CONTRATO No. 0011 DE 2023

SERVICIOS DE UN PROFESIONAL CON EXPERIENCIA EN METEOROLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN HISTÓRICA DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS, EN EL MARCO DEL PROYECTO "FORTALECIMIENTO DEL SISTEMA DE ALERTAS TEMPRANAS EN EL DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA. BPIN. 2017002440008".

INFORME No. 2

11 de septiembre a 10 de octubre de 2023

LUIS MANUEL RODRIGUEZ ROMERO

INGENIERO CIVIL

CONTRATISTA

YOVANY DELGADO MORENO

SUPERVISOR

JUAN JOSÉ NAJERA ARREGOCÉS

INTERVENTOR

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE LA GUAJIRA, CORPOGUAJIRA

RIOHACHA, DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA

OCTUBRE DE 2023

INTRODUCCION

El presente documento corresponde al informe No. 2 (periodo comprendido entre el 11 de septiembre al 10 de octubre de 2023) de las actividades del contrato No. 0011 de 2023, cuyo objeto es SERVICIOS DE UN PROFESIONAL CON EXPERIENCIA EN METEOROLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN HISTÓRICA DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS, EN EL MARCO DEL PROYECTO "FORTALECIMIENTO DEL SISTEMA DE ALERTAS TEMPRANAS EN EL DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA. BPIN. 2017002440008".

En este informe se plasman las actividades específicas relacionadas con el contrato antes mencionado, como son:

1. Análisis de la información histórica de las estaciones meteorológicas.

Tareas:

- Asesoría en la implementación de una red de alertas tempranas en el departamento partiendo de las estaciones ya construidas y en operación tanto de la Corporación como del IDEAM, para terminar de cubrir el territorio del departamento.
- Capacitación a las comunidades para la socialización del cuidado e importancia de las estaciones hidrometeorológicas instaladas.
- Manejo de la información que arrojan las estaciones hidrometeorológicas del SAT.
- Priorizar zonas de alto riesgo por eventos climáticos según históricos.
- Interpretación, verificación de la información hidrológica de los afluentes hídricos generados por el IDEAM u otras estaciones del departamento para detectar zonas de inundación y zonificar en mapas. y 2. Realizar visitas de campo para la acreditación de las estaciones.

2. Realizar visitas a campo para la acreditación de estaciones meteorológicas ante la entidad competente.

Tareas:

- Se plantea para esta actividad que el profesional especializado realice 12 visitas para generar 12 informes técnicos con el estado de las estaciones detallando el cumplimiento de normas nacionales y/o internacionales. Dichos informes serán enviados por la Corporación al IDEAM para que sean revisados y desde sus competencias puedan pronunciarse sobre temas de acreditación o emitir un concepto sobre las estaciones.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION 2

1. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN HISTÓRICA DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS. 5

1.1. ASESORÍA EN LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE ALERTAS TEMPRANAS EN EL DEPARTAMENTO PARTIENDO DE LAS ESTACIONES YA CONSTRUIDAS Y EN OPERACIÓN TANTO DE LA CORPORACIÓN COMO DEL IDEAM, PARA TERMINAR DE CUBRIR EL TERRITORIO DEL DEPARTAMENTO. 5

1.1.2. GENERALIDADES SOBRE REDES DE OBSERVACIÓN METEOROLÓGICA 5

1.1.3. ANALISIS METODOLOGICO 7

1.2. CAPACITACIÓN A LAS COMUNIDADES PARA LA SOCIALIZACIÓN DEL CUIDADO E IMPORTANCIA DE LAS ESTACIONES HIDROMETEOROLÓGICAS INSTALADAS. 15

1.3. MANEJO DE LA INFORMACIÓN QUE ARROJAN LAS ESTACIONES HIDROMETEOROLÓGICAS DEL SAT. 15

1.4. PRIORIZAR ZONAS DE ALTO RIESGO POR EVENTOS CLIMÁTICOS SEGÚN HISTÓRICOS.. 18

1.5. INTERPRETACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN HIDROLÓGICA DE LOS AFLUENTES HÍDRICOS GENERADOS POR EL IDEAM U OTRAS ESTACIONES DEL DEPARTAMENTO PARA DETECTAR ZONAS DE INUNDACIÓN Y ZONIFICAR EN MAPAS. 19

2. REALIZAR VISITAS A CAMPO PARA LA ACREDITACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS ANTE LA ENTIDAD COMPETENTE. 20

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 30

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de Estaciones en una Red Básica. 7
Tabla 2. Densidad Mínima Recomendada Omm, Para Estaciones Pluviométricas. 12
Tabla 3. Densidad Mínima Recomendada para Estaciones de Evaporación 13
Tabla 4. Densidad Promedio de la Red por Departamento 14
Tabla 5. Valores Medios para Red Mínima Funcional-OMM 15
Tabla 6. Series de datos de las estaciones del SAT, recopilados a la fecha. 16
Tabla 7. Estaciones hidrológicas en las cuencas del Río Tapias, Rio Ancho y Otros Directos al Caribe, y Río Alto Cesar. 19

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Zonas que presentan alto riesgo por inundaciones. 18

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Vista general estación Infotec. 20
Fotografía 2. Caseta Psicométrica estación Infotec. 21
Fotografía 3. Pluviómetro estación Infotec. 21
Fotografía 4. Termómetros estación Infotec. 22
Fotografía 5. Vista general estación Rio Cañas. 22
Fotografía 6. Paneles solares, batería y equipos electrónicos estación Rio Cañas. 23
Fotografía 7. Sensor de medición de nivel de rio estación Rio Cañas. 23
Fotografía 8. Cable de conexión del sensor de nivel estación Rio Cañas. 24
Fotografía 9. Reglilla de medición manual del nivel del rio estación Rio Cañas. 24
Fotografía 10. Vista general de la estación Rio Jerez. 25
Fotografía 11. Paneles solares, batería y equipos electrónicos estación Rio Jerez. 25
Fotografía 12. Sensor de medición de nivel de rio estación Rio Jerez 26
Fotografía 13. Cable de conexión del sensor de nivel estación Rio Jerez. 26
Fotografía 14. Vista general de la estación Rio Tapias. 27
Fotografía 15. Paneles solares, batería y equipos electrónicos estación Rio Tapias. 27
Fotografía 16. Sensor de medición de nivel de rio y reglilla, estación Rio Tapias. 28
Fotografía 17. Vista general Estación Pénjamo, Riohacha. 28
Fotografía 18. Pluviómetro y caseta Estación Pénjamo, Riohacha. 29
Fotografía 19. Revisión termómetro Estación Pénjamo, Riohacha. 29

1. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN HISTÓRICA DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS.

1.1. ASESORÍA EN LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE ALERTAS TEMPRANAS EN EL DEPARTAMENTO PARTIENDO DE LAS ESTACIONES YA CONSTRUIDAS Y EN OPERACIÓN TANTO DE LA CORPORACIÓN COMO DEL IDEAM, PARA TERMINAR DE CUBRIR EL TERRITORIO DEL DEPARTAMENTO.

Para el presente mes de ejecución, se consolidaron y revisaron los criterios y métodos de diseño de redes de monitoreo Hidrometeorológico, establecidos por la Organización Meteorológica Mundial - OMM y los propuestos por diferentes autores disponibles en la literatura existente, con el fin de seleccionar aquellos que mejor se adapten a las condiciones ambientales, técnicas, económicas, sociales y de seguridad, del departamento de La Guajira. A continuación, se presentan las generalidades y métodos existentes, los cuales se aplicarán para el diseño de la red de monitoreo:

1.1.2. GENERALIDADES SOBRE REDES DE OBSERVACIÓN METEOROLÓGICA

El comportamiento del clima condiciona, en buena medida, la mayoría de las actividades que el ser humano realiza, más aún cuando estas tienen que ver con la planificación y ejecución de programas relacionados con el desarrollo de una región y el bienestar de su población. Es necesario conocer la distribución mensual de las lluvias y la temperatura, por ejemplo, cuando se programa una cosecha o se construye una vía, o cuando se quiere prever la ocurrencia de eventos adversos como desbordamientos, inundaciones, deslizamientos, lluvias fuertes o sequías. Esto solo es posible cuando se cuenta con una consistente serie de datos, lo que se logra con una red meteorológica que permita obtener datos consistentes, representativos y veraces.

A. Redes meteorológicas.

La OMM define una red meteorológica como “el conjunto de estaciones, convenientemente distribuidas, en las que se observan, miden y/ o registran las diferentes variables, fenómenos y elementos atmosféricos que son necesarios en el conocimiento y la determinación del estado del tiempo y el clima de una región, para su posterior aplicación a diversos usos y objetivos”. Tomando como referencia los criterios recomendados por la OMM, las condiciones fisiográficas y de diversidad climática del territorio colombiano, la optimización del uso de la red meteorológica para fines múltiples y la necesidad de contar con información consistente en el campo de la investigación, se hace necesario planificar el redimensionamiento de la red existente en el país.

B. Estaciones meteorológicas.

El IDEAM define como estación meteorológica “el lugar donde se hacen las observaciones y mediciones puntuales de los diferentes parámetros meteorológicos, usando instrumentos apropiados, con el fin de establecer el comportamiento atmosférico de las zonas de un territorio”. Las estaciones meteorológicas son clasificadas de acuerdo con las normas

técnicas de la OMM, teniendo en cuenta los fines para los que son instaladas, como: pluviométricas (PM), pluviográficas (PG), climatológicas principales y ordinarias (CP y CO), agrometeorológicas (AM), sinópticas principales y secundarias (SP y SS) y meteorológicas especiales (ME).

La densidad requerida para la observación de los datos meteorológicos está directamente relacionada con las escalas temporales y espaciales de los fenómenos atmosféricos que han de analizarse. El IDEAM clasifica las escalas de los fenómenos atmosféricos de acuerdo con su alcance horizontal en: pequeña escala, menos de 100 Km, por ejemplo, tormentas eléctricas, vientos locales; meso-escala, entre 100 y 1000 Km, por ejemplo, frentes y formación de núcleos nubosos; gran escala, entre 1000 y 5000 Km, por ejemplo, depresiones, ondas tropicales y escala planetaria y más de 5000 Km, por ejemplo, aparición de ondas largas en la alta troposfera.

C. Emplazamiento y exposición del instrumental.

La ubicación de la estación es de suma importancia y los errores de representatividad pueden ser mucho mayores que los previstos cuando se trata de estaciones aisladas. Estaciones ubicadas en zonas de montaña, muy probablemente no sean representativas de fenómenos a macro y mesoescala; sin embargo, una buena serie de datos y la homogeneidad de los mismos pueden ser de gran utilidad para los usuarios. De acuerdo con la OMM, los instrumentos deben ser instalados en un lugar geográfico delimitado y en un espacio aproximado de 10 por 7 o 14 metros, según su categoría; la estación debe estar sobre terreno llano y cubierto de grama o hierba baja. En lo posible no debe haber laderas próximas y no debe ubicarse en una hondonada. Además, debe estar alejada de árboles, edificios y otros obstáculos. La distancia del obstáculo más próximo al pluviómetro debe duplicar y, preferiblemente, cuadruplicar la altura del obstáculo.

D. Cambios en el empleo y ubicación de instrumentos.

Es muy posible que el emplazamiento de la estación deba ser cambiado con el tiempo debido al crecimiento de árboles, construcción de edificios y trazado de vías, entre otros. La reubicación de la estación debe hacerse tratando de que se reduzcan al mínimo los posibles efectos del cambio. Cuando se efectúan cambios en el instrumental, estos podrían introducir cambios en la medición, razón por la cual las observaciones realizadas con nuevos instrumentos deben compararse durante un período no inferior a un año antes de abandonar el anterior sistema. De acuerdo con la OMM, los instrumentos, así como la infraestructura de la estación observación (automática o convencional), deben recibir mantenimiento regular para evitar el deterioro del instrumental y de la calidad de las observaciones. Los programas de mantenimiento preventivo de las estaciones comprenden cuidados físicos como el corte de la hierba y la limpieza de superficies e instrumentos.

E. Tratamiento de la información.

La información una vez recolectada debe ser verificada, ejercicio mediante el cual se verá claramente la incidencia de factores meteorológicos como la orografía y se podrán detectar errores nacidos del mal funcionamiento del instrumental y/o de la falta de destreza de los observadores. Este proceso es importante ya que de la pureza de los datos dependen los resultados de los estudios e investigaciones en los que estos sean utilizados.

1.1.3. ANALISIS METODOLOGICO

Teniendo en cuenta que el rediseño de la red meteorológica para un área de estudio debe dar como resultado alternativas de distribución y densidad de las estaciones que la conforman, se realizó la búsqueda de una metodología que se ajustara a las condiciones del entorno físico, los aspectos técnicos, los procesos socio-económicos y los elementos culturales de la región. Para esto se efectuó la revisión de varios de los métodos expuestos por expertos en redes, algunos de ellos publicados por la OMM. También se tuvieron en cuenta propuestas consignadas en documentos del IDEAM.

A. Método de Gandín.

Expone que para el diseño de redes de estaciones meteorológicas se deben tener en cuenta los parámetros climatológicos por ser observados ya que la densidad de la distribución de estaciones dependerá de estos. Es importante hacer claridad sobre la composición de una red meteorológica básica, la importancia de las estaciones de referencia y el significado de las estaciones especiales o transitorias. Las estaciones de una red básica solo podrían dejar de funcionar en casos excepcionales; por ejemplo, como resultado de la construcción de obras civiles, momento en el que la estación dejaría de ser representativa. En este caso, se debe buscar la manera de reubicarla en el lugar más cercano posible, teniendo cuidado de que cumpla con las especificaciones para su instalación. Para evitar estos inconvenientes, la selección de puntos de observación debe hacerse considerando que las estaciones de una red básica deben, en lo posible, no ser trasladadas de sitio. De acuerdo con la clasificación adoptada por la OMM, como se muestra en la tabla, existen tres grupos de redes de estaciones para la toma de datos y el desarrollo de observaciones meteorológicas.

Tabla 1. Distribución de Estaciones en una Red Básica.

Grupo	Tipo de estación	Distancia (Km)	Radio de acción promedio (Km)
1-R	Referencia.	De 300 a 400	Entre 150 y 200 * Una por cada 4 o 5 del primer grupo
1	SP - CP - AM	De 150 a 200	Entre 75 y 100 * Aprox. una por cada 10 estaciones del 2 grupo
2	CO - ME	De 50 a 60	Entre 25 y 30 * Aprox. 10 estaciones por una del primer grupo
3	PM - PG	De 25 a 30	Entre 12 y 15 * La mitad de la distancia en áreas montañosas

*Sugerencia técnica OMM
Fuente: Nota técnica N. 11 -OMM. Adaptado López 2008.

El primer grupo de redes de estaciones se recomienda que esté especialmente adaptado a las condiciones físicas y geográficas de la región y que la distancia entre ellas sea de 150 a 200Km. De este primer grupo

de estaciones es importante seleccionar un número de **estaciones de referencia** las cuales deben poseer extensas y sólidas series de datos ya que sirven, especialmente, para dos propósitos: la corrección y la complementación de datos de estaciones vecinas y para estudios de variabilidad y cambio climático. **Las estaciones de referencia** deben permanecer largos periodos de tiempo sin tener que ser cambiadas de sitio.

La OMM sugiere que la distancia entre estaciones de referencia sea de entre 300 y 400 Km; además, sería deseable que por cada 4 o 5 estaciones del primer grupo exista una de referencia.

En las estaciones del segundo grupo se realiza un volumen de observaciones menor que en las del primer grupo. Se considera que los puntos de monitoreo de segundo orden deben distar unos de otros entre 50 Km y 60 Km; esto quiere decir que aproximadamente de cada 10 estaciones del segundo grupo habría una del primer grupo. A este grupo pertenecerían las estaciones climatológicas ordinarias (CO) y la red de estaciones para fines especiales (ME)

En un tercer grupo se incluyen las estaciones pluviométricas (PM) y pluviográficas (PG), en las cuales solamente se hace la observación de fenómenos atmosféricos relacionados con la precipitación. La distancia racional entre estas estaciones es de 25 a 30 Km en terreno plano y de la mitad de esta distancia en áreas montañosas. Las consideraciones sobre la distancia entre estaciones de una red se aplican, en primera instancia, a terrenos de condición plana. Para áreas de topografía quebrada o condiciones montañosas, varía mucho esta densidad, teniendo en cuenta el comportamiento espacio-temporal de los diferentes parámetros climáticos. Es importante considerar que la red básica (estaciones de primer, segundo y tercer orden), eventualmente, puede estar apoyada por una red de estaciones especiales que funcionarían por cortos espacios de tiempo según las necesidades existentes.

B. Método de correlación espacial de Kagan.

En conexión con los intereses enseñados por la Comisión de Climatología de la OMM, en el problema de la distribución racional de redes, la oficina central del Observatorio de Geofísica ha estado recopilando experiencias sobre el asunto. A continuación, se hace una breve descripción de la metodología expuesta por R. I. Kagan.

Tener en mente el interés del proyecto es más importante que la figura de los puntos que, individualmente, conforman la red. El resultado de los cálculos hechos por Kagan muestra que la función de correlación de la precipitación es, sustancialmente, diferente en regiones fisiográficamente diferentes. La base del método de Kagan es la función de correlación r(d), la cual es dependiente del espaciamiento entre estaciones y su forma depende de las características del área considerada y del tipo de precipitación, que puede ser expresado matemáticamente de la siguiente manera.

$$\rho(d) = \rho(o) \cdot e^{-\frac{d}{d_o}}$$

Donde:

d - Distancia entre estaciones.

r(o - Coeficiente de correlación cruzada para una distancia *d*=0.

d_o. Radio de correlación, o distancia a la cual el coeficiente es *r(o)/e*.

Teóricamente r(o) debería ser igual a la unidad; sin embargo, es menor debido a los errores aleatorios en la medición de la precipitación y a la diferencia microclimática que podría presentarse en el área de estudio. Kagan estima la varianza de dichos errores de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\sigma_1^2 = \left[1 - \rho(o)\right] \sigma_P^2$$

Donde:

s_p^2 - Varianza de la precipitación puntual

Los parámetros r(o) y do los usa Kagan para determinar la bondad de la red meteorológica siguiendo los dos criterios siguientes:

1) Evaluación de la predicción de la lluvia promedio. La varianza del error de predicción media sobre un área unitaria, "a", con una estación central se define como la suma del error de medición dado y la variación espacial. De tal modo, que la varianza para el área total "A" con "n" estaciones uniformemente distribuidas está dada por la siguiente expresión:

$$Vn = \frac{\sigma_P^2}{n}\left[1 - \rho(o) + \frac{0.23}{d_o}\cdot\frac{\sqrt{A}}{n}\right]$$

El error cuadrático medio relativo (Z_1) es, entonces:

$$Z_1 = \frac{\sqrt{Vn}}{P} = Cv\cdot\sqrt{\frac{1 - \rho(o) + \frac{0.23}{d_o}\frac{\sqrt{A}}{n}}{n}}$$

Donde:

$$Cv = \frac{\sigma_P^2}{P}$$

P - Precipitación media sobre el área A.

Conocidos r(o) y do, la ecuación proporciona el valor de n (número de estaciones) para un error (Z1) fijo y viceversa. Si se adopta una distribución cuadrangular, el espaciamiento entre estaciones será:

$$L = \sqrt{\frac{A}{n}}$$

Donde:

L- Espaciamiento entre estaciones.

Pero, cuando el área posee una configuración compleja se recomienda que la distribución sea triangular, de modo que el espaciamiento está dado por:

$$L = 1.07\sqrt{\frac{A}{n}}$$

2) Evaluación de la predicción de la interpolación espacial. El error relativo asociado con una interpolación lineal entre dos puntos e interpolación hacia el centro de un cuadrángulo o triángulo, donde ocurre el máximo error, es dado por Kagan para una distribución triangular por la siguiente expresión:

$$Z_3 = Cv \cdot \sqrt{\frac{1}{3}[1 - \rho(o)] + 0.52 \cdot \frac{\rho(o)}{d_o}\frac{\sqrt{A}}{n}}$$

Donde: $Cv = \frac{\sigma_P^2}{\overline{P}}$

La evaluación de Z1 y Z3 requiere del conocimiento de r(o) y do, los cuales pueden ser evaluados de la función r(d) deducida de los datos observados. Además, al aplicar el método se debe tener en cuenta que el valor de precisión Z máximo por considerar es del 10%. Sin embargo, esto se constituye en un procedimiento arbitrario, por lo que también es razonable el análisis de un descenso no significativo del valor de Z con el incremento del número de estaciones, aunque este se encuentre por arriba del 10%.

C. Método de red mínima – OMM.

De acuerdo con la OMM, el valor de los datos derivados de una red hidrometeorológica depende de la utilización que, finalmente, se les dé. Una red básica debiera suministrar, entonces, un nivel de información suficiente para ser aplicada en estudios sobre el comportamiento del clima en un lugar cualquiera dentro de la región en que opera la red. Para poder conseguir esto deben abarcarse por lo menos tres criterios:

- Disponer de un sistema para la transferencia de información desde los lugares donde se recoge hasta cualquier otro lugar en el área.
- Existir un medio para estimar la cantidad de información tomada de las estaciones para evitar la incertidumbre
- Disponer del mayor número de datos antes de tomar las decisiones finales.

En la nota técnica 168 de la OMM, refiriéndose a los recursos hídricos; muestra que la primera etapa en la creación de una red básica eficiente es el establecimiento de **una red mínima.** Esta red debería estar compuesta por el menor número de estaciones que la experiencia colectiva de los servicios hidrometeorológicos haya indicado como necesarias para la planificación de los recursos. Es recomendable que la red mínima se desarrolle tan rápido como sea posible, incorporando las estaciones existentes de acuerdo con el tipo de información que estas suministren. De esta manera, la red mínima se convierte en la estructura básica de la red en expansión para atender futuras necesidades en ámbitos específicos. Esta red mínima tiene asociada una densidad mínima, que para el caso de la red climatológica se encuentra clasificada de acuerdo con el tipo de datos que se recopilan.

1) Densidad de estaciones para una red mínima. Se pretende que el concepto de densidad de red sirva como orientación general en caso de carecer de una guía específica; estas densidades de diseño tienden a tener en cuenta las condiciones socioeconómicas y físico-climáticas reales. Las zonas poco pobladas tienen, en general, climas extremos; se trata de altas montañas, regiones áridas, polares o de bosques tropicales. En el otro extremo, las zonas urbanas densamente pobladas requieren de una red pluviométrica

muy densa tanto para el estudio espacio-temporal como para el diseño, gestión y control en tiempo real. Para el caso en la Guía se definen seis tipos de regiones fisiográficas: zonas costeras, zonas montañosas, llanuras interiores, zonas escarpadas ondulantes, islas pequeñas (con superficies inferiores a 500 Km2) y zonas polares y áridas.

2) Densidades para estaciones climatológicas. Se considera que en una estación climatológica que hace parte de una red básica se miden los parámetros, precipitación, evaporación, humedad, temperaturas y vientos. Los dos primeros son fundamentales en estaciones instaladas con fines hidrológicos.

3) Estaciones pluviométricas. En la tabla se presentan los valores correspondientes a la densidad mínima de estaciones pluviométricas. Estos valores no se aplican a grandes desiertos ni extensiones considerables de hielo y se debe tener en cuenta que siguen ciertos principios de instalación y uso, con el fin de atender las necesidades más inmediatas. Los pluviómetros deben estar distribuidos de la manera más uniforme posible, teniendo en cuenta la necesidad de información y el personal de observadores disponible.

Tabla 2. Densidad Mínima Recomendada Omm, Para Estaciones Pluviométricas.

UNIDAD FISIOGRÁFICA	DENSIDAD MÍNIMA POR ESTACIÓN (Superficie en Km² por estación)	
	Sin registro (PM)	Con registro (PG)
Zonas costeras	900	9.000
Zonas montañosas	250	2.500
Llanuras interiores	575	5.750
Zonas escarpadas /ondulantes	575	5.750
Pequeñas islas	25	250
Zonas urbanas		10 a 20
Zonas polares y áridas	10.000	100.000

Fuente: Guía de prácticas hidrológicas, adquisición y proceso de datos, OMM – No. 168

En regiones montañosas, debe darse una atención especial a la distribución vertical tratando de cubrir al máximo las franjas hipsométricas y utilizando pluviómetros totalizadores para medir las precipitaciones a grandes altitudes.

4) Estaciones de evaporación. Una estación de evaporación consiste en un tanque de diseño convencional estándar, donde se toman los datos diarios de evaporación. En ellas se toma también la temperatura del aire, la humedad, el punto de rocío y el comportamiento del viento. En la tabla figuran las recomendaciones para una red mínima de estaciones de evaporación en zonas de fisiografía uniforme.

Tabla 3. Densidad Mínima Recomendada para Estaciones de Evaporación

UNIDAD FISIOGRÁFICA	DENSIDAD MÍNIMA (Superficie en Km² por estación)
Zonas costeras	50.000
Zonas montañosas	50.000
Llanuras interiores	50.000
Zonas escarpadas / ondulantes	50.000
Pequeñas islas	50.000
Zonas polares áridas	100.000

Fuente. Nota técnica 168 - OMM

La evaporación desempeña un papel importante en estudios a largo plazo del régimen hídrico de ríos, lagos y embalses, así como en la explotación del recurso agua. En todos los casos, el número y la distribución de estaciones de evaporación están determinados con base en la configuración y área de los cuerpos de agua y por la región climática en que se encuentran.

5) Criterios de la "Red de Referencia Preliminar". El objetivo que planteó el IDEAM, fue poder determinar un número inicial de estaciones (RRP) que representara las diferentes regiones naturales del país. Estas estaciones se seleccionaron de acuerdo con un conjunto de criterios relacionados con su elevación, longitud y calidad de las series disponibles; con su representatividad geográfica y climatológica y con la calidad del instrumental utilizado y la disponibilidad de los datos. El trabajo se orientó a la precipitación, teniendo en cuenta que es el parámetro de mayor variabilidad y, en consecuencia, los métodos desarrollados para su análisis estadístico son válidos para series con mayor estabilidad en la media y con menor varianza.

Los criterios establecidos para la determinación de la red básica de referencia fueron:

- La densidad por franjas hipsométricas, cada 1000 metros de elevación sobre el nivel medio del mar y sobre los altiplanos.
- La distribución de las estaciones a barlovento y sotavento de las cordilleras y en los valles de los grandes ríos.
- La extensión y validez de las series de datos.
- La calidad de la información suministrada por las estaciones.
- El tipo de estación y el estado y la calidad del instrumental.
- Número de veces que la información se utilizó en estudios e investigaciones por su calidad.
- El cumplimiento de las normas de instalación (área despejada, plana, baja cobertura, etc.).
- Cumplimiento en horarios de observación y calidad en la transcripción de datos.

Para descartar estaciones en áreas en las que se observó una mayor concentración se optó por establecer la calidad de las series de manera empírica, recurriendo al concepto técnico de la verificación de información hidrometeorológica. Se escogieron las estaciones de mayor período de registro y las de mejor calidad en la información mediante la aplicación de pruebas estadísticas. Cumplidas las distintas fases del proceso se propuso, para la medición de la lluvia en los departamentos de Colombia, una densidad de red básica según el método del IDEAM.

Tabla 4. Densidad Promedio de la Red por Departamento

RANGO DE ÁREAS (en Km²)	Número de estaciones por Km²
Dep. con áreas entre 40 y 10.000 Km²	2,43
Dep. con áreas entre 10.000 y 30.000	1,08
Dep. con áreas entre 30.000 y 60.000	0,34
Dep. con áreas entre 60.000 y 90.000	0,24
Territorios con área mayor a 100.000	0,07

6) Consideraciones sobre una red mínima funcional. Se considera una red mínima funcional aquella cuya capacidad físico-técnica permite medir y/o registrar de manera consistente y continua las variaciones que presentan las distintas variables meteorológicas, así como la ocurrencia de fenómenos atmosféricos en un área determinada. Tomando como base los conceptos de **red básica y red mínima** expuestos en párrafos anteriores y considerando la diversidad de condiciones atmosféricas que pueden afectar un territorio en el tiempo, es posible plantear una distribución aproximada de las estaciones que deben conformar una red climatológica **mínima y funcional**. Los tipos de estaciones meteorológicas tenidas en cuenta en una red básica son: Sinópticas, Agro-meteorológicas, Climatológicas y Pluviométricas.

Considerando la nota técnica 111-OMM así como normas y anotaciones incluidas en otras publicaciones, se construyó la tabla siguiente, en la que aparecen los valores medios mínimos tomados para la distancia entre estaciones y como radio de acción (cobertura) de estas. En esta tabla no se consideran las estaciones sinópticas a las que se atribuyen funciones aeronáuticas, aunque en algunos casos presten servicio como climatológicas (al interior de los estudios). Es de anotar que estos valores los determina la OMM para territorios donde no hay presencia de accidentes orográficos que alteren el comportamiento de los elementos meteorológicos, razón por la cual se plantean ajustes que responden a la importancia de la orografía como factor climatológico.

Tabla 5. Valores Medios para Red Mínima Funcional-OMM

TIPO	Distancia media (Km)	Radio de acción (Km)
Climatológica Principal (CP) y Agrometeorológica (AM)	150	75
Climatológica Ordinaria (CO)	50	25
Pluviométrica (PM – PG)	25	13

Fuente: nota técnica No. 111 - OMM, 1970

De acuerdo con la OMM "la combinación de la pendiente y la dirección de la vertiente definen el aspecto físico y climatológico de un lugar". Es claro entonces que, la orografía tiene una fuerte incidencia sobre el comportamiento de las variables meteorológicas. Considerando la diversidad orográfica, se puede concluir que la densidad de la red meteorológica debe estar por encima del triple de los mínimos sugeridos por la OMM ya que estos fueron calculados, como ya se dijo, para terrenos llanos o sin afectación por accidentes orográficos.

1.2. CAPACITACIÓN A LAS COMUNIDADES PARA LA SOCIALIZACIÓN DEL CUIDADO E IMPORTANCIA DE LAS ESTACIONES HIDROMETEOROLÓGICAS INSTALADAS.

Como aporte a esta actividad, se están llevando a cabo visitas técnicas a las zonas donde se encuentran las estaciones meteorológicas de Corpoguajira, con el fin de identificar a las comunidades que allí habitan, así como para tener un primer relacionamiento con las personas que realizan las lecturas o tienen a cargo de manera voluntaria el cuidado o vigilancia de las mismas. En el numeral 2 del presente informe se presenta el informe detallado de las visitas adelantadas hasta la fecha.

Se proyecta realizar esta actividad en el mes de enero de 2024.

1.3. MANEJO DE LA INFORMACIÓN QUE ARROJAN LAS ESTACIONES HIDROMETEOROLÓGICAS DEL SAT.

Durante el presente mes de ejecución, se continuó con la recopilación de la información histórica disponible de las estaciones del SAT, dicha recopilación se realizó a través de consulta del archivo de Corpoguajira, logrando recopilar hasta la fecha las siguientes series de datos de las estaciones (ver Tabla 6), las cuales una vez consolidad la totalidad de la información será sometida a los análisis pertinentes.

En color rojo se encuentran resaltadas las estaciones que definitivamente no cuentan con registros de datos o cuando la entidad que anteriormente operaba el SAT (Cruz Roja) no guardó ni entregó registro de los datos.

Tabla 6. Series de datos de las estaciones del SAT, recopilados a la fecha.

No.	NOMBRE ESTACION	TIPO	ESTADO	FECHA INICIAL DE REGISTRO	FECHA FINAL DE REGISTRO	OBSERVACIONES
1	CERRO BAÑADERO	AUTOMATICA	INACTIVA	09/02/2015	22/04/2015	El periodo de registro es muy corto, la información se encuentra en pdf, se llevará a un formato manejable (Excel, csv, entre otros.)
2	CUCHILLA DEL PAJUIL	AUTOMATICA	INACTIVA			No existe registro de datos de la estación meteorológica.
3	PELADERO	AUTOMATICA	INACTIVA	11/05/2013	03/12/2013	El periodo de registro es muy corto, la información se encuentra en pdf, se llevará a un formato manejable (Excel, csv, entre otros.)
4	RIO CLARO	AUTOMATICA	INACTIVA	01/10/2013	03/12/2013	El periodo de registro es muy corto, la información se encuentra en pdf, se llevará a un formato manejable (Excel, csv, entre otros.)
5	RIO RANCHERIA	AUTOMATICA	INACTIVA			No existe registro de datos de la estación meteorológica.
6	RIO TAPIAS	AUTOMATICA	INACTIVA	05/10/2013	16/03/2015	El periodo de registro es muy corto, la información se encuentra en pdf, se llevará a un formato manejable (Excel, csv, entre otros.)
7	RIO JEREZ	AUTOMATICA	INACTIVA	01/01/2015	10/03/2015	El periodo de registro es muy corto, la información se encuentra en pdf, se llevará a un formato manejable (Excel, csv, entre otros.)
8	RIO CAÑAS	AUTOMATICA	INACTIVA	01/01/2015	16/03/2015	El periodo de registro es muy corto, la información se encuentra en pdf, se llevará a un formato manejable (Excel, csv, entre otros.)
9	TOMARRAZON	CONVENCIONAL	ACTIVA	19/12/2009	29/02/2015	Existe otro registro de 01/03/2022 a 31/08/2022 que será adicionado.
10	LAS CASITAS	CONVENCIONAL	ACTIVA	19/12/2009	29/02/2015	Existe otro registro de 01/03/2022 a 25/08/2022 que será adicionado.
11	LA GLORIA	CONVENCIONAL	INACTIVA	19/12/2009	29/02/2015	
12	LA LOLA	CONVENCIONAL	INACTIVA	19/12/2009	29/02/2015	
13	PENJAMO	CONVENCIONAL	ACTIVA	07/01/2010	30/11/2014	Existe otro registro de 01/03/2022 a 18/08/2022 que será adicionado.
14	LA VAINILLA	CONVENCIONAL	INACTIVA	07/01/2010	28/02/2014	
15	SALAMANCA	CONVENCIONAL	ACTIVA	07/10/2010	29/02/2015	Existe otro registro de 01/03/2022 a 31/08/2022 que será adicionado
16	CERRO LAS NUBES	CONVENCIONAL	INACTIVA	01/05/2011	29/02/2015	

No.	NOMBRE ESTACION	TIPO	ESTADO	FECHA INICIAL DE REGISTRO	FECHA FINAL DE REGISTRO	OBSERVACIONES
17	INFOTEC	CONVENCIONAL	ACTIVA	01/05/2022	15/08/2022	
18	Escuela rural mixta	AUTOMATICA	ACTIVA			A espera de entrega de los registro de datos por parte de Corpoguajira, una vez sea cuente con el software de recepción de la información.
19	Universidad de La Guajira	CONVENCIONAL	ACTIVA	01/05/2022	15/08/2022	
20	Piyaya	AUTOMATICA	ACTIVA			A espera de entrega de los registro de datos por parte de Corpoguajira, una vez sea cuente con el software de recepción de la información.
21	Cerro de La Teta	AUTOMATICA	ACTIVA			A espera de entrega de los registro de datos por parte de Corpoguajira, una vez sea cuente con el software de recepción de la información.
22	Uniguajira Maicao	CONVENCIONAL	ACTIVA	01/04/2022	31/08/2022	
23	Royo Sirra	CONVENCIONAL	ACTIVA	01/04/2022	31/08/2022	
24	Angostura	CONVENCIONAL	ACTIVA	01/05/2022	31/08/2022	
25	Eucalipto Las Colonias	AUTOMATICA	ACTIVA			A espera de entrega de los registro de datos por parte de Corpoguajira, una vez sea cuente con el software de recepción de la información.
26	Marocaso-Amazonas	CONVENCIONAL	ACTIVA			No posee registros a la fecha.
27	El Molino	AUTOMATICA	ACTIVA			A espera de entrega de los registro de datos por parte de Corpoguajira, una vez sea cuente con el software de recepción de la información..
28	La Jagua del Pilar	AUTOMATICA	ACTIVA			A espera de entrega de los registro de datos por parte de Corpoguajira, una vez sea cuente con el software de recepción de la información.

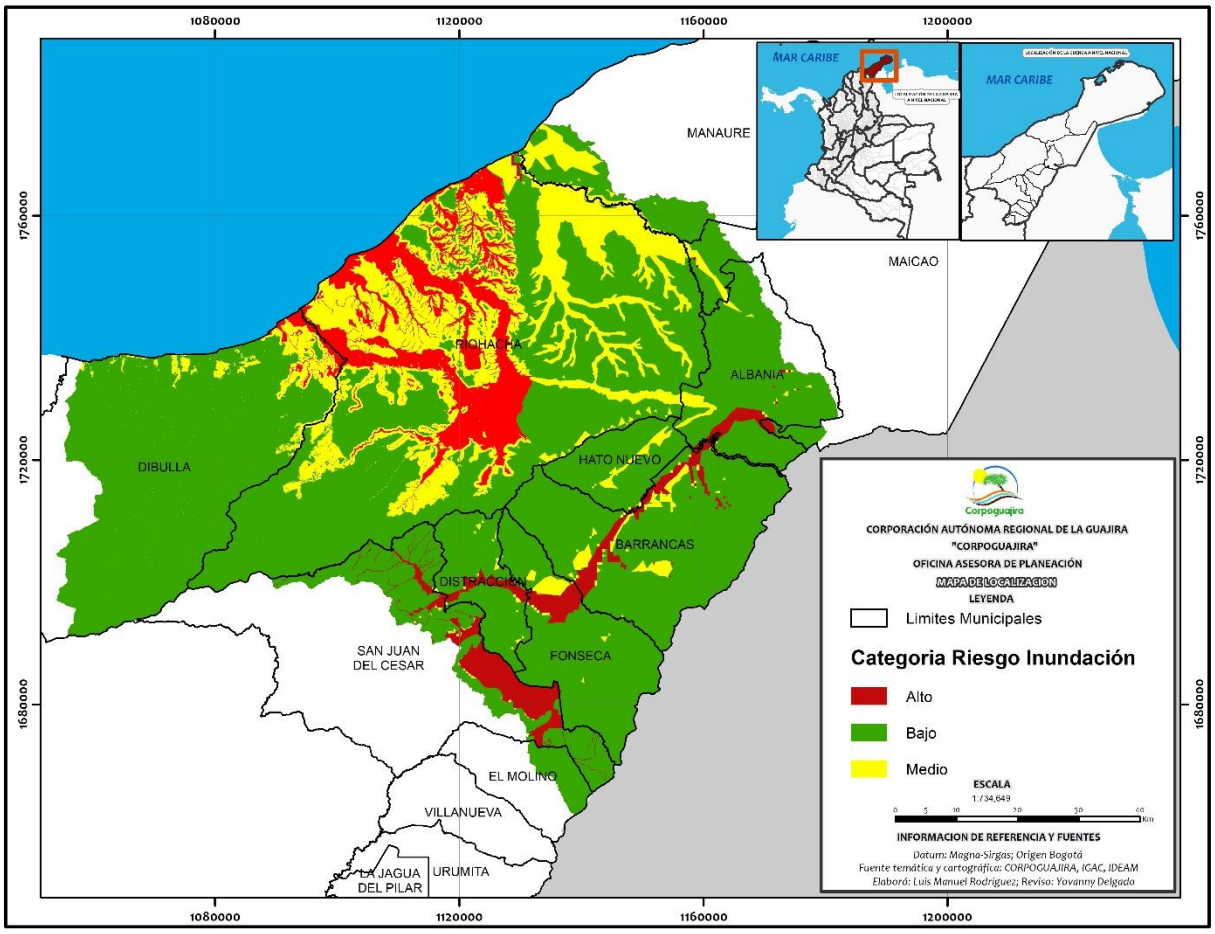
Fuente: Elaboración propia.

Los datos de los registros se encuentran disponibles en el siguiente enlace: https://drive.google.com/drive/folders/14vWl3DRyqu85nGcHzcRlkTWZf7Ihkggj?usp=sharing

1.4. PRIORIZAR ZONAS DE ALTO RIESGO POR EVENTOS CLIMÁTICOS SEGÚN HISTÓRICOS.

Producto de la revisión de los diferentes estudios que existen en materia de gestión de riesgos, se ha logrado consolidar a la fecha, las zonas que presentan alto riesgo por inundaciones, las cuales se presentan en el siguiente mapa:

Figura 1. Zonas que presentan alto riesgo por inundaciones.



Fuente: Corpoguajira, 2023. Elaboración propia.

Las demás áreas del departamento de La Guajira, aun no cuentan con estudios suficientes que definan el nivel de riesgo por inundaciones.

1.5. INTERPRETACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN HIDROLÓGICA DE LOS AFLUENTES HÍDRICOS GENERADOS POR EL IDEAM U OTRAS ESTACIONES DEL DEPARTAMENTO PARA DETECTAR ZONAS DE INUNDACIÓN Y ZONIFICAR EN MAPAS.

Para el presente mes de ejecución, se consolidó la información de las estaciones hidrológicas localizadas en las cuencas del Río Tapias, Rio Ancho y Otros Directos al Caribe, y Río Alto Cesar. Las estaciones hidrológicas para las cuales se obtuvo la información son las siguientes:

Tabla 7. Estaciones hidrológicas en las cuencas del Río Tapias, Rio Ancho y Otros Directos al Caribe, y Río Alto Cesar.

ESTACION	CATEGORIA	ESTADO	FECHA_INST	LAT		LONG	MUNICIPIO	CORRIENTE
CORRAL DE PIEDRA [28017080]	Limnimétrica	Activa	15/03/1970	10.82		73.06	San Juan Del Cesar	Cesar
ANCHO [15037010]	Limnigráfica	Activa	15/09/1971	11.21		73.46	Dibulla	Ancho
MINGUEO [1503703]	Limnimétrica	Activa	15/06/1990	11.21		73.40	Dibulla	Canas
ANAIME [15047010]	Limnigráfica	Suspendida	15/10/1975	11.23		73.05	Riohacha	Tapias
PUENTE BOMBA [15047020]	Limnimétrica	Activa	15/10/1975	11.25		73.16	Riohacha	Tapias

Fuente: IDEAM, 2023. Elaboración propia.

La información se encuentra en proceso de análisis, las series de datos se encuentran organizadas por cuenca hidrográfica y disponibles en el siguiente enlace: https://drive.google.com/drive/folders/1K6a86jc1bLDvJUNtkAKApL_sA94CqScs?usp=drive_link

2. REALIZAR VISITAS A CAMPO PARA LA ACREDITACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS ANTE LA ENTIDAD COMPETENTE.

Se plantea para esta actividad realizar visitas a campo y generar informes técnicos con el estado de las estaciones, detallando el cumplimiento de las estaciones en cuanto a normas nacionales y/o internacionales. Dichos informes serán enviados por la Corporación al IDEAM para que sean revisados y desde sus competencias puedan pronunciarse sobre temas de acreditación o emitir un concepto sobre las estaciones.

Para el presente mes de ejecución se visitaron las siguientes estaciones meteorológicas:

ESTACION METEOROLOGICA ANALOGA, INSTITUTO AGROPECUARIO INFOTEC, SAN JUAN DEL CESAR.

Fotografía 1. Vista general estación Infotec.

Fotografía 2. Caseta Psicométrica estación Infotec.

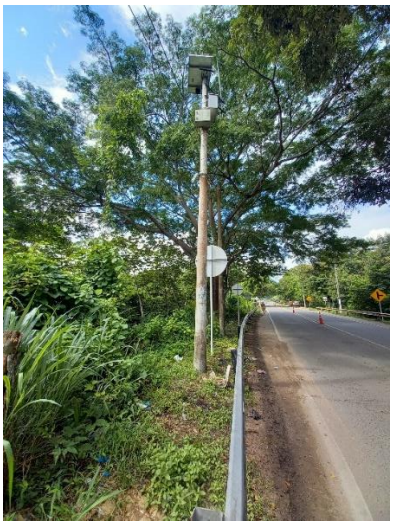
Fotografía 3. Pluviómetro estación Infotec.

Fotografía 4. Termómetros estación Infotec.

ESTACION METEOROLOGICA, CLASE HIDROLOGICA AUTOMATICA, RIO CAÑAS MINGUEO, DIBULLA.

La estación se encuentra en buen estado físico, se recomienda mantenimiento para verificar su operación.

Fotografía 5. Vista general estación Rio Cañas.



Fotografía 6. Paneles solares, batería y equipos electrónicos estación Rio Cañas.

Fotografía 7. Sensor de medición de nivel de rio estación Rio Cañas.

Fotografía 8. Cable de conexión del sensor de nivel estación Rio Cañas.

Fotografía 9. Reglilla de medición manual del nivel del rio estación Rio Cañas.

ESTACION METEOROLOGICA, CLASE HIDROLOGICA AUTOMATICA, RIO JEREZ, DIBULLA.

Fotografía 10. Vista general de la estación Rio Jerez.

Fotografía 11. Paneles solares, batería y equipos electrónicos estación Rio Jerez.

Fotografía 12. Sensor de medición de nivel de rio estación Rio Jerez

Fotografía 13. Cable de conexión del sensor de nivel estación Rio Jerez.

ESTACION METEOROLOGICA, CLASE HIDROLOGICA AUTOMATICA, RIO TAPIAS, DIBULLA.

Fotografía 14. Vista general de la estación Rio Tapias.

Fotografía 15. Paneles solares, batería y equipos electrónicos estación Rio Tapias.

Fotografía 16. Sensor de medición de nivel de rio y reglilla, estación Rio Tapias.

ESTACIÓN PÉNJAMO, RIOHACHA

Fotografía 17. Vista general Estación Pénjamo, Riohacha.

Fotografía 18. Pluviómetro y caseta Estación Pénjamo, Riohacha.

Fotografía 19. Revisión termómetro Estación Pénjamo, Riohacha.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Referente a la actividad de análisis de la información historia de las estaciones, durante el presente mes de ejecución, se realizó la recopilación de la información histórica disponible de las estaciones del SAT, dicha recopilación se realizó a través de consulta del archivo de Corpoguajira, logrando recopilar hasta la fecha series de datos de 20 estaciones.

Se recomienda a Corpoguajira agilizar la adquisición e instalación del software para el manejo de la información de las estaciones automáticas para poder cubrir el análisis de la información de todas las estaciones.

De las visitas de campo a las estaciones, es importante mencionar que todas las estaciones visitadas en el periodo, requieren mantenimiento, las estaciones automáticas requieren la repotenciación de las mismas.

Se recomienda a Corpoguajira agilizar los contratos de repotenciación y mantenimiento de las estaciones, con el fin de ser puestas en funcionamiento y garantizar la operatividad de las mismas.

Cra. 7 # 12-15, Riohacha - Colombia
Tel: (5) 727 3905 Telefax: (5) 727 3904
Laboratorio: (5) 727 5052 - Fonseca (5) 775 6123
www.corpoguajira.gov.co