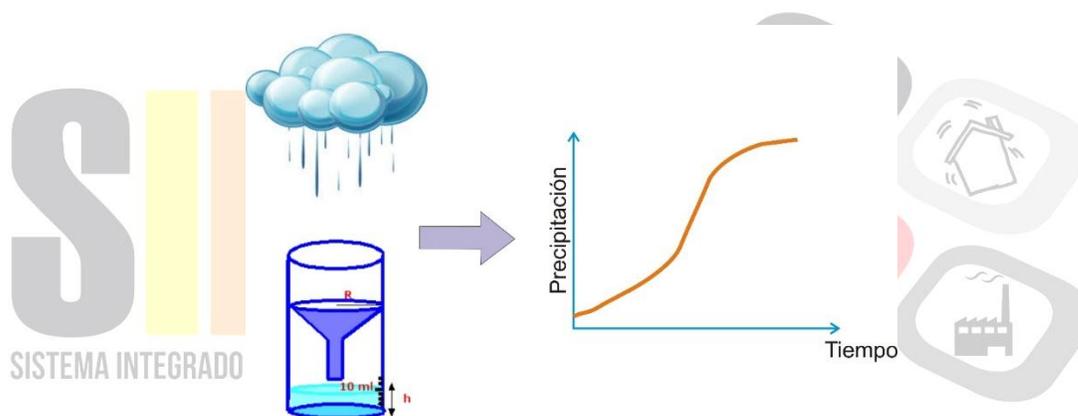


Figura 3. Medición de la precipitación

Sin embargo, la **magnitud** de la precipitación en mm no es la única variable que caracteriza la lluvia en un sitio, porque el proceso de medición descrito atrás permite conocer simultáneamente la **intensidad** de la lluvia, al dividir la magnitud de la lluvia en mm por el intervalo de medición (5 minutos) expresado en horas. Es decir, si se miden 15 mm en treinta minutos, en ese tiempo la lluvia tuvo una magnitud de 15 mm y una intensidad de $15 * 60/30 = 30 \text{ mm/hora}$, porque es claro que, si en 30 minutos caen 15 mm, si siguiera lloviendo así durante toda la hora caerían 30 mm. Este parámetro intensidad es frecuentemente más importante que la misma magnitud.

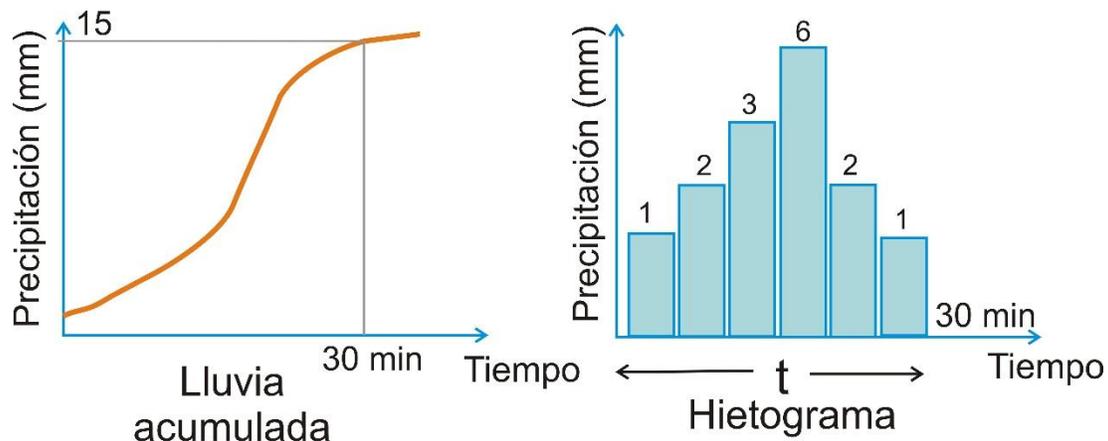


Figura 4. Representación de la precipitación

El pluviómetro electrónico permite también medir el tiempo que transcurre desde que comienza una lluvia (por ejemplo, un aguacero) hasta que termina, lo que detalla un tercer parámetro asociado a la medición de la precipitación como es la **duración** de la lluvia, expresada generalmente en horas o fracción de horas. También puede, sin embargo, expresarse en minutos cuando esta es muy corta.

Lo anterior facilita la representación gráfica de la manera como varía en el tiempo una lluvia, que con frecuencia empieza a manifestarse con unas gotas, luego se intensifica, luego disminuye, luego pareciera que termina, pero vuelve a arreciar, y así, hasta que se acaba. A esto se le denomina la representación gráfica en diagrama de barras de la variación en el tiempo (o temporal) de una lluvia aislada, conocida como el **hietograma** (o yetograma), que termina constituyéndose en otra característica muy importante de una lluvia.

Si se suma aritméticamente la magnitud de las lluvias caídas durante un día completo (medido desde las 0 horas hasta las 24 horas) se tiene la lluvia acumulada diaria, o **lluvia diaria, en mm**. Esta suma la hace también automáticamente el sistema de medición empleado en el SIMAC.

A la magnitud de la lluvia se le llama **P**, mm; a la intensidad de la lluvia se le llama **i**, mm/h, y a la duración de la lluvia se le llama **t**, h, o min.

En el reporte diario que se hace desde el SIMAC para cada red de monitoreo y para cada estación que la conforma aparece entonces la magnitud de la lluvia diaria caída cada día en cada una de las estaciones.

Sin embargo, aparece también un indicador de la lluvia acumulada en los últimos 25 días denominado el **A25** (producto de investigaciones realizadas en Manizales tiempo atrás a partir de las características de los suelos de Manizales y de las lluvias que se presentan allí) y que es un insumo técnico para el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres de Manizales, para la declaración de alertas tempranas para el municipio con base en umbrales de alerta definidos a partir de las mencionadas investigaciones. Así, cuando este indicador marca 200 mm se tiene la



posibilidad de decretar alerta amarilla, si marca 300, alerta naranja, y si marca 400, alerta roja. Eso lo determina exclusivamente dicho Consejo.

El monitoreo de la lluvia, como se deduce de lo explicado atrás, es fundamental para la gestión del riesgo de los desastres causados por eventos extremos de precipitación, deslizamientos de laderas, movimientos en masa, flujos torrenciales, crecidas, inundaciones y, en fin, varias de las consecuencias de los fenómenos naturales que hacen parte del ciclo del agua en el planeta. Pero, además, este monitoreo continuo permite contar con datos históricos que son indispensables, por ejemplo, para el diseño de obras hidráulicas de todo tipo, como los acueductos, los alcantarillados urbanos, los sistemas de drenaje de una vía, los puentes, las plantas hidroeléctricas y otras tantas, vitales para garantizar el bienestar de las comunidades y el desarrollo sostenible de las regiones y del país. También, son necesarios esos datos para la agricultura, el mejor conocimiento de fenómenos asociados a la variabilidad climática (como el Fenómeno del Niño) y el cambio climático (para adaptarnos mejor a él) y para el mejor conocimiento del entorno geográfico ambiental de una región, entre otras utilidades.

Ahora, en relación con la **temperatura ambiente**, el asunto es más sencillo pues ésta se mide en cada estación con un **termómetro** electrónico que reúne ciertas condiciones para su empleo (por ejemplo, que mide sin interferencia de los rayos solares, ni del viento), que usa como unidad de medida el **GRADO CELSIUS** o grado centígrado y que se expresa en °C (nota: debería utilizarse el KELVIN, la unidad de medida de la temperatura del Sistema Internacional de medidas, pero acostumbrarnos a ella tardará todavía un tiempo por el uso largo y continuado que se ha hecho del Grado Celsius).

Así, en el reporte diario que se hace desde el SIMAC para cada red y para cada estación se registra la temperatura alcanzada allí cada día, pero como ésta es muy variable durante un día cualquiera, se ilustra ella con los valores **máximo** (la temperatura más alta registrada ese día), **mínimo** (la temperatura más baja registrada ese día) y **medio** (el promedio aritmético de las temperaturas registradas ese día).

Aquí también es claro que monitorear la temperatura ambiente de una zona o región garantiza, por ejemplo, conocer los efectos del cambio climático en el uso del suelo, en las prácticas agrícolas, en el confort ciudadano, en las técnicas arquitectónicas modernas, entre tantas otras cosas.

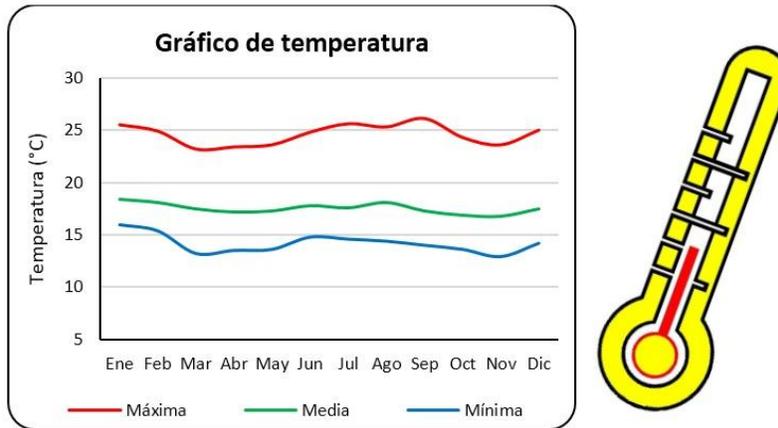


Figura 5. Representación de la temperatura y termómetro para medir la variable

Y en cuanto al **nivel del agua** en los ríos y quebradas, que se denota como **Z**, este se define como la distancia vertical, expresada en metros, entre la superficie del agua (en un momento dado y sobre una sección recta del río o quebrada donde se está haciendo la medida) y un nivel de referencia fijado artificialmente por debajo del lecho del río que se llama el **Datum**. Esta medida se hace indirectamente utilizando un instrumento de medida denominado **sensor de nivel**, el cual mide electrónicamente (usando tecnología láser o ultrasonido) la distancia vertical entre el sensor y la superficie del agua, que se denota como **L**. Como la ubicación del sensor y del Datum son fijas, la distancia entre ellos también se conoce y se denomina **Tara**, de tal forma que el nivel corresponde a la diferencia aritmética entre la Tara y L ($Z = \text{Tara} - L$), como se muestra en la figura siguiente (Figura 6):

SISTEMA INTEGRADO

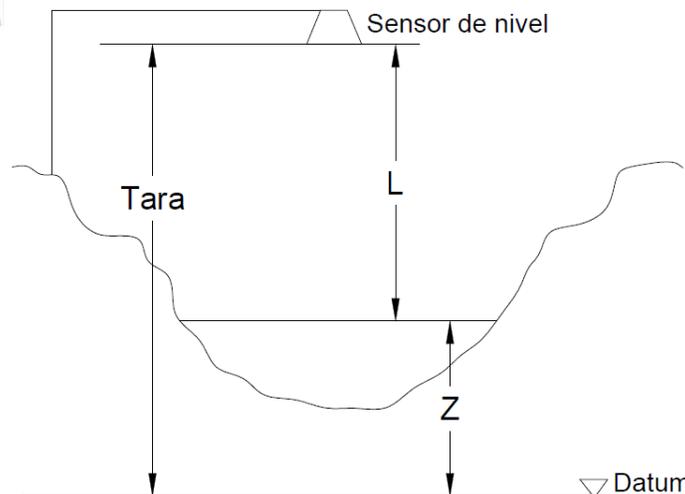


Figura 6. Esquema de medida del nivel Z en una corriente usando un sensor de nivel

En los reportes diarios de niveles que se hacen desde el SIMAC para las estaciones hidrometeorológicas, se toma en cada estación un dato de nivel cada cinco minutos y con ellos se



construye la curva de variación del nivel a través del tiempo durante ese día, denominada **limnigrama cinco-minutal**. A su vez, con los valores diarios máximos se elabora el **limnigrama de niveles máximos diarios**, lo mismo que con los valores medios diarios con los cuales se construye el **limnigrama de niveles medios diarios**. (Ver Figura 7).

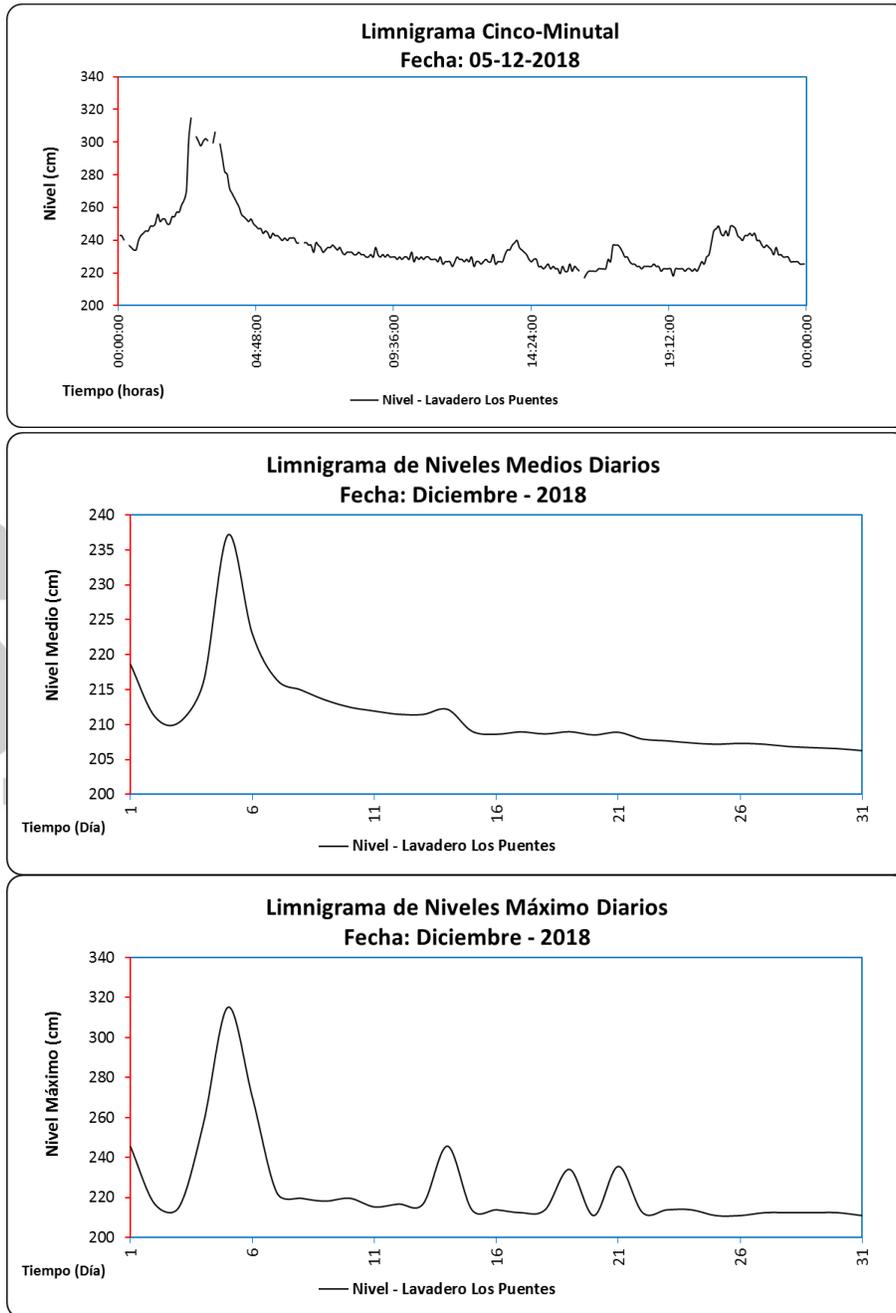


Figura 7. Limnigramas cinco-minutal y diario para la estación Q. El Guamo – Lavadero los Puentes



Es evidente que, cuando los niveles máximos alcanzan el borde superior del cauce de la corriente (durante una crecida), se tiene una situación de riesgo de desborde y de afectación de vidas, viviendas, edificaciones y otra infraestructura aledaña a la orilla de la corriente (puentes, vías, líneas vitales), lo que obliga a la manifestación de alertas tempranas a las comunidades para salvar sus vidas, alertas que se pueden dar por distintos medios (Bomberos, Policía, miembros de la misma comunidad afectable, con ayuda de radios, celulares, sirenas, etc.), incluyendo un sistema de alarma sonora que se encuentra instalado en tres cuencas urbanas de Manizales (cuencas de las quebradas Manizales, Olivares y El Guamo) y que está en la etapa de definición e implementación de umbrales de alerta, lo cual ha requerido una investigación previa muy juiciosa que establezca con buen nivel de certeza la relación entre las lluvias fuertes y los niveles que estas generan en esas quebradas. La adopción final de tales umbrales es tarea que asumirá en su momento -se espera que muy pronto- el Consejo municipal para la Gestión del Riesgo de los Desastres de Manizales.

El proceso de medición continua de los niveles en las quebradas y ríos que se están monitoreando en Manizales y en el departamento de Caldas, viene acompañado de otro proceso de **aforos** (medición de caudales) periódicos en esas corrientes, que tiene como propósito establecer las **curvas de calibración** de las estaciones hidrometeorológicas por la vía de correlacionar estadísticamente los niveles con los caudales (Caudal, Q –Vs- Nivel, Z), con las cuales se puede tener también cada cinco minutos la variación del caudal a través del tiempo durante cada día, denominado **hidrograma diario**. Con tales curvas ya se pueden acompañar los reportes diarios de niveles en cada estación con la información de los caudales y sus respectivos hidrogramas.

En efecto, se cuenta ya con 36 curvas de calibración que están permitiendo contar con registros cinco-minutales de caudales.

Así, se entiende entonces la importancia del monitoreo de niveles y caudales en las quebradas para la gestión del riesgo de los desastres, pero también para conocer -entre otras cosas- la disponibilidad de agua para consumo humano y otras finalidades, por ejemplo, de concesiones para su uso por parte de las autoridades ambientales, como Corpocaldas.

3 CONDICIONES METEOROLÓGICAS

En el análisis de variables meteorológicas se tomaron como fuente los datos de las catorce (14) estaciones que conforman la red meteorológica e hidrometeorológica automática de Manizales, para la gestión del riesgo ante desastres por deslizamientos. Esta red, aunque aún es muy reciente, ya cuenta con datos abundantes tomados en periodos de 5 minutos, lo que permite observar y realizar seguimiento continuo al comportamiento de eventos y fenómenos hidrometeorológicos, vitales para la toma de decisiones orientadas a gestionar el riesgo en la ciudad. A continuación (Figura 8; Tabla 1), se presentan detalles de las estaciones utilizadas para la



elaboración de este boletín, las cuales se encuentran ordenadas en sentido Occidente – Oriente, tal como se presentan en las respectivas figuras más adelante.

W	W	NW	W	W	N	C	C	S	CE	N	NE	E	SE
Chec - Uribe	Alcázares	La Palma	Observatorio Vulcanológico	El Carmen	Emas	Hospital de Caldas	Q. Palogrande - Ruta 30	Aranjuez	Posgrados	Bosques del Norte	Yarumos	Milán - Planta Niza	La Nubia

Convenciones: W: West (Occidente); N: Norte; C: Centro; S: Sur; E: Este

Figura 8. Estaciones ordenadas en sentido Occidente (W) – Oriente (E) en Manizales

Tabla 1. Estaciones utilizadas en el análisis de variables para Manizales

Estación	Tipo	Latitud (N)	Longitud (W)	Altitud (m.s.n.m.)	Lugar de emplazamiento	Propietario	Inicio de funcionamiento
Chec - Uribe	M	5° 2' 56.76"	75° 31' 54.12"	1940	Sede Administrativa Estación Uribe - Central Hidroeléctrica de Caldas CHEC S.A. E.S.P.	CHEC S.A E.S.P.	2011-04-15
Alcázares	M	5° 3' 59.96"	75° 31' 40.08"	2057	Instituto de Valorización de Manizales - INVAMA	UGR-Manizales	2010-04-06
La Palma	M	5° 5' 45.5"	75° 31' 45.9"	1967	Hospital Geriátrico San Isidro	UGR-Manizales	2006-11-01
Observatorio Vulcanológico	M	5° 4' 17.2"	75° 31' 27.5"	2226	Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Manizales	UGR-Manizales	2003-07-01
El Carmen	M	5° 3' 41.4"	75° 31' 11.2"	2112	Centro Integral de Servicios Comunitarios-CISCO El Carmen	UGR-Manizales	2005-02-15
Emas	M	5° 4' 50.16"	75° 30' 28.08"	2060	Relleno Sanitario La Esmeralda - Empresa Metropolitana de Aseo EMAS S.A E.S.P.	EMAS S.A E.S.P.	1997-08-01
Hospital de Caldas	M	5° 3' 46.08"	75° 30' 1.8"	2183	S.E.S. Hospital de Caldas	UGR-Manizales	2007-12-14
Quebrada Palogrande - Ruta 30	H	5° 3' 20.52"	75° 30' 2.88"	2002	Lava Autos Ruta 30	UN-Manizales	2008-12-10
Aranjuez	M	5° 2' 34.2"	75° 30' 1.6"	1915	Institución Educativa Aranjuez	UGR-Manizales	2006-01-26
Posgrados	M	5° 3' 22.32"	75° 29' 32.28"	2179	Campus Palogrande Universidad Nacional, Bloque I	UN-Manizales	2002-01-01
Bosques del Norte	M	5° 4' 59.16"	75° 29' 19.32"	2126	Institución Educativa Bosques del Norte	UGR-Manizales	2006-09-22
Yarumos	M	5° 3' 47.16"	75° 28' 52.32"	2195	Centro de Bioinformática y Biología Computacional - BIOS	UGR-Manizales	2004-01-01
Milán - Planta Niza	M	5° 3' 6.12"	75° 28' 35.76"	2256	Planta de Tratamiento Niza - Aguas de Manizales S.A. E.S.P.	UGR-Manizales	2009-12-23
La Nubia	M	5° 1' 46.92"	75° 28' 18.12"	2092	Campus La Nubia Universidad Nacional, Bloque Q	UGR-Manizales	2003-07-01



Convenciones: M: Meteorológica; H: Hidrometeorológica

3.1 Precipitación

En el mes de **enero de 2019**, la precipitación en la ciudad de Manizales presentó un **déficit marcado en el 79% de las estaciones (11 en total)**, puesto que sus respectivos acumulados estuvieron por debajo de la media histórica. **Febrero por su parte registró el 64% de estaciones con déficit de precipitaciones** respecto a la media para dicho mes; estos dos meses por lo general presentan menos lluvia que otros periodos del año, debido a que son temporadas de transición a la primera época de lluvias altas del año. Por el contrario, **el mes de marzo tuvo mayor acumulado de lluvia y en el 79% de los puntos de monitoreo se superó la media histórica**; esta situación es algo normal, dado que a mediados de marzo normalmente empieza la primera temporada de lluvias del año, coincidiendo con el posicionamiento de la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT), franja de nubes que se mueve latitudinalmente y que trae consigo gran cantidad de humedad, propiciando el aumento de las precipitaciones en el centro-occidente del país, donde se encuentra emplazada la ciudad de Manizales. El sector occidental de Manizales fue el que menos lluvia registró, incluso, fue la parte de la ciudad que se mantuvo con déficit de lluvias durante todo el trimestre (estaciones Alcázares, Observatorio Vulcanológico y El Carmen), caso particular dado que dicho sector ha sido históricamente el más lluvioso de la ciudad, junto con la zona norte de la ciudad.

En la Figura 9 se puede apreciar la distribución espacio-temporal de las lluvias en la ciudad de Manizales para el primer trimestre de 2019 y el comparativo con la media histórica en cada punto de monitoreo (nota: barra primer trimestre 2019, color azul; barra media histórica para el trimestre, color naranja).

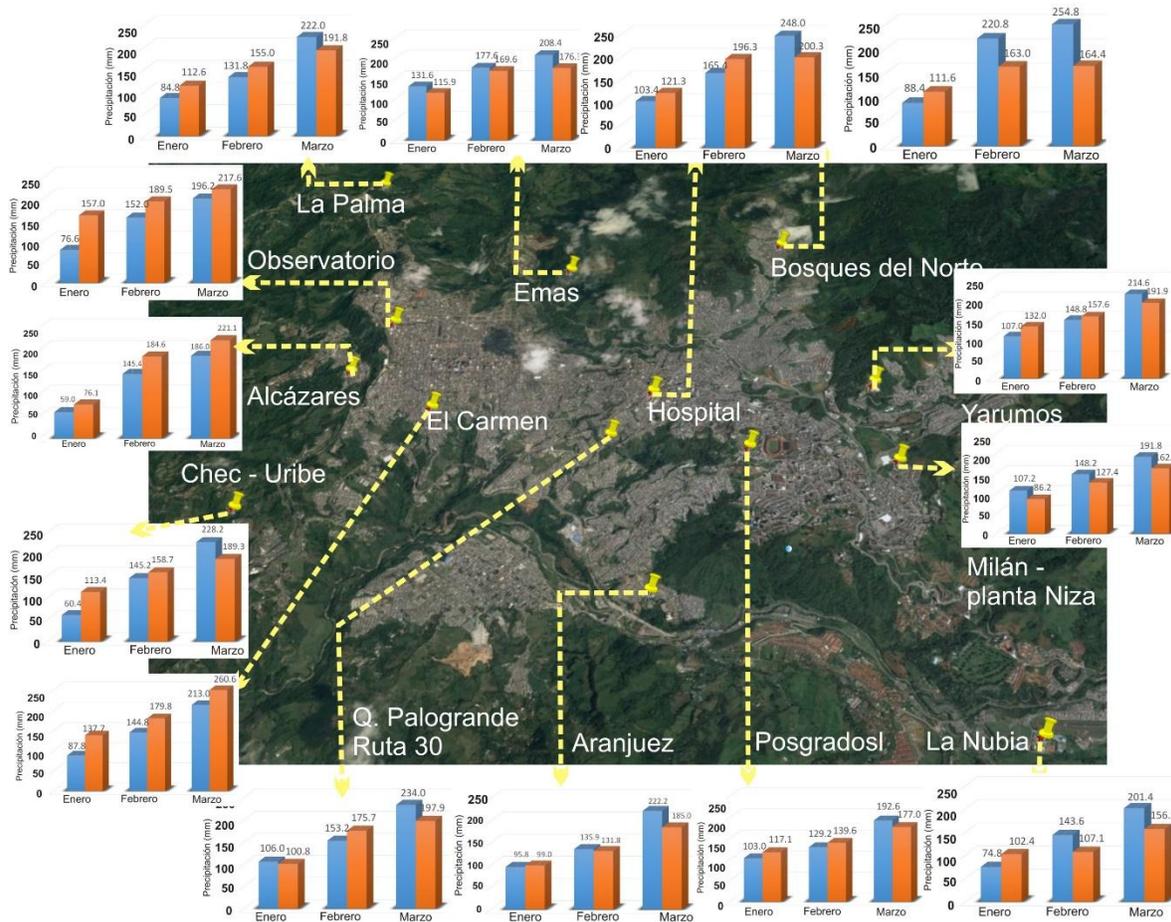


Figura 9. Distribución espacio-temporal de las lluvias en el primer trimestre de 2019 en Manizales

SISTEMA INTEGRADO DE MONITOREO AMBIENTAL DE CALDAS

3.1.1 Seguimiento mensual de las anomalías pluviométricas

En cuanto a las **anomalías pluviométricas**, que relacionan la cantidad de lluvia registrada en cada mes con la lluvia promedio histórica para dicho mes (ver ecuación 1), se evidenciaron anomalías negativas hasta del -51% en la estación Observatorio Vulcanológico para el mes de enero y positivas hasta del 55% en Bosques del Norte en marzo. En el mes de enero el 79% de las estaciones de monitoreo registraron valores por debajo del promedio histórico, mientras que en marzo sucedió todo lo contrario, el 79% de las estaciones registraron valores por encima del promedio, solo tres estaciones del occidente de la ciudad con anomalías negativas entre el -10% y -18%. (Ver Figura 10).

$$Anomalía\ pluviométrica = \frac{Lluvia\ mes\ actual - lluvia\ promedio\ histórica\ para\ el\ mes}{lluvia\ promedio\ histórica\ para\ el\ mes} * 100\% \quad (1)$$

En promedio general se obtuvieron anomalías negativas en los meses de enero (-16%) y febrero (-5%) y positiva en el mes de marzo (9%)

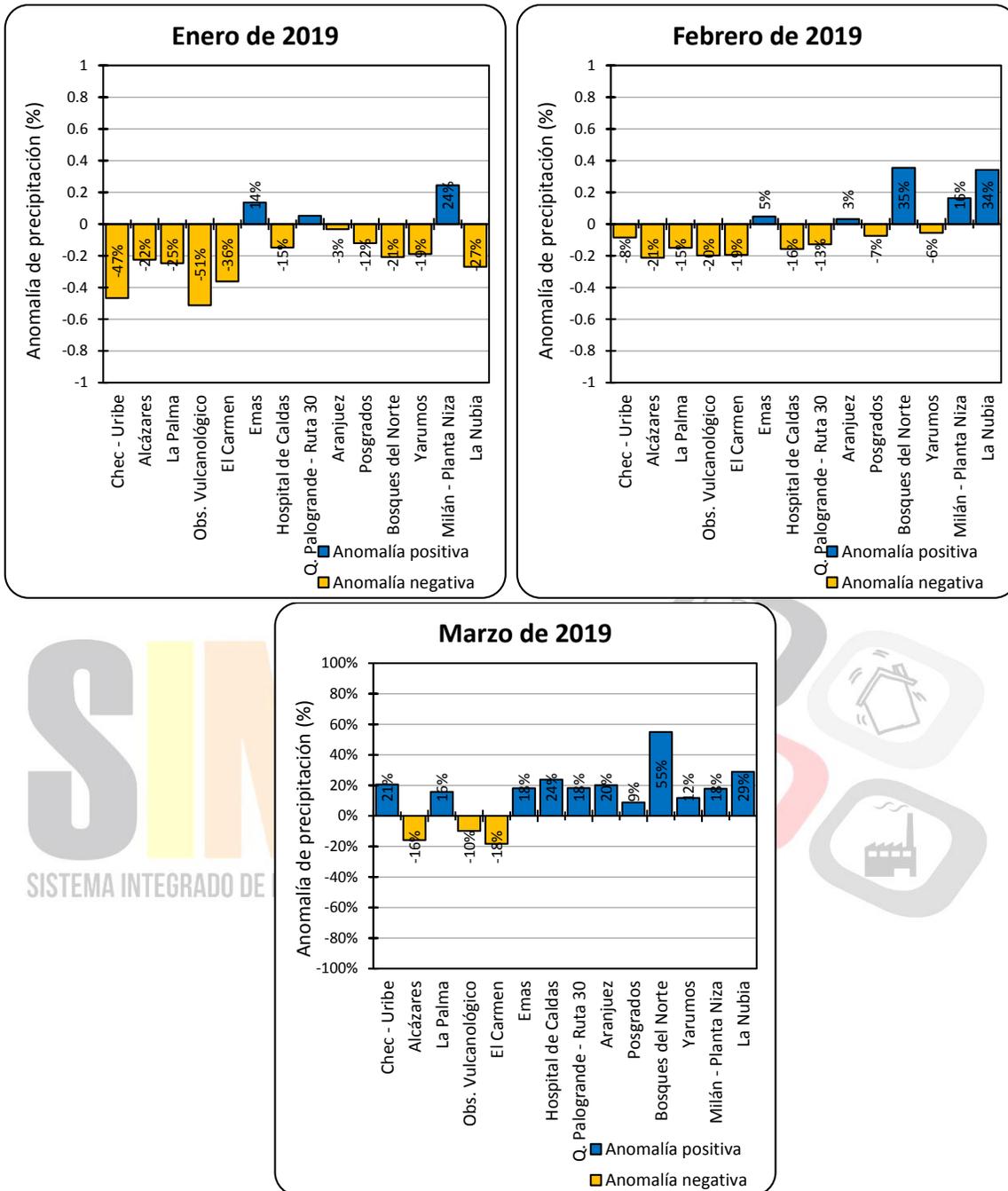


Figura 10. Anomalías pluviométricas por estación para el primer trimestre de 2019 en Manizales

3.1.2 Seguimiento mensual de la anomalía del número de días con lluvia

La anomalía del número de días con lluvia, que relaciona el número de días con lluvia de un mes con el número de días con lluvia promedio histórico en ese mismo mes (ver ecuación 2), evidencia que, en el mes de enero, las anomalías negativas predominaron en el 100% (14 estaciones) con valores máximos hacia el centro, centro-oriente y norte de la ciudad; febrero por su parte, presentó anomalías positivas en un 86% (12 estaciones), con los valores más altos hacia el centro,



sur, oriente y norte de la ciudad, la estación Q. Palogrande – Ruta 30 se mantuvo igual al promedio histórico y La Palma, en el nor-occidente de la ciudad fue la única con anomalía negativa en el mes. En marzo el 79% (11 estaciones) presentaron anomalías positivas. El valor mínimo de anomalía se presentó en enero en Q. Palogrande – Ruta 30 (centro), con un registro de -8, mientras que el valor máximo fue de 6 registrado en Bosques del Norte en el mes de febrero. Ver Figura 11.

Anomalía del #días con lluvia =

$$\#días\ con\ lluvia\ mes\ actual - \#días\ con\ lluvia\ media\ histórica\ para\ dicho\ mes \quad (2)$$

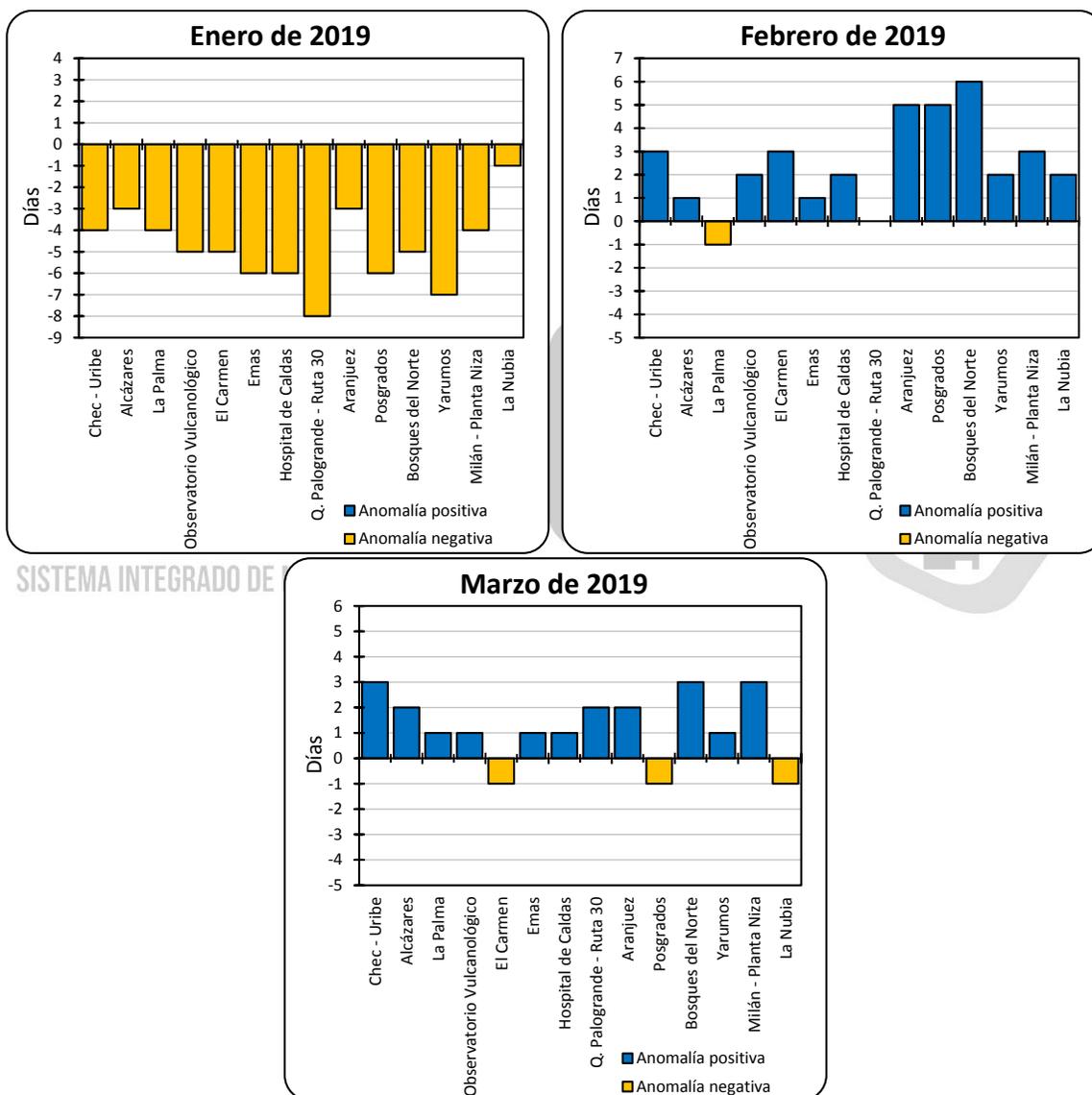


Figura 11. Anomalías del número de días con lluvia por estación para el primer trimestre de 2019 en Manizales



A continuación, se relaciona el número de días con lluvia y sin lluvia por cada mes del primer trimestre de 2019 y para cada estación analizada. En promedio, el mayor número de días con lluvia se registró en el mes de marzo, con 23 días que corresponde al 74% del mes, aunque para el 100% (14 estaciones) el mes más lluvioso del trimestre fue marzo (en términos de magnitud); esto indica que se presentaron menos eventos de mayor magnitud distribuidos durante el mes de marzo. El valor máximo de 26 días con lluvias se alcanzó en dos estaciones, Bosques del Norte y Q. Palogrande – Ruta 30, ambos en el mes de marzo. En contraste, el mayor número de días sin lluvia fue de 24, en Hospital de Caldas en el mes de enero (Tabla 2).

Tabla 2. Número de días con lluvia y sin lluvia para el primer trimestre de 2019 en Manizales

Estaciones	Enero		Febrero		Marzo	
	Días con lluvia	Días sin lluvia	Días con lluvia	Días sin lluvia	Días con lluvia	Días sin lluvia
Chec - Uribe	9	22	19	9	22	9
	29%	71%	68%	32%	71%	29%
Alcázares	9	22	17	11	21	10
	29%	71%	61%	39%	68%	32%
La Palma	9	22	13	15	21	10
	29%	71%	46%	54%	68%	32%
Observatorio Vulcanológico	9	22	19	9	22	9
	29%	71%	68%	32%	71%	29%
El Carmen	9	22	19	9	20	11
	29%	71%	68%	32%	65%	35%
Emas	9	22	18	10	23	8
	29%	71%	64%	36%	74%	26%
Hospital de Caldas	7	24	18	10	21	10
	23%	77%	64%	36%	68%	32%
Q. Palogrande - Ruta 30	8	23	20	8	26	5
	26%	74%	71%	29%	84%	16%
Aranjuez	9	22	20	8	23	8
	29%	71%	71%	29%	74%	26%
Posgrados	8	23	21	7	21	10
	26%	74%	75%	25%	68%	32%
Bosques del Norte	10	21	23	5	26	5
	32%	68%	82%	18%	84%	16%
Yarumos	8	23	20	8	24	7
	26%	74%	71%	29%	77%	23%
Milán - Planta Niza	9	22	19	9	24	7
	29%	71%	68%	32%	77%	23%
La Nubia	12	19	17	11	22	9



	39%	61%	61%	39%	71%	29%
Promedio	9	22	19	9	23	8
Manizales	29%	71%	68%	32%	74%	26%

3.1.3 Seguimiento mensual al máximo número consecutivo de días con lluvia y sin lluvia

En la Tabla 3 se presenta el máximo número de días consecutivos con lluvia y sin lluvia en Manizales. Los valores que aparecen resaltados en azul corresponden a conteos que iniciaron el mes inmediatamente anterior, mientras que los valores resaltados en amarillo corresponden a conteos que iniciaron en el transcurso del mes y terminaron en el mes siguiente. Los demás valores corresponden a conteos que iniciaron y terminaron en el mismo mes. Se aprecia entonces que los máximos registros de días consecutivos con lluvia se obtuvieron en el mes de marzo, con un registro pico de 18 días en la estación Q. Palogrande – Ruta 30, en el centro de la ciudad, seguido de 14 días en estaciones del sector Norte (Bosques del Norte) y Centro-oriente (Yarumos). En contraste, enero registró los máximos valores de días consecutivos sin lluvia, en las estaciones ubicadas hacia el Occidente (Alcázares y Obs. Vulcanológico) y Nor-occidente (La Palma y Emas) de la ciudad, alcanzando los 23 días sin registrar lluvia.

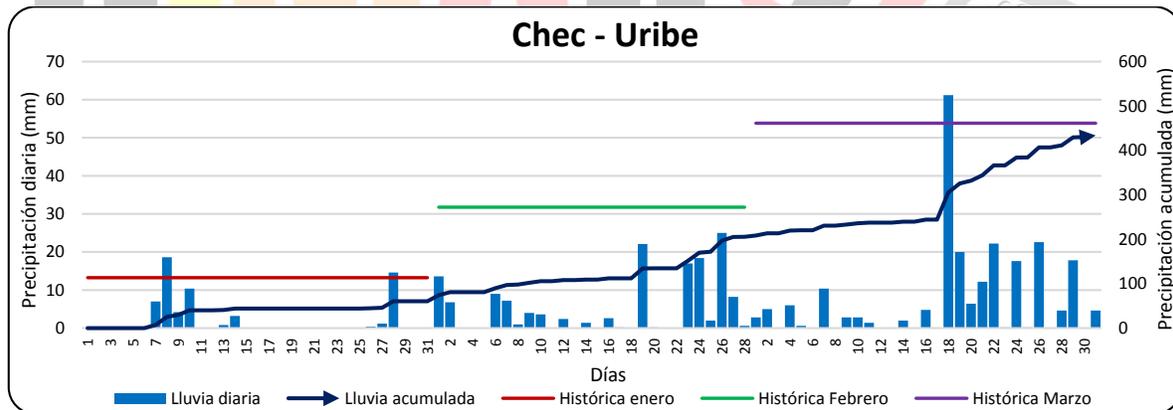
Tabla 3. Número de días consecutivos con lluvia y sin lluvia para el primer trimestre de 2019 en Manizales

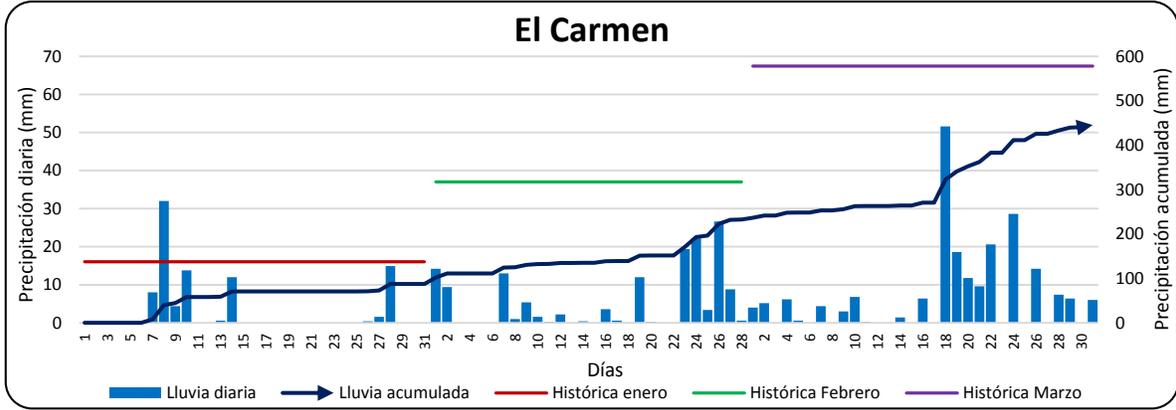
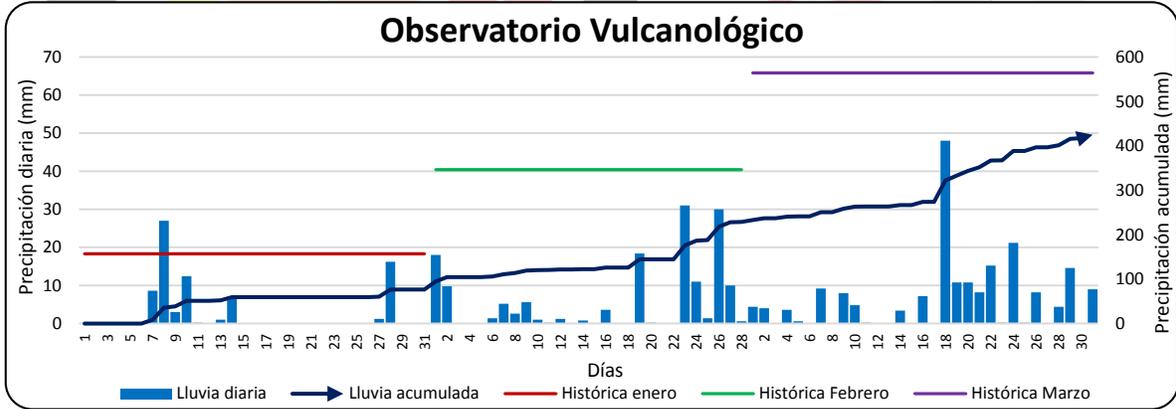
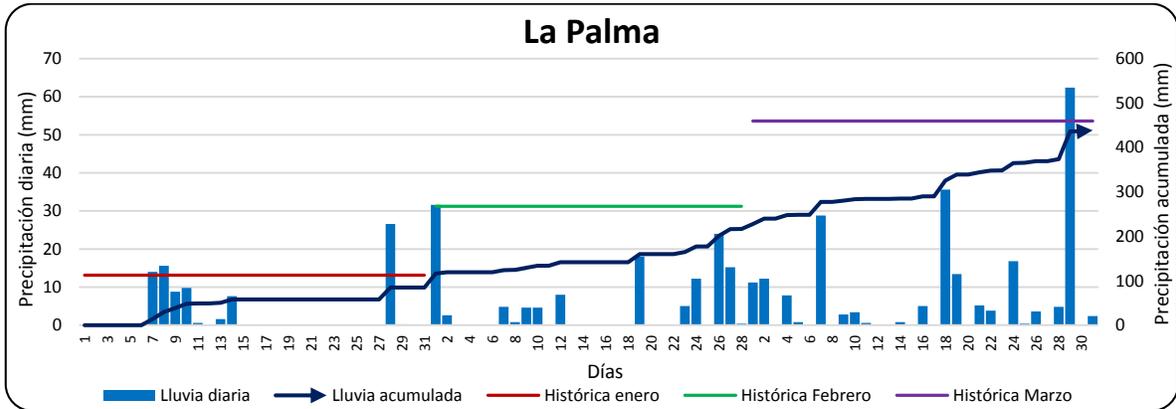
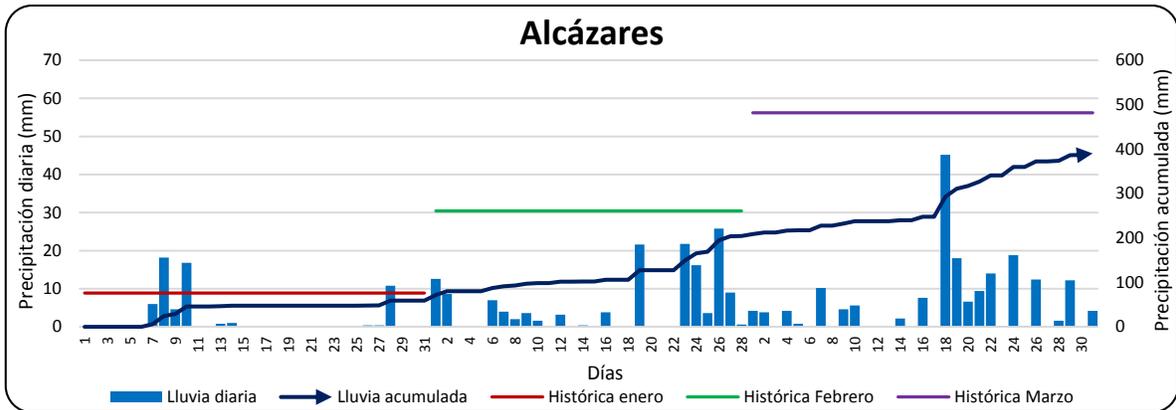
Estaciones	Enero		Febrero		Marzo	
	Con lluvia	Sin lluvia	Con lluvia	Sin lluvia	Con lluvia	Sin lluvia
Chec - Uribe	4	17	6	3	9	2
Alcázares	4	23	6	3	9	3
La Palma	5	23	4	6	6	2
Observatorio Vulcanológico	5	23	7	3	9	2
El Carmen	4	16	6	4	8	2
Emas	4	23	6	3	8	2
Hospital de Caldas	4	16	6	3	8	2
Q. Palogrande - Ruta 30	5	12	6	3	18	2
Aranjuez	5	12	6	2	9	2
Posgrados	5	16	8	3	8	2
Bosques del Norte	5	18	8	2	14	1
Yarumos	5	16	6	3	14	2
Milán - Planta Niza	5	16	6	2	8	2
La Nubia	6	9	6	5	10	2
Promedio Manizales	5	17	6	3	10	2
Máximas Manizales	6	23	8	6	18	3

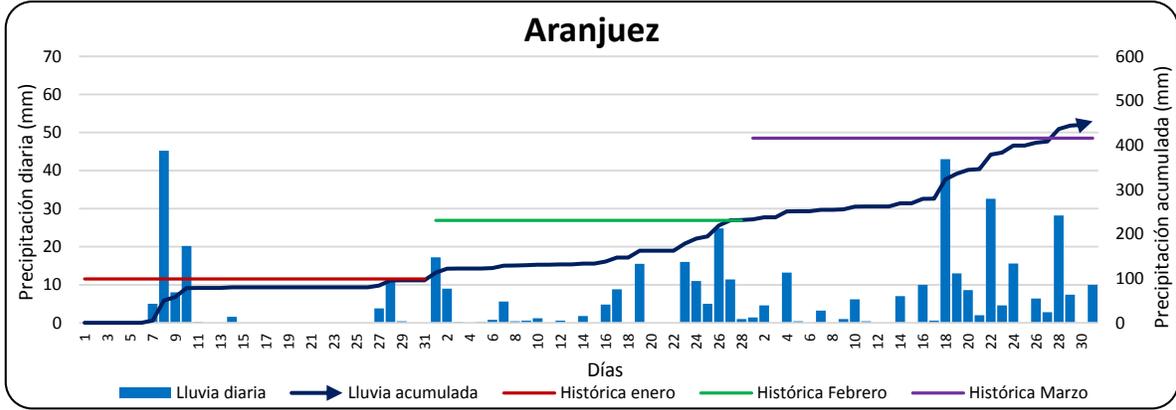
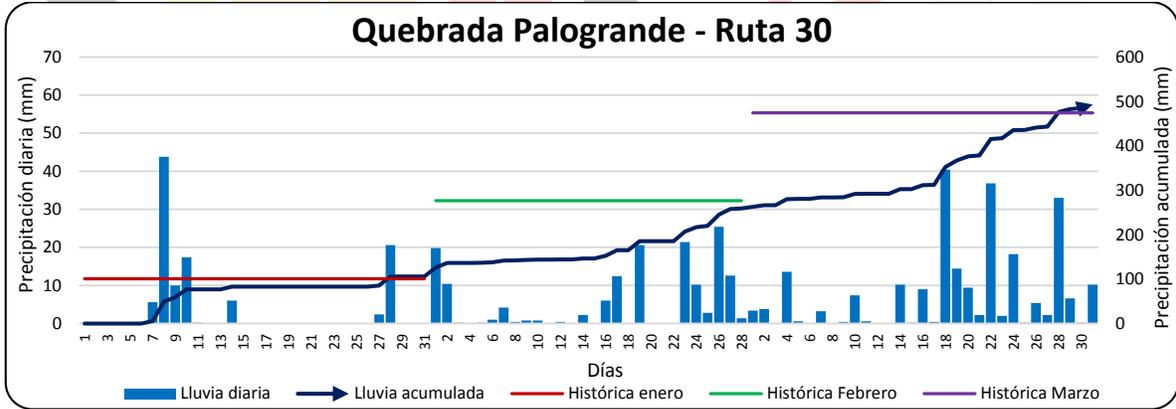
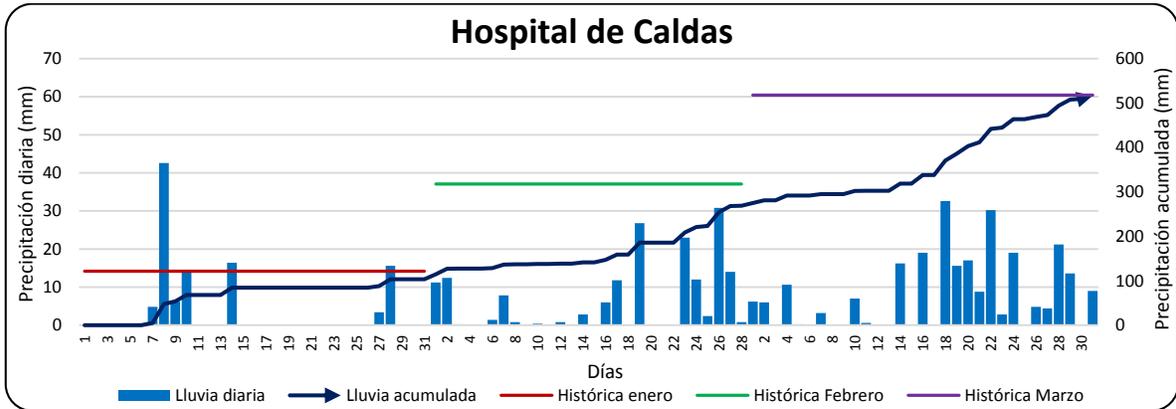
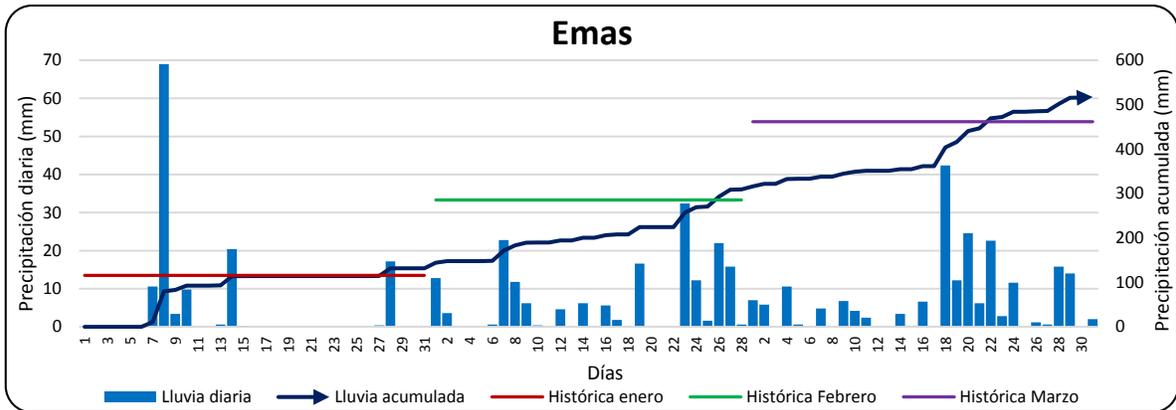


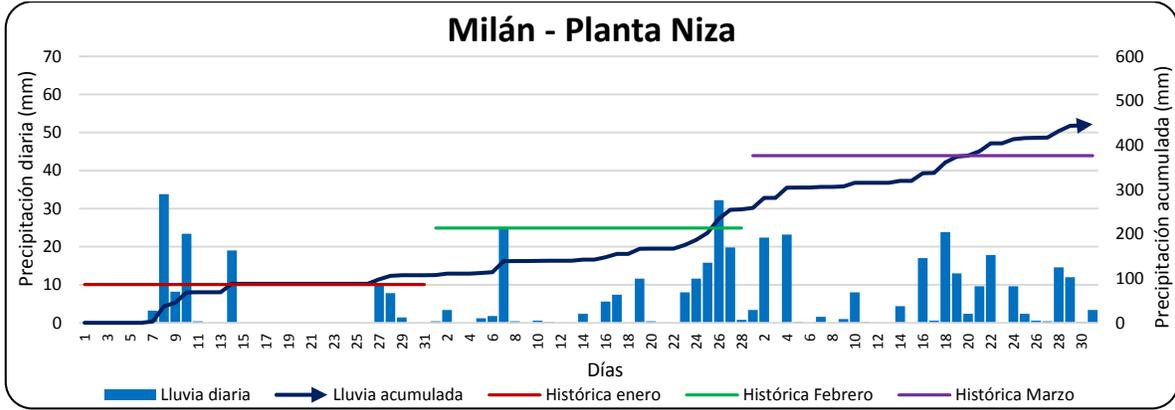
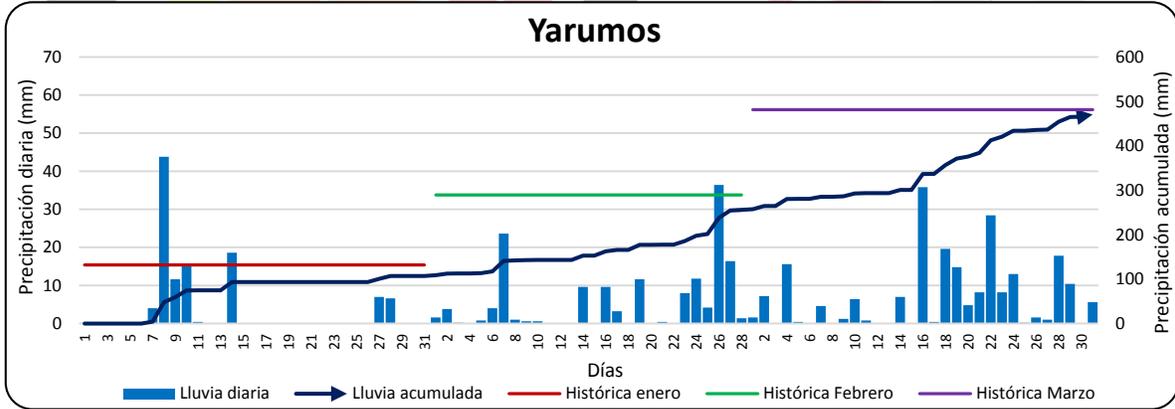
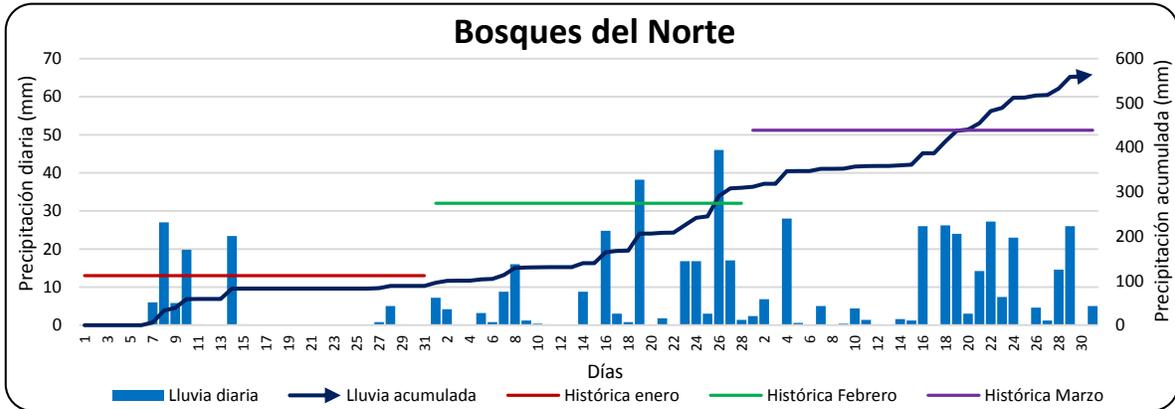
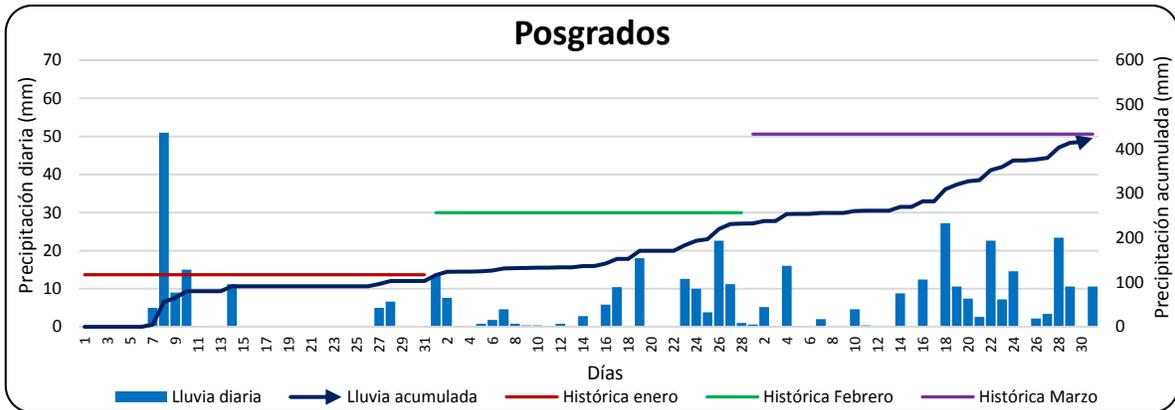
3.1.4 Seguimiento diario de la precipitación

El comportamiento diario de la precipitación en la ciudad de Manizales durante el primer trimestre de 2019 se registra en la Figura 12. Las barras azules indican la lluvia diaria y la línea azul oscura muestra el acumulado a lo largo del trimestre respectivo; además, se indican en líneas roja, verde y morada los niveles históricos promedios para los meses de enero, febrero y marzo, respectivamente. En la Figura 12 y la Tabla 4 se puede apreciar que el 50% (7 estaciones), presentaron los registros máximos diarios la primera semana de enero, el 36% (5 estaciones) registraron los máximos diarios la tercera semana de marzo, el 14% faltante se reparte en partes iguales (de a una estación) en la última semana de febrero y la última semana de marzo. El valor máximo registrado fue de 69.0 mm en Emas y representó el 52% del total registrado para el mes de enero en dicha estación, mientras que los 33.8 mm registrados en Milán – Planta Niza representaron el 32% del total en dicha estación para el mismo mes. El acumulado anual de precipitación durante el primer trimestre se mantuvo siempre por debajo de la media histórica en el 57% de las estaciones analizadas (8 estaciones); en las seis (6) estaciones restantes se logró rebasar el promedio histórico en la última semana de marzo, aunque en estaciones como Milán – Planta Niza y Emas se superó además el promedio a finales de enero y de febrero; y en La Nubia y Bosques del Norte también se superó el promedio a finales de febrero. El acumulado máximo en el trimestre fue de 564 mm en Bosques del Norte (Norte), seguido de Emas (Nor-occidente) con 517.6 mm y Hospital de Caldas (Centro) con 516.8 mm. El registro mínimo se obtuvo en Alcázares con 390.4 mm al occidente de la capital caldense.









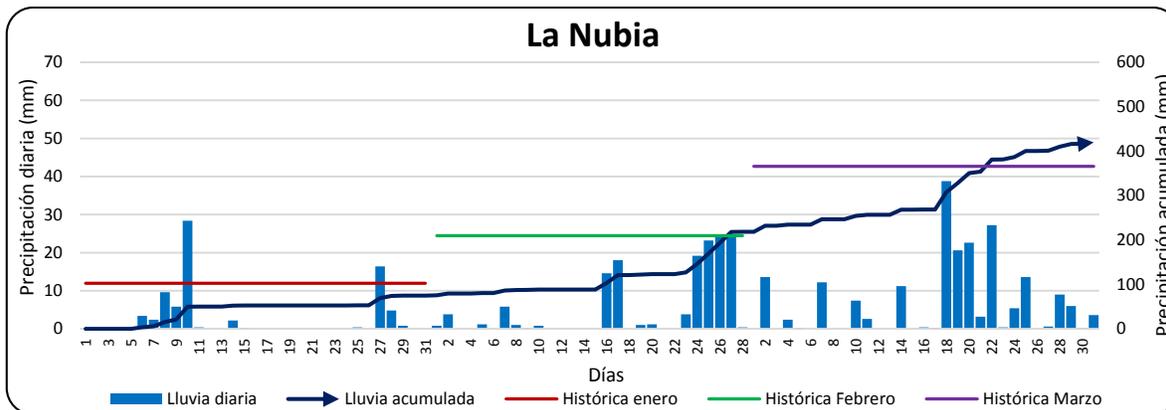


Figura 12. Comportamiento de la precipitación diaria por estación para el primer trimestre de 2018 en Manizales

3.1.5 Precipitaciones máximas diarias

Los registros máximos diarios de precipitaciones se obtuvieron en los meses de enero (en un 50% - 7 estaciones), marzo (43% - 6 estaciones) y febrero (7% - una estación), como se aprecia en la Figura 12 y en la Tabla 4 que se muestra a continuación; el rango de valores de estos registros máximos de precipitaciones estuvo entre 33.8 mm en la estación Milán – Planta Niza en el Centro-oriente de la ciudad y 69.0 mm en Emas, en el sector nor-occidente.

Tabla 4. Precipitaciones máximas diarias en el primer trimestre de 2019 en Manizales

Estaciones	Primer trimestre 2019	
	Precipitación máxima diaria (mm)	Fecha
Chec - Uribe	61.2	2019-03-18
Alcázares	45.2	2019-03-18
La Palma	62.4	2019-03-29
Observatorio Vulcanológico	48.0	2019-03-18
El Carmen	51.6	2019-03-18
Emas	69.0	2019-01-08
Hospital de Caldas	42.6	2019-01-08
Q. Palogrande - Ruta 30	43.8	2019-01-08
Aranjuez	45.2	2019-01-08
Posgrados	51.0	2019-01-08
Bosques del Norte	46.0	2019-02-26
Yarumos	43.8	2019-01-08
Milán - Planta Niza	33.8	2019-01-08
La Nubia	38.8	2019-03-18
Máxima Manizales	69.0	2019-01-08



Las precipitaciones máximas diarias alcanzaron los registros más altos hacia el occidente y nor-occidente de la ciudad (estaciones Chec – Uribe, Observatorio Vulcanológico y Emas) y los registros más bajos se concentraron hacia el centro-orientado y sur-orientado de la ciudad (estaciones Milán – Planta Niza y La Nubia). El 50% (7 estaciones) registró valores máximos entre 40 mm y 50 mm; el 21% (3 estaciones) registró máximos entre 60 mm y 70 mm; el 14% (2 estaciones) con registros entre 50 mm y 60 mm y en igual proporción entre 30 mm y 40 mm, como se aprecia en los registros de la Tabla 4 y la Figura 13. El 50% (7 estaciones) registraron el día más lluvioso el 08 de enero; seguidas del 36% (5 estaciones) que registraron el día más lluvioso el 18 de marzo; una estación (7%) el 26 de febrero y una estación (7%) registró el 29 de marzo como el día más lluvioso del trimestre.

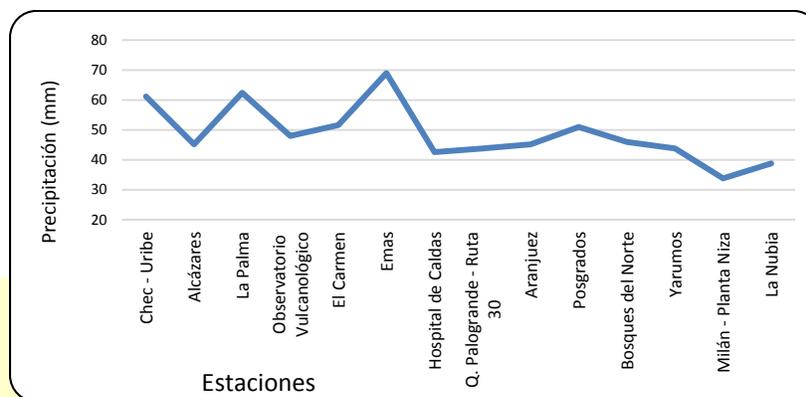


Figura 13. Comportamiento de las precipitaciones máximas diarias en sentido occidente-orientado para el primer trimestre de 2019 en Manizales

3.1.6 Seguimiento diario del indicador A25

En Manizales, los deslizamientos son el tipo de eventos desastrosos más recurrentes y, por tanto, la red de estaciones de monitoreo se diseñó para que permitiera realizar seguimiento a la precipitación, uno de los factores más relevantes que detona deslizamientos. En 1996, el holandés M. T. J. Terlien realizó una investigación en la ciudad de Manizales en la cual correlacionó ocurrencia de deslizamientos con acumulados de lluvia diaria. De allí se adoptó el indicador de lluvia antecedente de 25 días, denominado A25, el cual asocia un umbral de 200 mm, lo que significa que un acumulado de lluvia durante 25 días antecedentes cercano a los 200 mm, incorpora una alta probabilidad de ocurrencia de deslizamientos⁷.

Este indicador, incorporado por el Instituto de Estudios Ambientales IDEA de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, fue adoptado por la Unidad de Gestión del Riesgo (UGR, antes OMPAD) de Manizales e, incluso, la misma directiva, posteriormente, le asoció rangos a los umbrales que permitirían determinar en un momento dado niveles de alerta temprana en Manizales, como se muestra a continuación:

⁷ Terlien, M. (1996). Modelling Spatial and Temporal Variations in Rainfall-Triggered Landslides. ITC (32).



Tabla 5. Niveles de alerta según indicador A25 adoptados por la UGR-Manizales

Fuente: Elaboración propia

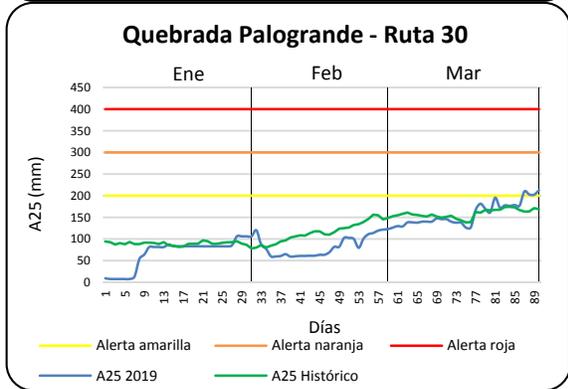
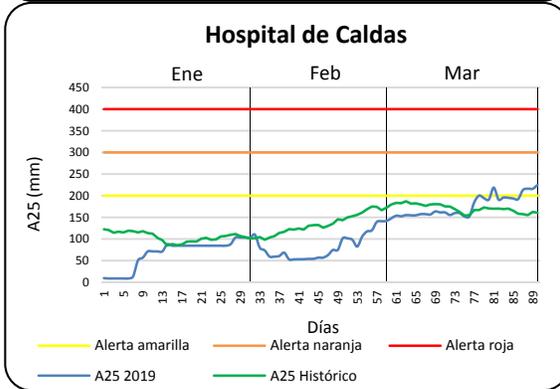
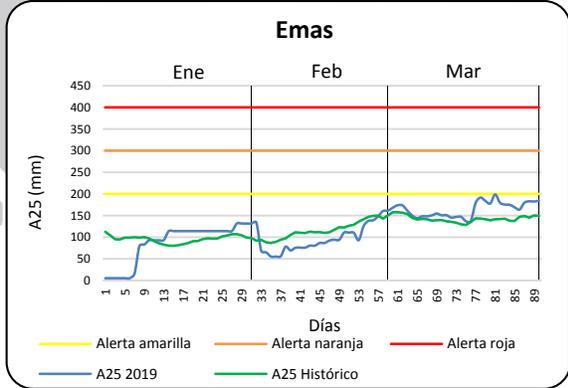
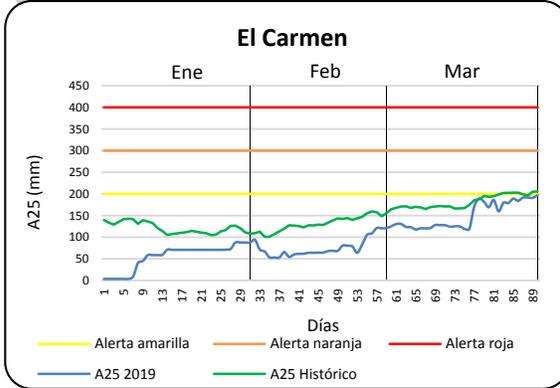
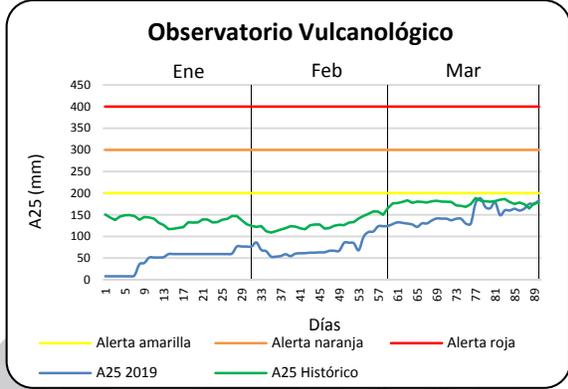
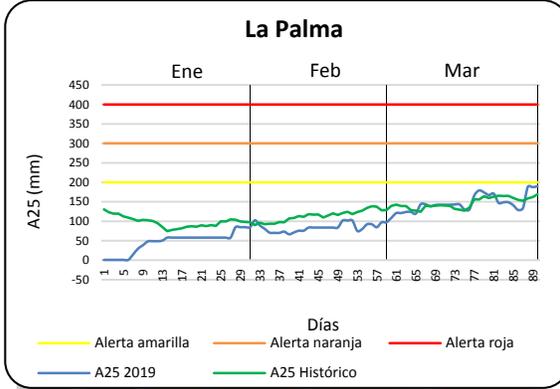
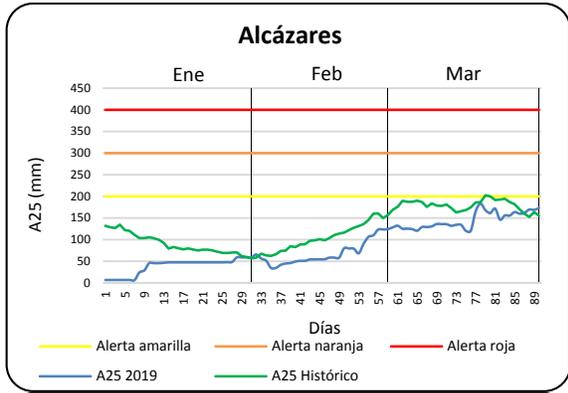
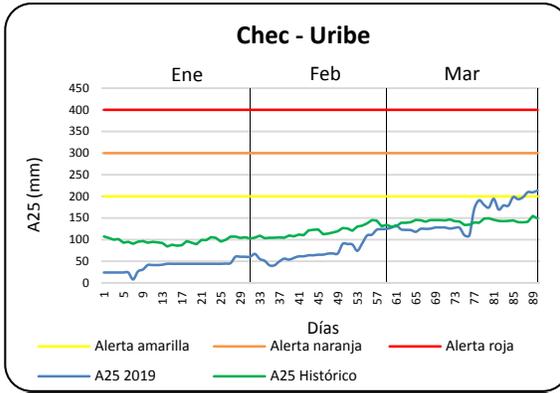
Nivel de alerta	Rango A25
Amarilla	200 mm <= A25 < 300 mm
Naranja	300 mm <= A25 < 400 mm
Roja	A25 >= 400 mm

En la siguiente figura se muestra el comportamiento del A25 durante el primer trimestre de 2019 (línea azul), así como también el comparativo con el promedio histórico del A25 (línea verde) y se tienen marcadas las referencias de los umbrales relacionados en la Tabla 5. En términos generales, se aprecia que, **en la tercera semana de marzo de 2019** se alcanzaron los valores máximos del trimestre en siete (7) estaciones que están entre el norte, centro-oriente y sur-oriente de la ciudad, y en las siete (7) estaciones restantes, los valores máximos se presentaron el **último día de marzo de 2019**, estaciones del occidente, nor-occidente, centro y sur de la ciudad. El valor del **A25 estuvo por debajo de la media histórica en el 43% (6 estaciones) del mes de enero**, sobre todo en sectores del occidente, nor-occidente y sur-oriente de la ciudad, mientras que para 5 estaciones (36%) el valor en enero logró superar el promedio histórico, en estaciones del centro, norte, centro-oriente de la ciudad y en otras 3 estaciones (21%) el valor apenas igualó o ligeramente superó el histórico para dicho mes. **En el mes de febrero el valor del A25 estuvo siempre por debajo de la media histórica** en 5 estaciones (36%) pertenecientes a sectores del occidente, nor-occidente y centro de la ciudad; en las demás estaciones se igualó o superó al inicio o al fin del mes de febrero dicha media. En **marzo de 2019**, todas las estaciones en algún momento superaron el promedio histórico del mes, siendo contundentes los registros de estaciones del norte (Bosques del Norte), centro-oriente (Milán – Planta Niza) y sur-oriente (La Nubia), donde todo el mes los registros estuvieron por encima de la media histórica para el mes de marzo.

Por otra parte, ocho (8) estaciones sobrepasaron el umbral de los 200 mm acumulados en 25 días durante el primer trimestre; el registro máximo se alcanzó el 31 de marzo en 7 estaciones (50% de los puntos de monitoreo), un 21% (3 estaciones) el 19 de marzo, otro 21% (3 estaciones) el 22 de marzo y el 7% restante (una estación) lo alcanzó el 20 de marzo. El valor máximo del A25 en el primer trimestre fue de 237.0 mm en la estación Bosques del Norte, al Norte de la ciudad (Tabla 6).



Boletín climatológico trimestral



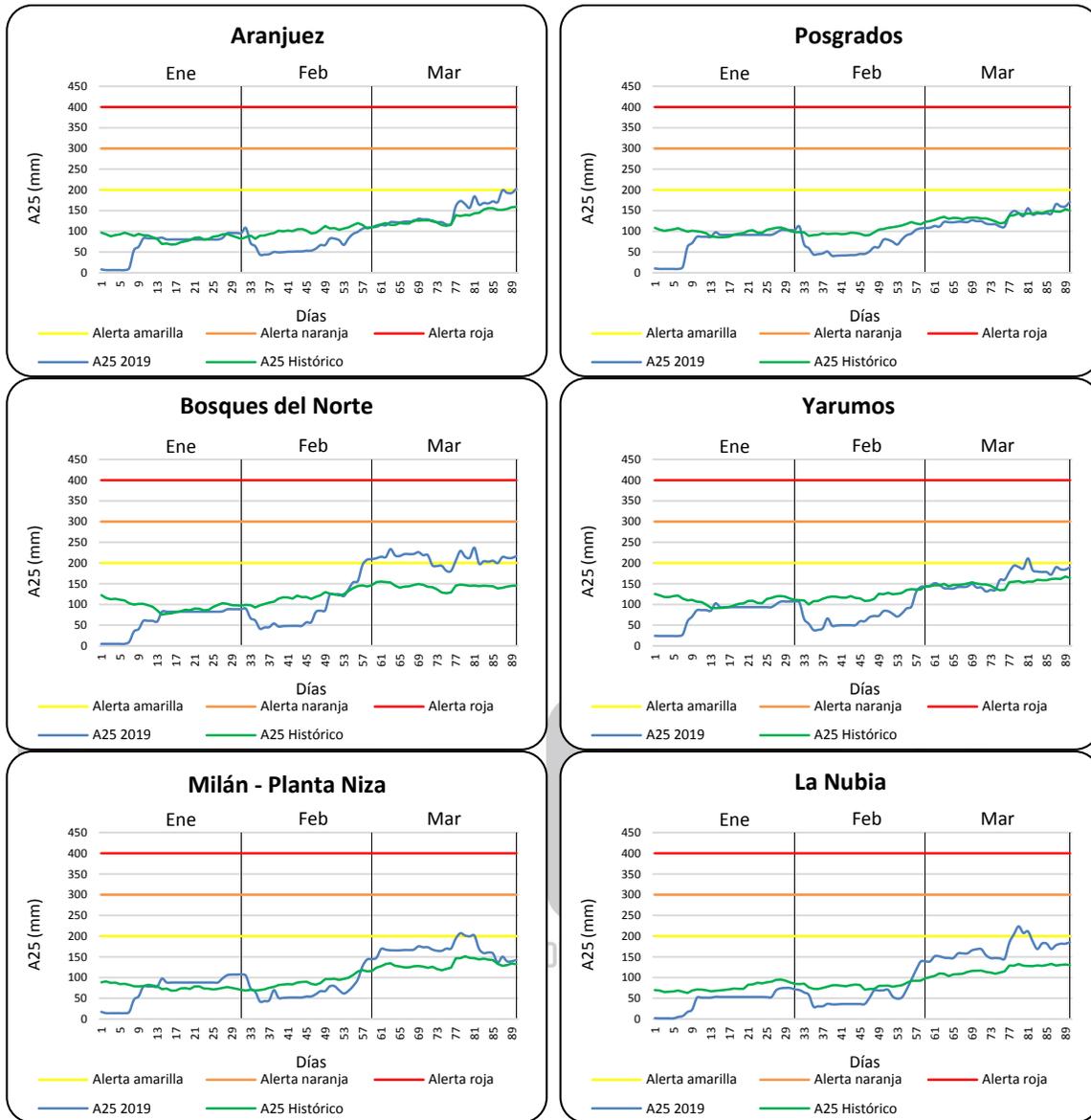


Figura 14. Comportamiento diario del A25 por estación para el primer trimestre de 2019 en Manizales

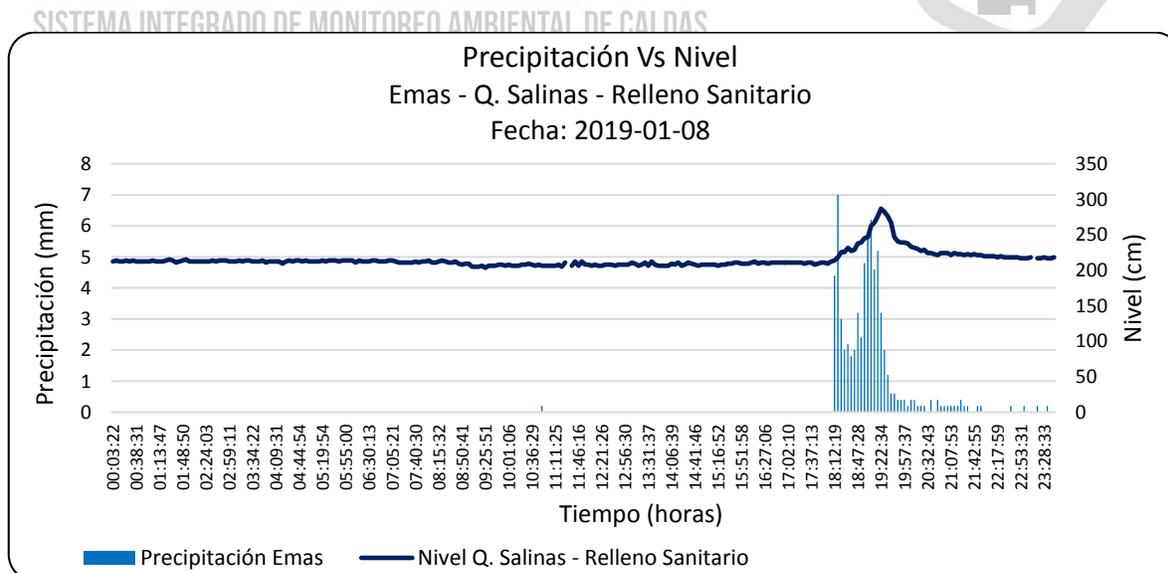


Tabla 6. Valores máximos del A25 para el primer trimestre de 2019 en Manizales

Estaciones	Primer trimestre 2019	
	A25 máximo	Fecha
Chec - Uribe	213.8	2019-03-31
Alcázares	183.4	2019-03-19
La Palma	190.0	2019-03-31
Obs. Vulcanológico	188.2	2019-03-19
El Carmen	197.0	2019-03-31
Emas	198.8	2019-03-22
Hospital de Caldas	225.0	2019-03-31
Q. Palogrande - Ruta 30	212.6	2019-03-31
Aranjuez	202.6	2019-03-31
Posgrados	170.6	2019-03-31
Bosques del Norte	237.0	2019-03-22
Yarumos	211.0	2019-03-22
Milán - Planta Niza	207.0	2019-03-19
La Nubia	223.6	2019-03-20
Máxima Manizales	237.0	2019-03-22

3.1.7 Correlación entre lluvias y niveles en eventos aislados fuertes

En la Figura 15 se puede observar la correlación de precipitaciones máximas diarias en Manizales con el nivel en algunas quebradas, a manera de ejemplo.



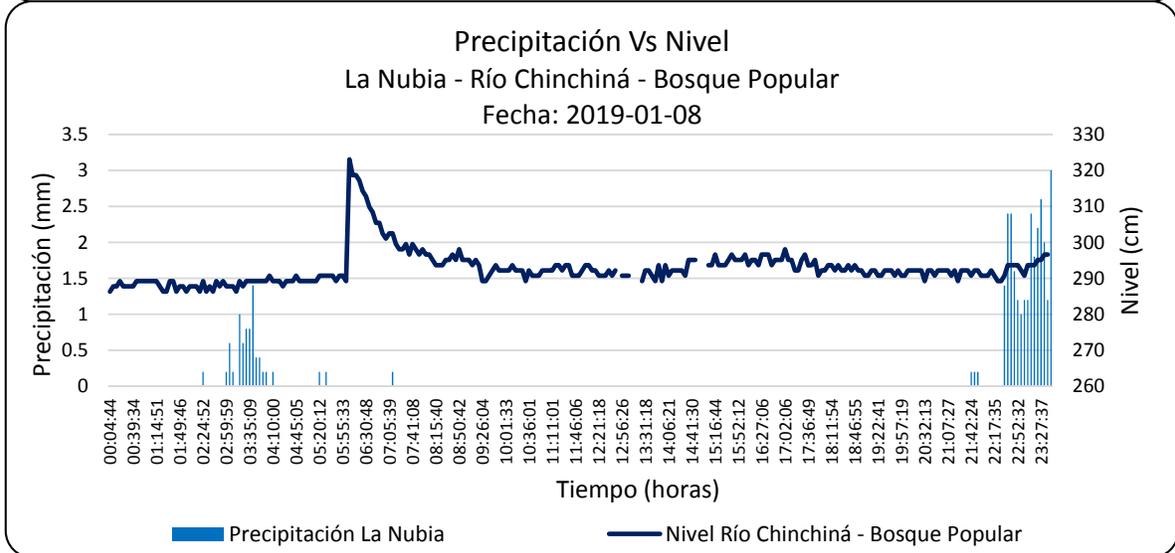
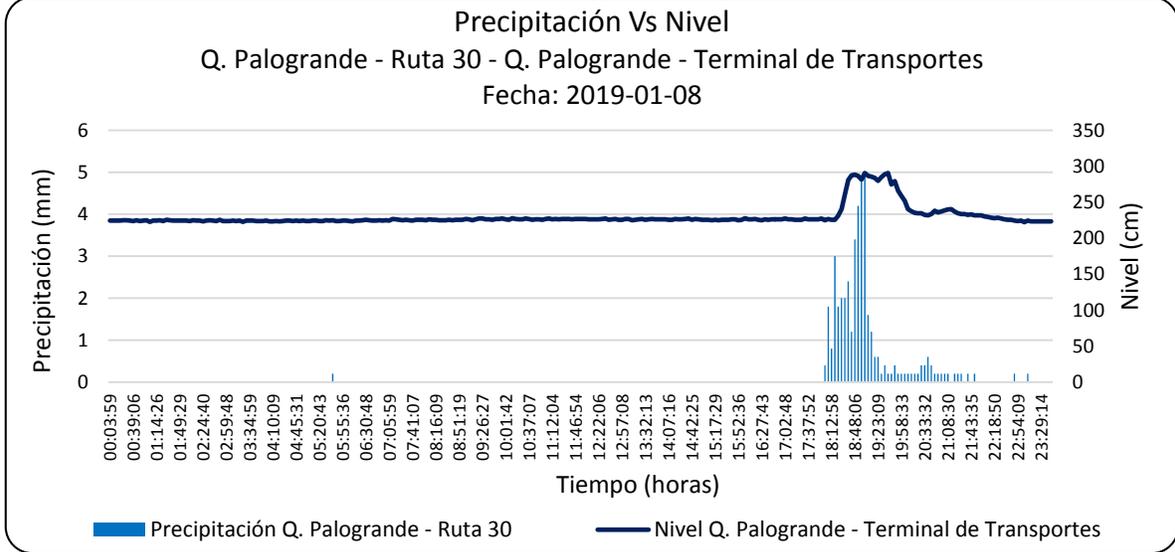
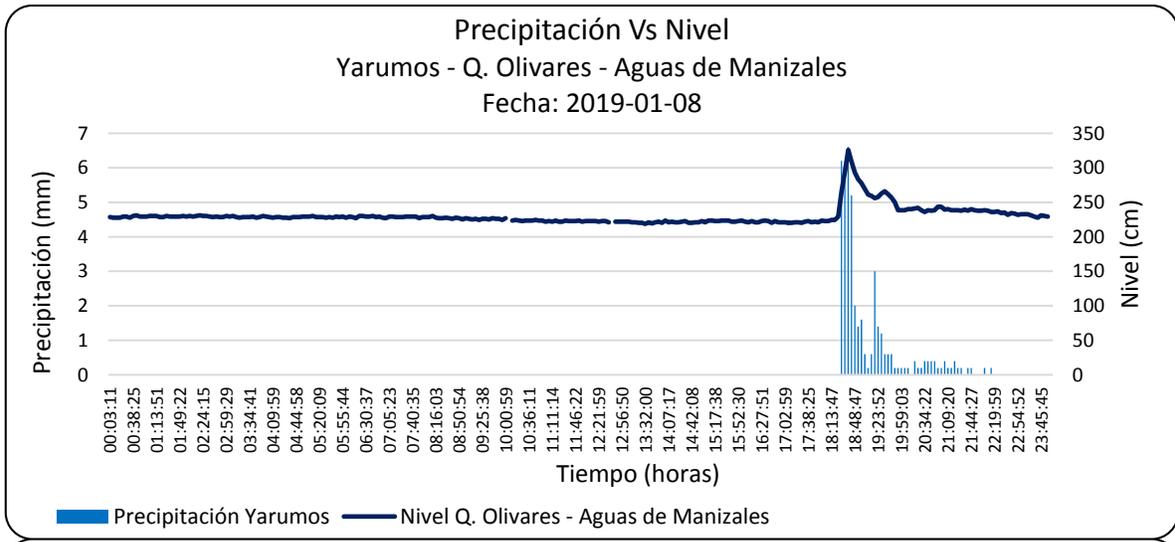




Figura 15. Correlación entre lluvia y nivel en algunas quebradas para días específicos donde se presentaron eventos fuertes o representativos durante el día en Manizales

Se destaca el tiempo que transcurre, generalmente unos minutos, desde que se empieza a manifestar la lluvia hasta que se registra el pico de la creciente. Este es un dato muy importante para la estimación de tiempos de concentración de las cuencas y otros parámetros indispensables en el diseño de obras y en el establecimiento de umbrales de alerta temprana.

3.2 TEMPERATURA

Para el primer trimestre de 2019 en el municipio de Manizales, los valores máximos de temperatura del aire se registraron los días 03 de enero (Observatorio Vulcanológico y La Palma) y 26 de enero (La Nubia), estaciones ubicadas estratégicamente a diferentes altitudes; mientras que los valores mínimos se presentaron los días 10 de enero (Observatorio Vulcanológico) y 12 de enero (La Nubia y La Palma), como se puede apreciar en la Tabla 7 y en la Figura 16.

Tabla 7. Temperaturas para el primer trimestre de 2019 en tres puntos estratégicos de Manizales, en °C

Altitud (m.s.n.m)	Estaciones	Máxima	Media	Mínima
2226	Observatorio Vulcanológico	25.3	17.3	12.4
2092	La Nubia	26.5	18.1	12.5
1967	La Palma	26.5	18.6	13.8

3.2.1 Seguimiento diario de la temperatura

En la Figura 16 se muestra el seguimiento diario del trimestre (enero, febrero y marzo) del año 2019 de las temperaturas máximas (línea roja), medias (línea verde) y mínimas (línea azul), en °C, para las tres estaciones analizadas.



Boletín climatológico trimestral



Figura 16. Comportamiento diario de la temperatura en tres estaciones representativas para el primer trimestre de 2019 en Manizales



3.2.2 Seguimiento mensual de la temperatura por estación

En la Figura 17 se muestra el seguimiento mensual de la temperatura media para el primer trimestre de 2019 y el último año, en donde la línea verde corresponde a la temperatura media del último año (2018), la línea naranja a la temperatura media del año en curso (2019) y la línea azul a la temperatura media histórica.

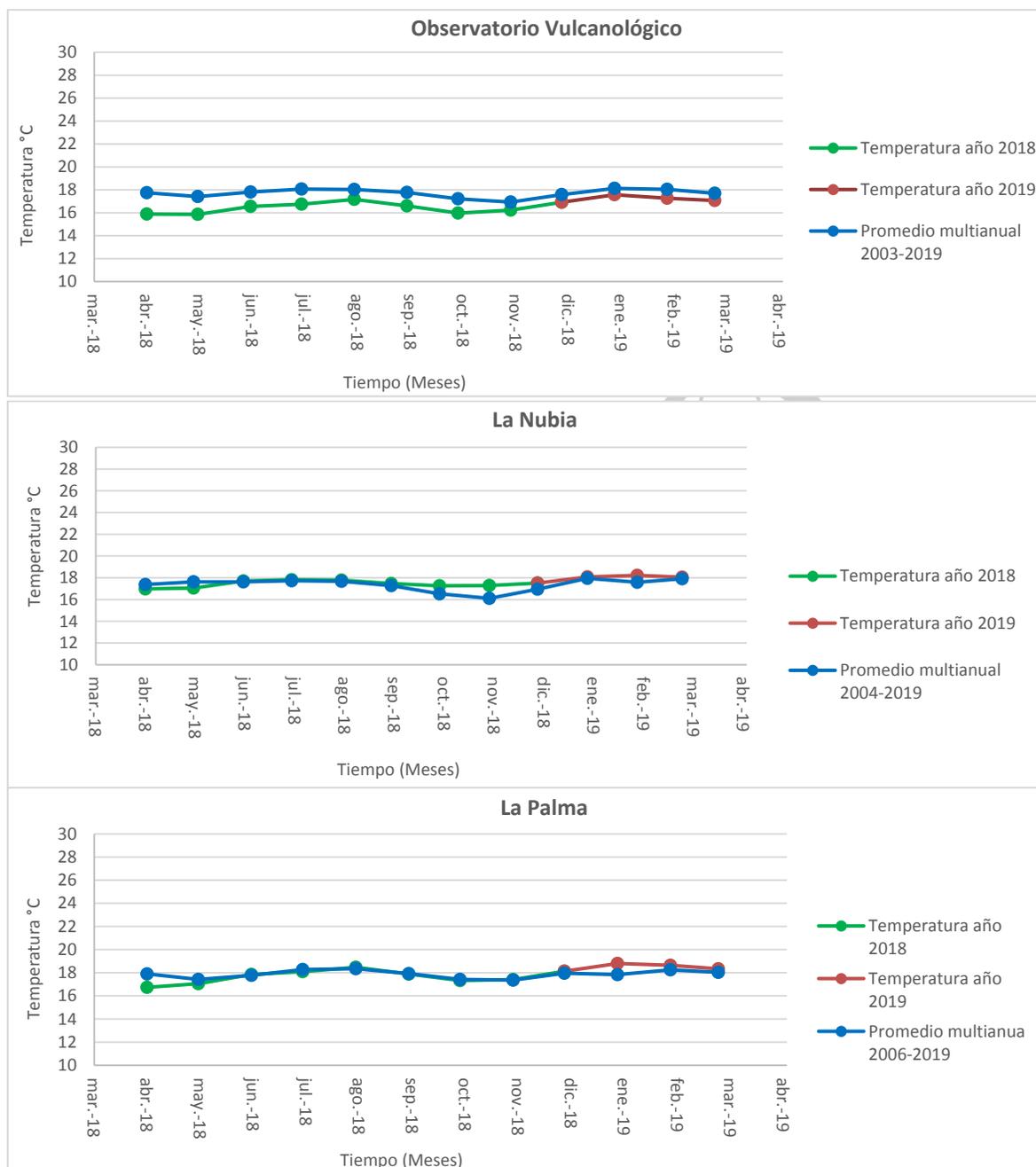


Figura 17. Comportamiento mensual de la temperatura media en tres estaciones representativas para el primer trimestre de 2019 en Manizales



3.2.3 Seguimiento mensual de la temperatura en las tres estaciones simultáneamente

En la Figura 18 se muestra el seguimiento mensual simultáneo de la temperatura en las tres estaciones indicadas para el primer trimestre de 2019. Como se mostró en la Tabla 7, las estaciones analizadas están ubicadas a diferentes altitudes; esta situación se ve reflejada en la Figura 18, puesto que los valores máximos de temperatura se presentan en la estación ubicada a menor altitud (La Palma) y los mínimos a mayor altitud (Observatorio Vulcanológico), lo cual es lógico.

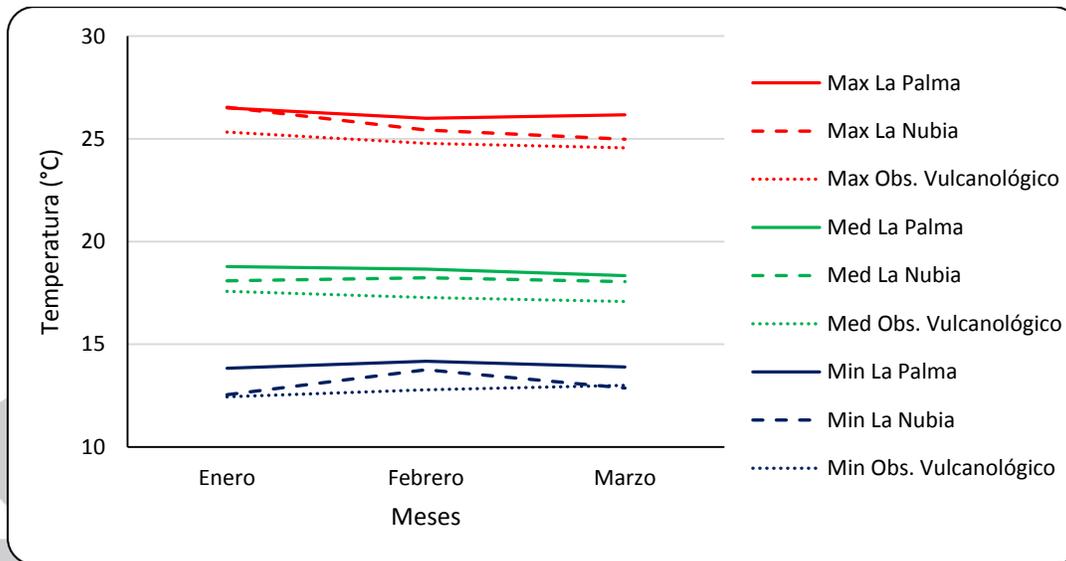


Figura 18. Comportamiento simultáneo mensual de la temperatura en tres estaciones representativas para el primer trimestre de 2019 en Manizales

SISTEMA INTEGRADO DE MONITOREO AMBIENTAL DE CALDAS

3.2.4 Ciclo diario de la temperatura

En la Figura 19 se presenta el ciclo diario de la temperatura para el primer trimestre del 2019 en tres (3) puntos estratégicos de la ciudad de Manizales, en donde la línea azul corresponde al promedio por horas en cada estación para el primer trimestre de 2019 y la línea naranja corresponde al promedio histórico por horas en cada estación; estas gráficas se calculan promediando los valores tomados de hora en hora para ver el comportamiento de la temperatura durante el día. Se puede apreciar que la estación Observatorio Vulcanológico presenta una disminución en los valores de temperatura, en la mañana y tarde, comparados con los registros históricos de temperatura, mientras que en la estación La Palma se evidencia un ajuste muy bueno durante la madrugada y la mañana y la estación La Nubia presenta valores para 2019 por encima de la media histórica durante todo el día. Es de anotar, que los registros están influenciados por la longitud de la serie de datos que se tenga.

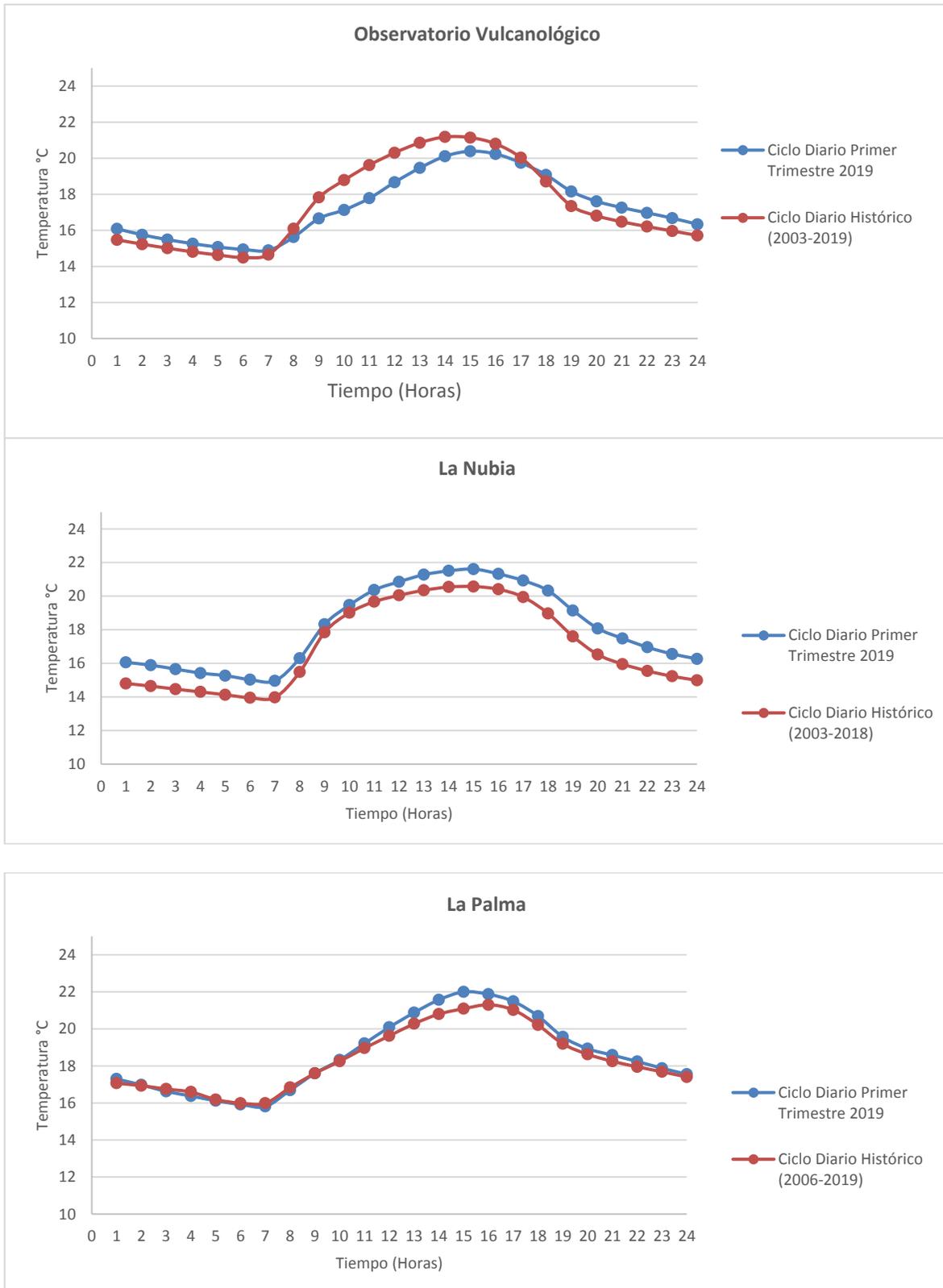


Figura 19. Ciclo diario de la temperatura media en tres estaciones representativas para el primer trimestre de 2019 en Manizales



4 CONDICIONES DE MACROESCALA EN RELACIÓN CON PRONÓSTICOS DE LLUVIA Y TEMPERATURA Y LA POSIBLE MANIFESTACIÓN DEL ENOS (EL NIÑO - OSCILACIÓN DEL SUR) EN SU FASE NIÑO EN LOS PRÓXIMOS MESES

Es conocido que la manifestación de temporadas de lluvias más altas o menos altas de lo normal en nuestro trópico andino, se da en función de la presencia o no de fenómenos de **variabilidad climática**, entre los cuales el más conocido es **el ENOS (El Niño Oscilación del Sur) o Fenómeno del Niño**, en sus fases **Niño** (en nuestra región, menos lluvias, sequías) y **Niña** (en nuestra región, más lluvias, crecidas, inundaciones).

Si bien son varios los indicadores que se utilizan (por parte de entidades como la Organización Meteorológica Mundial – OMM, el Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno del Niño, con sede en Guayaquil – Ecuador – CIIFEN, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios ambientales – IDEAM) para pronosticar este fenómeno, el más utilizado es el de la **Temperatura de la Superficie del Mar (TSM)** en °C y su valor con respecto al valor medio histórico; si su diferencia es **mayor que cero** se habla de **anomalía positiva** y de la probabilidad de que se manifieste el fenómeno en su **fase Niño** en caso de que dicha anomalía sea mayor a 0.5 °C en forma continua durante por lo menos cinco meses; si es **menor que cero** se habla de **anomalía negativa** y de la probabilidad de que se manifieste el fenómeno en su **fase Niña**, igual que en la condición anterior, en caso de que dicha anomalía sea mayor a 0.5 °C en forma continua durante por lo menos cinco meses.

La Figura 20 del IDEAM, que se muestra a continuación, ilustra lo mencionado anteriormente.



Figura 20. Ilustración del IDEAM sobre el Fenómeno de El Niño

Mayores probabilidades de lluvia bajo lo normal en zona Centro Norte y los estados Amazonas, Bolívar y Falcón en Venezuela; **en el norte de la región Andina y en el sur de la región Pacífica en Colombia**; en gran parte de la región andina norte del Ecuador; a lo largo de la región costera del Perú; en la región de La Paz, Oruro, Potosí en Bolivia; desde la región del Maule a la región de Los Lagos en Chile; en la región Roraima, Amapá, Amazonas y Pará en el Brasil.

Mayor probabilidad de Temperatura Máxima sobre lo normal para la mayor parte de Colombia; la región andina del Ecuador; a lo largo de la costa y región andina del Perú; en la región de Cochabamba, Chuquisaca, y Tarija en Bolivia; desde la región de Arica y Parinacota hasta la región del Maule por el interior, también, en la ciudad de Coyhaique en Chile y en gran parte del Paraguay.

Se estiman probabilidades de Temperatura Mínima bajo lo normal en algunos puntos de la región andina centro norte del Ecuador; en algunos puntos en Cochabamba y Chuquisaca en Bolivia y sobre la región del Maule y en las regiones de Aysén y Magallanes en Chile”.



Un segundo reporte del CIIFEN, de febrero de 2019, acerca de lo que se esperaba en cuanto a lluvias y temperaturas en nuestra región en el trimestre febrero - abril de 2019:

“Pronóstico Estacional Oeste y Sur de Sudamérica febrero, marzo y abril de 2019

Del análisis estadístico de las estaciones de los Servicios Meteorológicos de Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú y Venezuela (636 de temperatura y 1405 de precipitación), se estima que durante el período Febrero – Abril 2019 existen **mayores probabilidades de lluvia por sobre lo normal**, en áreas del centro norte de Venezuela, **en el norte de la región Caribe en Colombia**, en la costa sur y región andina central del Ecuador; en la costa norte de Perú; en la región de La Paz, Oruro Cochabamba y Potosí en Bolivia; Altiplano de Parinacota y cordillera de la Región de Antofagasta, entre la región de Valparaíso y la región del Maule y en la región de Magallanes en Chile; sobre el centro y sur de la región Oriental en el Paraguay; en las regiones Litoral, Noroeste, Centro y Buenos Aires en Argentina; en los estados de Maranhao, Pernambuco, Rio Grande del Norte en Brasil.

Mayores probabilidades de lluvia bajo lo normal en el sudeste de Venezuela; **en gran parte de las regiones Pacífica, Andina y límite con Ecuador**; en gran parte de la región andina del Ecuador; a lo largo de la costa sur del Perú; en la región del Altiplano, entre las regiones de Arica y Parinacota y la región de Tarapacá, entre la región del Biobío y La Araucanía, Región de Magallanes. Desde el Maule a la región de Los Lagos en Chile; en la región sur de Argentina; en la región del norte del Brasil.

Mayor probabilidad de Temperatura Máxima sobre lo normal para el extremo norte de Venezuela; **la mayor parte de Colombia**; la región andina norte y sur del Ecuador; a lo largo de la costa y región andina sur del Perú; en algunos puntos de la región de Cochabamba, Chuquisaca, y Tarija en Bolivia; en gran parte de Chile y de Paraguay.

Se estiman probabilidades de Temperatura Mínima bajo lo normal en algunos puntos de la región andina central del Ecuador; en algunos puntos en La Paz, Cochabamba y Chuquisaca en Bolivia, Costa del Norte Chico, región de Valparaíso y O’Higgins, gran parte de la región del Maule y Biobío en Chile”.

Y uno más, de marzo de 2019, acerca de lo que se esperaba en cuanto a lluvias y a temperaturas en nuestra región en el trimestre marzo - mayo de 2019:

“Pronóstico Estacional Oeste y Sur de Sudamérica marzo, abril y mayo de 2019



Del análisis estadístico de las estaciones de los Servicios Meteorológicos de Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú y Venezuela (634 de temperatura y 1412 de precipitación), se estima que durante el período Marzo – Mayo 2019 existen **mayores probabilidades de lluvia por sobre lo normal**, se esperan en los llanos centrales y la zona Norte y en Los Andes de Venezuela; **en el extremo sur de la región pacífica y en algunos puntos en la región andina en Colombia**; en la costa central y sur del Ecuador; en la región costera del Perú desde el departamento de Tumbes hasta el sur del departamento de Lima y en el departamento de Loreto; en Bolivia en los departamentos de Tarija, Potosí, Chuquisaca y Cochabamba; la región de Coquimbo Altiplano de Parinacota y las regiones de Valparaíso Aysén y Magallanes en Chile; de normal a superior a la normal sobre gran parte del Paraguay; en las provincias de Buenos Aires y Entre Ríos en Argentina y en los estados de Tocantins, Bahía Piau y Goiás en el Brasil.

Mayores probabilidades de lluvia bajo lo normal; en gran parte de las regiones Andina y Caribe en Colombia; en gran parte de la región andina del Ecuador; en el extremo sur de los departamentos de Tacna y Cusco en el Perú; en la región norte del altiplano en Bolivia; entre la región del Maule y la región de Los Lagos, entre las Regiones Metropolitanas y de O'Higgins y en las ciudades de Valdivia y Puerto Montt en Chile; al sur de la provincia de Santa Cruz en Argentina y en los estados del norte del Brasil, Amazonas, Pará, Amapá, Rio Branco y Roraima.

Mayor probabilidad de Temperatura Máxima sobre lo normal al norte del Amazonas y parte de la Cuenca del Caroní, con otra área del norte costero en Venezuela; **la mayor parte de Colombia**, Ecuador, Perú, Chile y el Paraguay; la región central de Pando y Santa Cruz en Bolivia.

Se estiman probabilidades de Temperatura Mínima bajo lo normal al sur del estado del Amazonas en Venezuela; en la región andina norte y centro de Ecuador; en Cochabamba y Chuquisaca en Bolivia.”

Nota de advertencia:

El usuario debe considerar este pronóstico como una referencia que utiliza la estadística de alrededor de 1000 estaciones meteorológicas en 9 países de la región, para estimar las mayores probabilidades de que existan precipitaciones por encima o debajo del promedio histórico **EN LOS TRES MESES DE PRONÓSTICO**, es decir, las condiciones más probables a lo largo de estos tres meses.

Este producto es útil como una referencia de más largo plazo en el tiempo, pero es necesario aclarar que no se consideran eventos extremos puntuales y de corta duración que pudieran ocurrir



en los distintos países. Este producto es desarrollado por los Servicios Meteorológicos Nacionales (en nuestro caso el IDEAM), siendo ellos la fuente primaria de información. Excepto para Argentina y Brasil cuya información fue obtenida del Modelo Probabilistic Multi-Model Ensemble de la OMM.”

En relación específica con la posibilidad esperada desde mediados del año 2018 de un fenómeno del Niño, el mismo CIIFEN expide en enero de 2019 un BOLETÍN DEL OCÉANO, Análisis del Pacífico Oriental – enero de 2019, denominado:

“Reducción de Temperatura no alcanza a enfriar el Pacífico tropical

Durante el periodo diciembre 2018 y primera quincena de enero 2019, la Temperatura Superficial del Mar (TSM) en el Pacífico tropical presentó una reducción, aunque continuó sobre lo normal para la época. Junto a la costa de Sudamérica, la TSM llegó a ser bajo lo normal. En general, durante este periodo prevaleció la temperatura sobre lo normal que, en algunos momentos, alcanzó hasta 2.0°C más cálido del promedio para esta época. En tanto, la zona cálida del Pacífico sur (30°S) frente a Chile, se mostró pulsante, es decir incrementando o reduciendo temporalmente el tamaño y/o el valor del calentamiento. La TSM en El Caribe se presentó bastante próxima a sus valores normales.

Bajo la superficie del mar durante diciembre 2018-enero 2019, la capa entre 100 y 200 m de profundidad en el Pacífico ecuatorial continuó cálida; sin embargo, durante este periodo se observó una región con un ligero descenso de la temperatura y que aumentó su extensión durante los primeros días de enero 2019.

Conforme a las predicciones para precipitación (mm) y temperatura superficial del mar (°C) previstas por modelos globales y regionales, **se prevé para el período febrero-abril 2019, precipitaciones deficitarias en Centroamérica y en el extremo norte de Sudamérica**, mientras que, en la costa de Ecuador y norte del Perú, norte de Argentina y en Uruguay se prevén precipitaciones sobre lo normal. En cuanto a la temperatura superficial del mar (TSM), se prevé que el Océano Pacífico tropical y suroriental, presente valores superiores a lo normal. Junto a las costas de Ecuador y Perú, la TSM estará sobre su valor normal”.

En febrero, presenta otro BOLETÍN DEL OCÉANO, Análisis del Pacífico Oriental – febrero de 2019 denominado:



“Temperatura cálida en el Pacífico tropical continúa

Durante el periodo enero y primera quincena de febrero 2019, la Temperatura Superficial del Mar (TSM) en el Pacífico tropical continuó sobre lo normal para la época. Junto a la costa de Sudamérica, la TSM se mantuvo sobre lo normal en alrededor de $+1.0^{\circ}\text{C}$ en promedio. Frente a Chile (30°S), la TSM se incrementó hasta aproximadamente 2.0°C . La TSM en El Caribe se presentó bastante próxima al promedio de la época. Bajo la superficie del mar, la zona entre 100 y 200 m de profundidad en el Pacífico ecuatorial continuó cálida; durante este periodo también se mantuvo la zona de temperatura bajo lo normal reportada desde la última semana de 2018.

Conforme a las predicciones de precipitación (mm) y temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$) de los modelos globales y regionales, **se prevé para el período marzo-mayo 2019, precipitaciones deficitarias en Centroamérica, el extremo norte del Brasil y el sur de Chile; mientras que para el resto de Sudamérica se prevén precipitaciones alrededor de lo normal.** Junto a las costas de Ecuador y Perú, la TSM se estima que será sobre su valor normal”.

Y en marzo, expide otro BOLETÍN DEL OCÉANO, Análisis oceanográfico – marzo de 2019 que denominó:

“Condiciones cálidas en Pacífico Central mientras Pacífico Sudoriental reduce la temperatura del mar

Durante el período febrero - marzo 2019, la Temperatura Superficial del Mar (TSM) en el Pacífico tropical continuó sobre lo normal alrededor de 1.0°C , configurando el escenario de un escenario El Niño; sin embargo, junto a la costa de Sudamérica la TSM durante la primera quincena de marzo se mantuvo sobre lo normal en alrededor de $+1.0^{\circ}\text{C}$ en promedio; algo destacado es la presencia en la Bahía de Panamá de agua más fría de lo normal que se extendió hasta las I. Galápagos. La TSM en El Caribe fue próxima al promedio de la época. Al norte de Cuba se observó temperatura de aproximadamente $+1.0^{\circ}\text{C}$ sobre lo normal. Bajo la superficie del mar, entre 100 y 200 m de profundidad en el Pacífico ecuatorial continuó la propagación hacia el este de la franja cálida (asociada con el desplazamiento de una onda Kelvin), temperatura de hasta $+5.0^{\circ}\text{C}$ sobre lo normal; alcanzando la costa de Sudamérica a mediados de marzo. Conforme a las predicciones estacionales de la temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$) los modelos globales y regionales prevén para el período Abril-junio 2019, los valores de la TSM se mantengan sobre la normal en el Pacífico ecuatorial y en la región del Pacífico suroriental, particularmente frente a las costas de Ecuador y Perú”.



A su vez, y a manera de resumen, la Organización Meteorológica Mundial OMM, en enero y principios de febrero de 2019, decía que “la temperatura superficial del mar TSM en el Pacífico tropical **se mantuvo acorde con un episodio de El Niño, o justo por debajo** (según los umbrales que se tomen como referencia). Asimismo, **a finales de enero, se dieron condiciones atmosféricas típicas de ese fenómeno.**

Según los pronósticos de los modelos y las opiniones de los expertos, **existe entre un 50 % y un 60 % de probabilidades de acoplamiento entre el océano y la atmósfera, y de que se instale un episodio débil de El Niño durante el período de marzo a mayo de 2019.** Aunque la probabilidad de que se dé un episodio de El Niño durante el período siguiente, de junio a agosto, desciende por debajo del 50 %, no hay que olvidar que las predicciones a largo plazo que se realizan en este momento del año para después del segundo trimestre son particularmente inciertas y deben tenerse en cuenta con especial precaución.

Se prevé que la temperatura superficial en las partes oriental y central del Pacífico tropical sea entre unos 0,6 y 0,9 grados Celsius superior a la media durante el período de marzo a mayo de 2019. **Parece poco probable que vaya a formarse un episodio de El Niño de fuerte intensidad. Es muy poco probable que durante los tres primeros trimestres de 2019 se produzca un episodio de La Niña, por lo que, prácticamente, puede descartarse.**

En la misma dirección, la NOAA anuncia a principios de abril de 2019 y a través del CENTRO DE PREDICCIONES CLIMATICAS/NCEP/NWS y el Instituto Internacional de Investigación de Clima y Sociedad (USA) que:

“La mayoría de los modelos de IRI/CPC predicen un índice de El Niño 3.4 de $+0.5^{\circ}\text{C}$ o mayor durante el resto del 2019. La mayoría de los pronosticadores esperan que las anomalías de SST en la región del Niño 3.4 se mantengan entre $+0.5^{\circ}\text{C}$ y $+1.0^{\circ}\text{C}$ durante al menos las próximas temporadas, **lo que indica condiciones débiles de El Niño.** Sin embargo, debido a que los pronósticos realizados durante la primavera tienden a ser menos precisos, **la probabilidad pronosticada de que El Niño persista hasta el otoño es actualmente de 50-55%.** En resumen, es probable que condiciones débiles de El Niño continúen durante el verano 2019 del Hemisferio Norte (65% de probabilidad) y posiblemente hasta el otoño (50-55% de probabilidad)”.



A manera de un resumen de lo anterior en cuanto a las probabilidades de un fenómeno de El Niño, el IDEAM expresa en su Boletín 128 del monitoreo del fenómeno del Niño, del 20 de marzo de 2019, lo siguiente:

“Condiciones oceánicas y atmosféricas típicas de un Evento El Niño desde mediados de febrero de 2019

El IDEAM resalta que durante las últimas cinco semanas se ha manifestado un resurgimiento en el aumento de la Temperatura Superficial del Mar en la cuenca del océano Pacífico Tropical, pero esta vez con una respuesta de la atmósfera asociada a los patrones de circulación atmosférica propios de un fenómeno El Niño, **condición que no se presentó durante el último trimestre de 2018 y enero de 2019**. De persistir esta situación actual de acoplamiento océano-atmósfera, **podría desarrollarse y consolidarse dicho evento de variabilidad climática en los meses venideros**.

De acuerdo con los centros internacionales de predicción climática, la consolidación de este evento cálido, sería de características débiles y de corta duración, limitado al primer semestre de 2019.”

(La negrilla es nuestra)

SISTEMA INTEGRADO DE MONITOREO AMBIENTAL DE CALDAS

FUENTES:

IDEAM. Boletín No. 128 del 20 de marzo de 2019. Monitoreo Fenómeno El Niño:

http://www.pronosticosyalertas.gov.co/documents/78690/79891177/ENSO_IFN_MAR_20_2019.pdf/9491a37c-3269-438f-b8b2-2389c43b0b01?version=1.0

CIIFEN. Pronóstico Estacional Oeste y Sur de Sudamérica Enero – Marzo 2019:

http://www.ciifen.org/images/stories/pronostico_est/Pron%C3%B3stico_Estacional_Sudamerica_EFM_2019.pdf

CIIFEN. Pronóstico Estacional Oeste y Sur de Sudamérica Febrero – Abril 2019:

http://www.ciifen.org/images/stories/pronostico_est/Pron%C3%B3stico_Estacional_Sudamerica_FMA_2019.pdf



Boletín climatológico trimestral



CIIFEN. Pronóstico Estacional Oeste y Sur de Sudamérica Marzo – Mayo 2019:

http://www.ciifen.org/images/stories/pronostico_est/Pron%C3%B3stico_Estacional_Sudamerica_MAM_2019.pdf

CIIFEN. Boletín del Océano. Análisis del Pacífico Oriental – Enero de 2019:

http://www.ciifen.org/images/stories/analisis_pacifico/Analisis_Oceanogr%C3%A1fico_Pacifico_Oriental_Enero_2019.pdf

CIIFEN. Boletín del Océano. Análisis del Pacífico Oriental – Febrero de 2019:

http://www.ciifen.org/images/stories/analisis_pacifico/Analisis_Oceanografico_Pacifico_Oriental_Febrero_2019.pdf

CIIFEN. Boletín del Océano. Análisis Oceanográfico – Marzo de 2019:

http://www.ciifen.org/images/stories/analisis_pacifico/Analisis_Oceanografico_Pacifico_Oriental_Marzo_2019.pdf

OMM. El Niño/La Niña hoy. Febrero de 2019:

http://ane4bf-datap1.s3-eu-west-1.amazonaws.com/wmocms/s3fs-public/ckeditor/files/EL-NINO-LA-NINA-February-2019-19241_es.pdf?rjh2frWujCrizUxKg94rtnaBzSO4jVFU

CENTRO DE PREDICCIONES CLIMÁTICAS/NCEP/NWS y el Instituto Internacional de Investigación para el Clima y la Sociedad. EL NIÑO/OSCILACIÓN DEL SUR (ENSO por sus siglas en inglés).

Discusión diagnóstica. Abril de 2019:

https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory/ensodisc_Sp.pdf

SISTEMA INTEGRADO DE MONITOREO AMBIENTAL DE CALDAS