

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA POR INUNDACION Y  
DESLIZAMIENTO EN EL FLANCO NORORIENTAL DE LA SIERRA NEVADA DE  
SANTA MARTA – DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA**



**Corpoguajira**

**CORPORACION AUTÓNOMA REGIONAL DE LA GUAJIRA  
2011**

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LA GUAJIRA**  
**CORPOGUAJIRA**

**ARCESO JOSE ROMERO PEREZ**

Director General

**JOSE GREGORIO ROIS ZUÑIGA**

Secretaria General

**OMAR OBANDO DAEZ**

Subdirector de Calidad Ambiental

**JAIME PINTO BERMUDEZ**

Subdirector de Gestión y Desarrollo

**LUIS MANUEL MEDINA TORO**

Jefe oficina Asesora de Planeación

**MARIA JOSÉ BRUJES GONZALEZ**

Asesora de Despacho Control Interno

**ALIRIO ARCINIEGAS MOLINA**

Asesor Territorial del Sur

**MAILENE LAUDITH ROBLES PINTO**

Jefe oficina Asesora Jurídica

**JORGE MIGUEL GUEVARA FRAGOZO**

Asesor de Desarrollo Institucional

**PROYECTADO POR:**

**JOHN DORANCÉ MANRIQUE OSORIO**

Geólogo

**GRUPO S.I.G.**  
**CORPOGUAJIRA**

## **1. INTRODUCCION**

El aumento de la población desplazada hacia los centros urbanos ha traído como consecuencia, la ocupación acelerada y desordenada de algunas áreas de laderas de los cerros y rondas hidráulicas en la estribación norte de la Sierra Nevada de Santa Marta, generando una alta presión sobre estas áreas, debido a la construcción antitécnica de las viviendas y al mal manejo de las aguas residuales.

La Corporación Autónoma Regional de La Guajira, desarrolla el proyecto para el diseño, instalación y operación de un sistema de alerta temprano para inundación y deslizamientos; este proyecto plantea la instalación de una red de estaciones automáticas hidrometeorológicas que permita conocer el comportamiento de la precipitación y de los niveles de la superficie del agua en los drenajes en tiempo real, para prevenir o disminuir mediante la detección y emisión de alertas tempranas la pérdida de vidas humanas y/o bienes materiales, como también las actividades económicas (agricultura), anticipándose a la ocurrencia de inundaciones y fenómenos de remoción en masa.

Es importante señalar que el SAT que se propone forma parte de una serie de medidas que buscan prevenir o mitigar problemas que pueden generar los fenómenos de inundación y deslizamientos de tierra en el sector proyectado, y que son detonados principalmente por intensas lluvias y/o actividades antrópicas como la tala y quema de la cobertura de la cuenca, por tanto el SAT no representa una solución definitiva a los problemas del sector pero si una primera aproximación, que una vez calibrada permitirá la toma de decisiones oportunas en criterios mejor sustentados.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo General**

Desarrollar el montaje y operación de un Sistema de alerta Temprana por Inundación y Deslizamiento, en el flanco nororiental de la Sierra Nevada de Santa Marta, Departamento de La Guajira.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- \* Alertar a las poblaciones para reacción y protección.
- \* Involucra a las comunidades en sus acciones de GESTIÓN DE RIESGO LOCAL.
- \* Promueve la solidaridad entre comunidades localizadas en diferentes zonas geográficas y altitudes a lo largo de la cuenca.
- \* Sistema de monitoreo y pronóstico para alertar a la población en caso de inundaciones o represamientos.
- \* Capacitación de coordinadores en la gestión local de riesgo.
- \* Impulsar una cultura de prevención de desastres por medio de la educación y divulgación.
- \* Analizar el comportamiento espacial y temporal de las precipitaciones para las localidades de Pueblo Viejo (Dibulla) y Cerro Bañaderos (Hato Nuevo).
- \* Analizar el comportamiento y características fisiográficas e hidráulicas de las cuencas asociadas a los fenómenos de inundación.
- \* Identificar las zonas con potencial inundable tanto por desbordamientos de los cauces principales, como por encharcamientos de larga duración.
- \* Establecer una red de alertas conformada por las estaciones automáticas, los sistemas de comunicación, central de recepción de datos, desarrollo de la base de datos asociada y aplicaciones.
- \* Instalar y montar el sistema de estaciones que conformará la red de alertas.

a) Adquirir las estaciones y la estación receptora de datos.

b) Instalar e implementar el sistema de estaciones, red de comunicaciones, central de recepción.

\* Implementar el sistema de operación de la red de alertas y del manejo de la información que se recibe en tiempo real.

a) diseñar la base de datos asociada al sistema de alertas y transferencia de datos al banco de información del IDEAM.

b) Operar el sistema de alertas.

c) Manejar la información recibida e implementar los aplicativos que utilicen la información en tiempo real.

d) Calibrar tanto las estaciones climatológicas satelitales como los registradores automáticos de nivel (ultrasónicos) para la emisión de alertas. El éxito de la emisión de alertas tempranas radica en el monitoreo de umbrales de precipitación que otorguen un tiempo de reacción o respuesta suficiente para la ejecución de acciones oportunas sobre los sectores afectados. El sistema de alertas tendrá un énfasis principal en el monitoreo de la precipitación y niveles del agua en los principales ríos de la troncal del Caribe (Río Hacha – Palomino), lo cual garantiza que bajo una situación de umbrales adecuadamente calibrada se podrán tomar las medidas necesarias. De manera general, la calibración del sistema de alertas para fenómenos naturales como inundación y remoción en masa se adelantará mediante un estudio de correlaciones entre los eventos detonados y la cantidad de lluvia detonante tanto en el momento de ocurrencia del evento como en el periodo antecedente del evento. Este estudio de correlaciones, basado en el registro disponible permitirá definir dos niveles de decisión básica: el primero a partir del cual se tienen posibles situaciones de alerta “nivel de alerta potencial”, y el segundo, a partir del cual se activan o detonan eventos significativos, “nivel detonante”. Esta calibración del sistema de alertas a partir del criterio de inundaciones se adelantará siguiendo la siguiente metodología:

- Determinación de los tiempos de concentración en las cuencas de las corrientes con potencial inundable.

- Inventario histórico de inundaciones con base en información existente y disponible para ser asociados a las partes altas productoras de lluvia detonante.

- Mediante la utilización de un modelo hidrológico se determinarán en forma aproximada los valores de precipitación que puedan generar caudales con potencial inundable.

- Reevaluación y calibración de los criterios de operación de la red con base a nueva información capturada cada año en las estaciones automáticas instaladas.

\* La calibración del sistema de alertas a partir del criterio de fenómenos de remoción en masa se adelantará siguiendo la siguiente metodología:

a) Se adelantará el análisis del inventario de deslizamientos históricos ocurridos en el área con base a la información suministrada por la comunidad asentada en la zona, con el fin de priorizar zonas de potencial amenaza.

b) Se generarán curvas de precipitación acumulada con los datos diarios a partir de la presencia de un nuevo evento de remoción en masa una vez se tengan las estaciones funcionando y la información disponible, con esto, se establecerá la lamina precipitada antecedente e instantánea que pudo haber detonado el deslizamiento.

c) Con base en la información del proceso anterior, se aproximarán las curvas de umbrales críticos determinadas preliminarmente, para ir calibrando la red.

### **3 LOCALIZACIÓN**

El área de estudio se encuentra localizada en el departamento de La Guajira, en el flanco nororiental de La Sierra Nevada de Santa Marta, en las cuencas de los ríos, Palomino, Cañas, Tapias, Jerez, Camarones y Ranchería. Además el centro de recepción será en la ciudad de Riohacha, mas propiamente en el edificio de CORPOGUAJIRA.

Las coordenadas de las estaciones tanto climatológicas como hidrológicas, estación de recepción y antena repetidora, se muestran a continuación.

#### **3.1 ESTACIONES METEOROLÓGICAS CON TELEMETRÍA RADIAL Y OPCIÓN SATELITAL (GOES).**

Pueblo Viejo (Municipio de Dibulla) Localización: 11°02'31.24''N / 73° 26' 31.89''W  
Altitud 2.200 m.s.n.m

Cerro Bañaderos (Municipio de Hato Nuevo) Localización: 11°07'34.84''N / 72° 47' 45.46''W  
Altitud 1.200 m.s.n.m

### **3.2 ESTACIONES CON REGISTRADORES AUTOMÁTICOS DE NIVEL CON TELEMETRÍA RADIAL**

Puente sobre el río Ranchería (Batallón Cartagena – Troncal del Caribe) Localización: 11° 30' 39.9''N / 72° 51' 21.2''W Altitud 05.00 m.s.n.m

Puente sobre el río Tapias (Caserío de Puente Bomba – Troncal del Caribe) Localización: 11° 15' 43.9''N / 73° 09' 31.4''W Altitud 17.00 m.s.n.m

Puente sobre el Río Jerez (Sector de Río Claro- Troncal del Caribe) Localización: 11° 12' 46.4''N / 73° 15' 06.1''W Altitud 60.00 m.s.n.m.

Puente sobre el río Cañas (Corregimiento de Mingueo - Troncal del Caribe) Localización: 11° 12' 42.9''N / 73° 24' 11.9''W Altitud 36.00 m.s.n.m

Puente sobre el Río Camarones (Corregimiento de Camarones – Troncal del Caribe) Localización: 11° 24' 55.3''N / 73° 03' 39.7''W Altitud 10.00 m.s.n.m

Puente sobre el Río Palomino (Corregimiento de Palomino - Troncal del Caribe) Localización: 11° 14' 41.2''N / 73° 34' 05.0''W Altitud 06.00 m.s.n.m.

### **3.3 ESTACIÓN REPETIDORA.**

Corregimiento de Mingueo (Dibulla) Estación Termoguajira GECELCA S.A. E.S.P. Localización: 11° 15' 35.45''N / 73° 24' 54.53''W Altitud 03.00 m.s.n.m

### **3.4 ESTACIÓN BASE.**

Edificio de La CRUZ ROJA (Riohacha)

## **5. ANTECEDENTES**

Los poblados asentados sobre las laderas de los diferentes afluentes nacidos directamente en la Sierra Nevada de Santa Marta, han sido afectados reiterada e históricamente por inundaciones y avenidas torrenciales ocasionadas por tormentas y lluvias intensas registradas en las vertientes medias y altas que causan desbordamientos especialmente de los ríos Palomino, Cañas, Jerez, Tapias y Camarones.

## **6. CLIMATOLOGIA**

Por la posición geográfica de Colombia, la península de La Guajira está situada bajo la influencia de la circulación de corrientes de aire húmedo originadas en los océanos, gran parte por los huracanes que se forman en el Caribe entre los meses de junio a noviembre. Estas masas de aire producen la mayor parte de la precipitación en los meses de septiembre, octubre y noviembre (período lluvioso principal).

El clima de la costa Caribe colombiana se caracteriza por dos períodos bien definidos, uno seco de diciembre a abril y uno de lluvias de junio a noviembre.

- Período seco principal: enero-abril
- Período lluvioso menor: abril-junio
- Período seco menor: junio - septiembre
- Período lluvioso principal: septiembre - noviembre.

En general, la evaporación es elevada en la mayor parte de la región, debido a factores tales como localización geográfica, vegetación, tipo de suelo, entre otros.

Los vientos característicos de esta zona varían en intensidad y dirección durante la temporada seca y la temporada húmeda. Cuando la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) se encuentra al sur de La Guajira, ocurre la época seca y se sienten en el área los vientos "Alisios del Norte", vientos fuertes (mayores de 10 m s-1) y uniformes del Nor-Noreste. Si la ZCIT se encuentra al norte de La Guajira, los vientos llegan más del sur o del sureste, vientos más lentos y cálidos que vienen del continente, normalmente cargados de vapor de agua y asociados a precipitaciones en el área.



## **7. DISEÑO DEL S.A.T. A PARTIR DEL CRITERIO DE INUNDACIONES.**

Uno de los fenómenos críticos que se desea monitorear en el sector corresponde al fenómeno de inundaciones, las cuales se presentan en el sector de estudio como consecuencia de diversos factores que se indican en la siguiente sección y que han llegado a producir desastres en la zona como los registrados en la sección de antecedentes y que serán considerados para el diseño.

Es fundamental señalar que el énfasis del sistema de alerta estará en el monitoreo de la precipitación por dos razones básicas, la primera tiene que ver con la existencia de subcuencas pequeñas que poseen tiempos de concentración muy cortos que no permiten contar con tiempos de reacción o respuesta suficientes para emitir alertas tempranas a partir de variables como niveles o caudales. La segunda por que los antecedentes y experiencias en este tipo de sistemas reportan a la variable lluvia como la que mejor correlación ha suministrado para alertas sobre eventos desastrosos.

Es importante señalar que la red de alertas que se propone forma parte de una serie de medidas que buscan mitigar los problemas que se generan en el sector de estudio y que son detonados principalmente por lluvias y actividades antrópicas. Por lo tanto el S.A.T. no representa una solución definitiva a los problemas del sector pero si una primera aproximación que luego de calibrada, permitirá la toma de decisiones oportunas y basadas en criterios mejor sustentados.

Por lo regular en el sector de estudio se presenta un tipo de inundación generada a partir de la acumulación de caudales de diferentes afluentes que originan desbordamientos con largos periodos de afectación en sus partes bajas, dada la alta duración de los anegamientos que se producen en sectores con menores altitudes.

## **8. CUENCAS COMPONENTES DEL ÁREA DE ESTUDIO**

El área de estudio consta desde el punto de vista de su red de drenaje, de las cuencas hidrográficas de los ríos Palomino, Cañas, Jerez, Tapias, Camarones y cuenca baja río Ranchería. En total seis (6) cuencas, las cuales se han caracterizado por relacionarse con eventos de inundación históricos y sobre las cuales se desea ejercer un monitoreo permanente a través del presente proyecto de red.

## **9. EXTENSIÓN DE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS VERTIENTE NORTE S.N.S.M.**

<b>Cuenca Hidrografica</b>	<b>Área (kms<sup>2</sup>)</b>
Río Palomino	684
Río Cañas – Santa Clara	135
Jerez - Dibulla	219
Tapias - Enea	1035
Camarones	450
Ranchería	4065

Fuente: S.I.G. CORPOGUAJIRA.

## **10. PROBLEMÁTICA**

Los procesos erosivos, aunque en la actualidad no son graves, podrían extenderse en poco tiempo como consecuencia del uso equivocado de la tierra, y de las prácticas culturales: cultivos limpios en laderas de pendiente mayor al 25%, con surcos orientados a los largo de la pendiente; quemas y control de malezas con azadón; la cacería y la pesca indiscriminada, mediante estrategias de quema y cebos venenosos, sumadas a la intervención progresiva del bosque primario, ha puesto en grave peligro la supervivencia de especies importantes. Especies faunística como el venado, la lapa, el armadillo, el ñeque, el conejo y algunas aves y reptiles, prácticamente han desaparecido de la cuenca, por migración o muerte, a consecuencia de la destrucción del hábitat. Las condiciones de salubridad, educación, seguridad y desarrollo social son muy precarias.

## **11. CARACTERÍSTICAS DE LOS SENSORES**

### **Sensor de velocidad de viento**

Rango de medida: 0 – mínimo 65 m/s.

Precisión: +/-0.1% para = 5 m/s y 2% para > 5 m/s

Resolución: 0.5 m/s

Voltaje de Alimentación: 9.....30 VDC.

Exactitud Operativa: +/-0.5 m/s

Constante de tiempo del sensor: 2 – 5 m

Salida: 4...20 mA

### **Sensor de dirección de viento**

Rango: 0 – 360°

Precisión: +/- 5 %

Resolución del sensor: 1°

Obtención del dato: Inst. a la hora, vector resultante, sector predominante del Inter. programado

### **Sensor de temperaturas del aire**

Rango: -30 a + 60°C

Precisión: +/-0.1°C

Resolución: 0.1 °C

Exactitud Operativa: +/- 0.2 °C

Tiempo de respuesta máximo:10 seg.

### **Sensor de Evaporación**

Rango: 0 a 100 mm

Exactitud:+/-1.5%

Resolución: 0.1 mm

Salida: 4...20 mA

Alimentación: 14...18 VDC

### **Tanque de Evaporación tipo A**

Rango de Medida: 0 - 150 mm

Precisión: 1 mm.

Construida en acero inoxidable o galvanizado de . =120 cm. x h=25 cm. Según Norma OMM.

Tarima de madera (colorado) para el tanque de evaporación de 122 x 122 cm. construida con listones de 5 x 15 cm. 4 verticales y los restantes horizontales.

### **Sensor de Humedad de aire.**

Rango: 0 a 100%.

Precisión: +/-3%

Resolución: 1%.

Exactitud Operativa: +/-3 – 5%

Debe de estar protegido contra la radiación solar y lluvia por una carcasa en material resistente a la corrosión con recubrimiento de pintura apóxica blanca, con adecuada ventilación.

### **Sensor de temperatura del suelo**

Rango: -20 a + 40 ° C

Precisión: +/- 0.1°C

Exactitud operativa: +/- 0.3°C

Resolución: 0.1°C

### **Sensor de Presión atmosférica**

Rango de Medición: 800 a 1060 hPa

Energía Auxiliar: 10 – 30 VDC

Precisión: +/- 0.3 hPa

Resolución: 0.1 hPa

Linealidad: +/- 0.25 hPa

Histéresis: +/- 0.03 hPa

Salida: 0.....5 V

### **Sensor de Precipitación**

Rango: 0 - > 400 mm

Precisión: +/-0.1 mm para precipitaciones = 5 mm/hr, +/-2.0% para > 5mm

Resolución: 0.1mm por volteo

Exactitud Operativa: +/- 5%

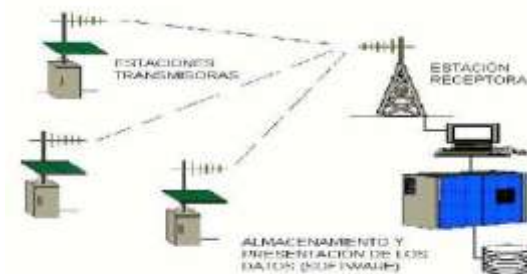
### **Sensores de Radiación Solar Global y Reflejada**

Rango espectral:305 a 2800 nm

Rango de Medición: 0 – 1300 W/m<sup>2</sup>

Sensitividad: 4 - 6 μV/watt/m<sup>2</sup>

La conexión de los sensores con la plataforma deberá ser a través de conectores identificables tales como color y numero de pines y que se puedan desconectar sin abrir la plataforma colectora de datos.



Sistema de telemetría radial y recepción de datos

## ANEXO FOTOGRAFICO



REGISTRADOR AUTOMÁTICOS DE NIVEL (SENSOR RADAR ULTRASÓNICO)



FORMA DE INSTALACIÓN DEL SENSOR