

# Sistemas de alerta temprana en monitoreo atmosférico para la gestión del riesgo

Guía para la persona usuaria

## Elaborado por:

Dr. Marcial Garbanzo Salas, director Escuela de Física.

M. Sc. Kattia Medina Arias, coordinadora Unidad de Gestión del Riesgo de Desastres.

M. Sc. Rubén Madrigal Cordero, coordinador Laboratorio de Observación del Sistema Climático.

M.Sc. Alberto Salazar Murillo, Centro de Investigaciones Geofísicas.

Versión 01, 2025

# índice

<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>Descripción general del sistema.....</b>	<b>2</b>
Micro Estación Meteorológica Automática (uEMA) .....	2
Instalación y montaje de las uEMA .....	2
Encendido y verificación operativa de la uEMA .....	3
Acceso y visualización de datos de uEMA.....	3
Mantenimiento preventivo de uEMA.....	3
Manejo de fallas de uEMA .....	4
<b>Interpretación de los datos.....</b>	<b>4</b>
<b>Sensor para Iluminación .....</b>	<b>4</b>
Definición .....	4
Importancia.....	4
Rangos de referencia.....	5
Cómo usar los datos .....	5
<b>Sensores de precipitación.....</b>	<b>6</b>
Definición .....	6
Importancia.....	6
Rangos de referencia.....	7
Cómo usar los datos .....	7
<b>Presión atmosférica.....</b>	<b>9</b>
Definición .....	9
Importancia.....	9
Rangos de referencia.....	10
Cómo usar los datos .....	11
<b>Sistema de monitoreo de rayería de alta resolución temporal.....</b>	<b>12</b>

**Actividad de rayería (GLM – GOES-19)..... 13**

**Definición ..... 13**

**Importancia..... 13**

**Rangos de referencia..... 14**

**Cómo usar los datos ..... 15**

**Roles y responsabilidades ..... 16**

**Buenas prácticas ..... 16**

**Glosario ..... 17**

**Preguntas Frecuentes..... 19**

**Anexos .....20**

# Introducción

La gestión del riesgo de desastres en la Universidad de Costa Rica requiere contar con herramientas técnicas que fortalezcan los procesos de vigilancia, análisis y toma de decisiones ante condiciones hidrometeorológicas que puedan afectar a la comunidad universitaria. En atención a este objetivo, la Red de Monitoreo Atmosférico incorpora micro estaciones meteorológicas automáticas como dispositivos estratégicos para la generación de datos en tiempo real, contribuyendo al fortalecimiento de los sistemas institucionales de alerta temprana.

La presente guía tiene como propósito brindar al personal de los Comités de Gestión del Riesgo y Atención de Emergencias (COGRAE) los lineamientos necesarios para el uso, monitoreo, interpretación y mantenimiento de las micro estaciones instaladas en las distintas sedes y recintos. El documento describe la funcionalidad de los principales sensores, los procedimientos operativos básicos, las pautas para el manejo de fallas y las buenas prácticas que permiten garantizar la continuidad y confiabilidad de la información generada.

Los datos obtenidos mediante estas micro estaciones constituyen un insumo importante para la valoración de escenarios de riesgo, la activación de protocolos institucionales y la toma de decisiones informadas basadas en evidencia. Su adecuada administración y análisis contribuyen al desarrollo de acciones preventivas y de preparación más efectivas, coherentes con el compromiso de la Universidad con la resiliencia y la protección de las personas y de la infraestructura.

Esta guía se concibe como un instrumento de referencia para apoyar la gestión técnica-operativa del personal responsable, facilitando la consolidación de una cultura institucional orientada a la anticipación, la prevención y el uso responsable de la información para la reducción del riesgo de desastres.

# Descripción general del sistema

## Micro Estación Meteorológica Automática (uEMA)

Las micro estaciones meteorológicas permiten observar la atmósfera. Recolectan datos en tiempo real sobre variables como precipitación, presión atmosférica e intensidad de luz ambiental. Cada estación cuenta con los sensores específicos, un sistema de alimentación solar y una plataforma de transmisión de datos.



**Figura 1.** Vista general de los sensores y panel solar de la micro estación. (1) pluviómetro, (2) sensor para intensidad de luz ambiental, (3) panel solar, (4) carcasa protectora donde se almacena el microcontrolador y el sensor para presión atmosférica. En su parte inferior hay un botón para reset.

## Instalación y montaje de las uEMA

La instalación y montaje de cada micro estación está a cargo del Laboratorio de Observación del Sistema Climático (LOSIC), con apoyo del Centro de Investigaciones Geofísicas (CIGEFI), junto con la Unidad de Gestión del Riesgo de Desastres (UGRD), en el marco de un proyecto financiado por la Vicerrectoría de Administración.

Las consideraciones técnicas establecen que el lugar de instalación debe estar libre de obstrucciones visuales, en un sitio seguro y accesible. Para ello, se siguen normas de seguridad y montaje definidas por el equipo técnico del proyecto.

Más allá de lo operativo, estas micro estaciones representan una herramienta para la gestión del riesgo en la Universidad. Los datos que generan permiten contar con información actualizada y precisa sobre las condiciones atmosféricas en las sedes y recintos en las que se encuentran ubicadas, lo que facilita la toma de decisiones oportuna en situaciones que podrían materializar una emergencia y, además, contribuye a la planificación preventiva. Su valor radica en que fortalecen la capacidad institucional de anticiparse a escenarios de riesgo, favoreciendo la seguridad de la comunidad universitaria.

## **Encendido y verificación operativa de la uEMA**

Una vez instalada la estación, el equipo técnico es el encargado de verificar su operatividad. Esto incluye comprobar la señal del chip de transmisión, el estado del panel solar y que los sensores estén funcionando correctamente.

## **Acceso y visualización de datos de uEMA**

Los datos recolectados por la estación son transmitidos a una base de datos central. El personal autorizado puede visualizar estas variables a través del portal web <http://relampagos.ucr.ac.cr:3000/login> con las credenciales asignadas. Se debe notar que la dirección no es una conexión segura (no debe incluir la “s” de https)

## **Mantenimiento preventivo de uEMA**

Cada COGRAE deberá realizar limpieza mensual de los sensores de radiación y precipitación, revisar el estado del panel solar, verificar conexiones visibles, y registrar todas las acciones en una bitácora de mantenimiento (anexo 1). Es importante que la limpieza de los sensores se debe realizar con materiales suaves como paños o toallas de cocina humedecidas con agua limpia. No utilice materiales abrasivos como fibras o esponjas de limpieza como las utilizadas para lavar platos o similares, esto puede causar daños en el equipo. Si el equipo está cubierto por algas o elementos que no se despejen fácilmente, reportelo inmediatamente y dejar que el equipo técnico se encargue.

## Manejo de fallas de uEMA

En caso de fallas, se deberá identificar el problema, y comunicarlo al LOSIC ([losic@ucr.ac.cr](mailto:losic@ucr.ac.cr)) o a la Unidad de Gestión del Riesgo de Desastres. En lo posible, es importante seguir el protocolo de diagnóstico básico antes de solicitar soporte.

Este diagnóstico básico consiste en realizar una limpieza general de la micro estación y presionar durante 5 segundos el botón rojo que se encuentra debajo de la carcasa protectora. Posteriormente se debe revisar el portal web para verificar su funcionamiento que se reflejará mostrando los datos en tiempo real de las variables del tiempo.

## Interpretación de los datos

### Sensor para iluminación

#### Definición

La intensidad de luz ambiental es una medida de la cantidad de radiación visible que incide sobre el sensor en un momento determinado. Se expresa en lux (lx) y representa cuán iluminado está el entorno debido a la radiación solar directa, la luz difusa del cielo y la dispersión del entorno.

El sensor convierte la energía luminosa en una señal digital de alta precisión mediante un fotodiodo sensible al espectro visible (aproximadamente de 380 a 780 nm).

#### Importancia

El monitoreo de la intensidad de luz ambiental permite:

- Identificar el ciclo diurno y nubosidad local, lo que ayuda a comprender la variabilidad de las condiciones atmosféricas en cada sede o recinto.
- Complementar las mediciones de precipitación y presión, ya que una disminución repentina en la intensidad de luz suele asociarse a nubosidad densa o lluvias próximas.
- Evaluar el rendimiento del panel solar, pues la disponibilidad de radiación afecta la carga de las baterías del sistema.
- Apoyar actividades institucionales al aire libre, como mantenimiento, monitoreo agrícola o análisis de seguridad en zonas de paso.

## Rangos de referencia

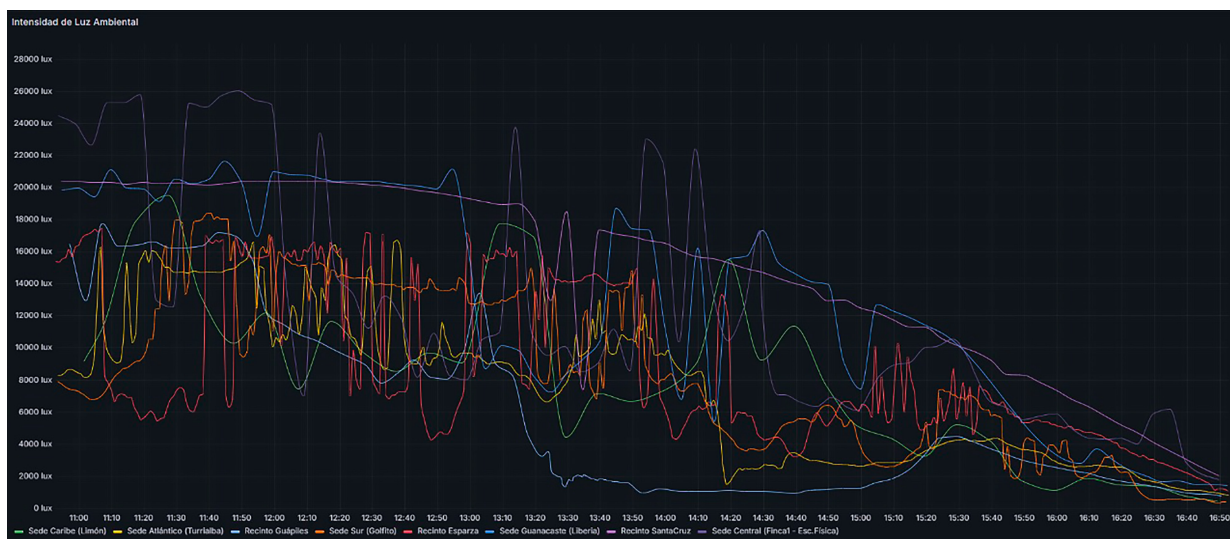
Condición ambiental	Rango típico (lux)	Descripción aproximada
Noche	< 50	Ausencia de luz solar o artificial mínima
Amanecer / atardecer	50 – 500	Iluminación baja o difusa
Día nublado	1 000 – 10 000	Radiación solar filtrada por nubosidad
Día soleado	20 000 – 100 000	Radiación solar directa con cielo despejado

Estos valores son orientativos y pueden variar según la altitud, la latitud y la época del año.

## Cómo usar los datos

- **Interpretación diaria:** las gráficas de luz ambiental muestran un ciclo ascendente durante la mañana, con un máximo cercano al mediodía y descenso hacia el atardecer.
- **Detección de anomalías:** si los valores permanecen bajos durante todo el día, puede indicar que el sensor está cubierto o que hay nubosidad persistente.
- **Verificación operativa:** un valor de cero durante varios días consecutivos sugiere que el sensor podría estar desconectado o cubierto, por lo que debe revisarse.
- **Cruce de variables:** combinar los datos de luz con la precipitación ayuda a identificar eventos convectivos (lluvia de alta intensidad en periodos cortos) o periodos prolongados de nubosidad.
- **Toma de decisión:**
  - o **Seguridad laboral:** La cantidad de luminosidad puede apoyar actividades en exteriores al informar de altos valores de radiación que pueden indicar la necesidad de protección solar para trabajadores.
  - o **Identificación de nubosidad:** Cambios rápidos en la luminosidad se pueden asociar con desarrollo de eventos meteorológicos indicando la necesidad de observación continua y planeamiento de acciones.





**Figura 2.** Intensidad de luz ambiental registrada en sedes y recintos UCR.

## Sensores de precipitación

### Definición

El acumulado diario de precipitación es la **cantidad total de lluvia** que se registra en un sitio durante un día, normalmente expresada en **milímetros (mm)**. Cada “milímetro” equivale a una lámina de agua de 1 mm de altura sobre una superficie de 1 m<sup>2</sup>.

La micro estación mide la lluvia mediante un pluviómetro de balancín (tipping bucket), que convierte cada pequeño volumen de agua en impulsos eléctricos. El sistema suma estos impulsos a lo largo del día para obtener el acumulado diario de precipitación.

### Importancia

El monitoreo del acumulado diario de precipitación permite:

- **Identificar días secos y lluviosos**, así como períodos de lluvia persistente, lo que es útil para la gestión del riesgo en sedes y recintos.
- **Apoyar la toma de decisiones ante posibles inundaciones, deslizamientos o encharcamientos**, especialmente cuando se observan acumulados altos en uno o varios días consecutivos.
- **Complementar la información de otros sistemas de alerta temprana**, como pronósticos, avisos meteorológicos y reportes de campo.
- **Apoyar la planificación de actividades institucionales al aire libre**, mantenimiento

de infraestructura y gestión de drenajes pluviales.

- **Generar registros históricos locales**, que ayudan a conocer mejor el comportamiento de la lluvia en cada campus y a planificar medidas de adaptación al clima.

## Rangos de referencia

Los valores de precipitación pueden variar mucho entre sedes y épocas del año. Sin embargo, de forma general se pueden considerar los siguientes rangos diarios orientativos:

**0 mm:** Sin lluvia registrada.

- **0.1 – 5 mm:** Lluvia muy ligera o llovizna; mojado superficial del suelo.
- **5 – 20 mm:** Lluvia ligera a moderada; posible escurrimiento superficial en zonas con poca infiltración.
- **20 – 50 mm:** Lluvia moderada a fuerte; aumenta el riesgo de encharcamientos e impactos en actividades al aire libre.
- **50 – 100 mm:** Lluvia muy fuerte; puede asociarse a inundaciones locales, desbordes de alcantarillado o afectación de caminos y taludes inestables.
- **> 100 mm:** Lluvia extrema; requiere especial atención y coordinación con los comités de emergencia y las autoridades institucionales.

Estos valores son **referenciales** y deben interpretarse considerando las características de cada sede (pendiente, tipo de suelo, drenajes, cobertura vegetal, etc.) así como las cantidades que durante el tiempo se identifiquen como riesgos y generadores de emergencia.

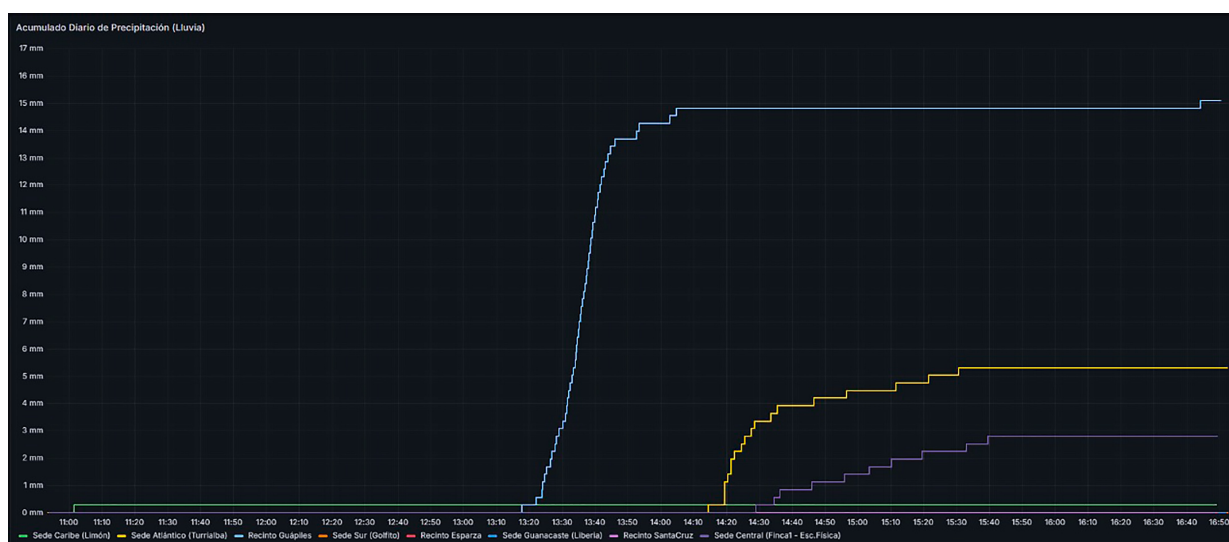
## Cómo usar los datos

- **Seguimiento diario:** revisar el valor acumulado de cada día permite identificar rápidamente si se han presentado eventos de lluvia relevantes o períodos prolongados sin precipitación.
- **Detección de episodios críticos:** varios días consecutivos con acumulados moderados o altos pueden indicar **saturación del suelo** y mayor probabilidad de deslizamientos o inundaciones, especialmente en zonas vulnerables.

- **Cruce con reportes de campo:** comparar los datos de precipitación con observaciones de personal en las sedes (charcos, desbordes, filtraciones) ayuda a validar la información y mejorar los protocolos de respuesta.
- **Verificación operativa del sensor:**
  - Si el portal muestra **0 mm**, mientras se tiene evidencia de lluvias en el sitio, podría indicar problemas en el pluviómetro (obstrucción, suciedad).
  - Si el valor se mantiene **idéntico por varios días** o muestra cambios poco realistas, se recomienda revisar físicamente el sensor y comunicarlo al equipo técnico.

## Apoyo a decisiones de gestión del riesgo:

- Los COGRAE pueden utilizar los acumulados diarios, junto con pronósticos y avisos oficiales, para decidir si se requiere **reforzar la vigilancia**, revisar drenajes, limitar el acceso a ciertas zonas o suspender actividades al aire libre.
- A mediano y largo plazo, los registros permiten identificar **patrones de lluvia** que contribuyen a la planificación de infraestructura y medidas de mitigación.



**Figura 3.** Acumulado diario de precipitación en sedes y recintos UCR.

# Presión atmosférica

## Definición

La **presión atmosférica** es la fuerza que ejerce el aire sobre la superficie de la Tierra debido al peso de la columna de aire que tenemos encima. Se mide en **hectopascales (hPa)** o **milibares (mb)** ( $1 \text{ hPa} = 1 \text{ mb}$ ).

En las micro estaciones, la presión se mide mediante sensores electrónicos de alta precisión instalados dentro del gabinete de la estación.

Para facilitar la comparación entre sitios ubicados a distintas alturas, el sistema convierte automáticamente la presión medida en la estación a una **presión equivalente al nivel del mar**. Es este valor corregido el que se muestra en el portal de datos.

## Importancia

Monitorear la presión atmosférica equivalente al nivel del mar permite:

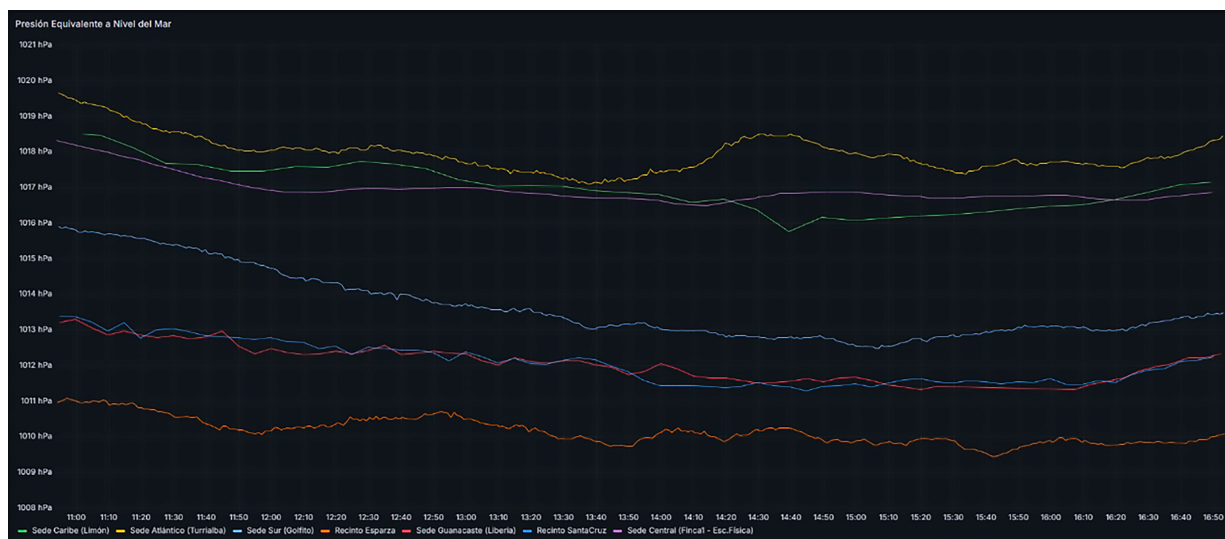
- **Identificar cambios en los sistemas meteorológicos** (paso de frentes, ondas tropicales, ciclones, altas presiones, etc.), que se manifiestan como descensos o aumentos sostenidos de la presión.
- **Complementar la información de lluvia, viento y nubes** para interpretar mejor las condiciones del tiempo local y regional.
- **Reconocer situaciones potencialmente adversas**, ya que presiones bajas sostenidas suelen asociarse a mal tiempo (lluvias intensas, tormentas), mientras que presiones altas prolongadas se relacionan con tiempo más estable.
- **Construir registros históricos locales de presión**, útiles para el estudio del clima y para mejorar los sistemas de alerta temprana en las sedes y recintos.
- **Verificar el funcionamiento de la estación**, ya que valores fijos o incoherentes de presión pueden indicar problemas en el sensor.

## Rangos de referencia

- Los valores de presión equivalente al nivel del mar varían ligeramente según la región y la situación atmosférica. Como referencia general:
- **≈ 1013 hPa**
  - Valor cercano al **promedio estándar** a nivel del mar.
- **1005 – 1025 hPa**
  - Rango habitual en condiciones relativamente normales.
  - Cambios suaves dentro de este rango suelen asociarse a variaciones típicas del tiempo (paso de sistemas débiles, oscilaciones diarias).
- **< 1005 hPa (presión baja)**
  - Puede indicar la presencia de **sistemas de baja presión**, ondas tropicales o condiciones más inestables.
  - Si se combina con aumentos de nubosidad, lluvia y viento, puede asociarse a episodios de tiempo lluvioso o tormentoso.
- **< 1000 hPa (presión muy baja)**
  - Valores poco frecuentes que pueden relacionarse con **sistemas más intensos** (bajas profundas, ciclones cercanos, condiciones atmosféricas severas).
  - Requieren especial atención y seguimiento con la información oficial del IMN y otras fuentes.
- **> 1025 hPa (presión alta)**
  - Usualmente asociada a **sistemas de alta presión** y condiciones más estables y secas.
  - Puede favorecer cielos más despejados y menor probabilidad de lluvia, aunque siempre debe interpretarse junto con otras variables.
- Además, es normal observar una **oscilación diaria suave** de la presión (subidas y bajadas de pocos hPa a lo largo del día), que forma parte del comportamiento atmosférico regular.

## Cómo usar los datos

- **Seguimiento de tendencias:**
  - Más que fijarse en un valor aislado, es importante observar **cómo cambia la presión con el tiempo**.
  - Un **descenso continuo** de varios hPa en pocas horas, combinado con lluvia y aumento de nubosidad, puede indicar el acercamiento o intensificación de un sistema de mal tiempo.
  - Un **aumento sostenido** puede ser señal de estabilización o mejora de las condiciones.
- **Apoyo a la gestión del riesgo:**
  - Los COGRAE pueden utilizar la evolución de la presión, junto con los datos de precipitación y rayería, para **valorar el grado de inestabilidad atmosférica** y apoyar decisiones sobre actividades al aire libre, revisión de drenajes o medidas preventivas.
  - En situaciones de emergencia, conocer si la presión continúa descendiendo o ya se estabilizó ayuda a estimar si el evento puede intensificarse o comenzar a disminuir.
- **Cruce con otras variables de la micro estación:**
  - Presión baja + **lluvia intensa** + **rayería** (cuando esté disponible el GLM) puede indicar sistemas convectivos fuertes o eventos de tiempo severo.
  - Presión alta + **poca o nula precipitación** sugiere condiciones más estables.
- **Verificación del sensor para presión atmosférica:**
  - Si el valor de presión se mantiene **exactamente igual** durante muchas horas, o muestra saltos superiores a cinco hectopascales en pocos minutos, es posible que exista un problema de medición.
  - En esos casos, se recomienda:
    - Revisar el estado físico de la micro estación (golpes).
    - Informar al equipo técnico del proyecto para realizar una revisión del sensor.
- **Uso en el mediano y largo plazo:**
  - Los registros diarios de presión pueden analizarse junto con las series de lluvia y otras variables para estudiar **patrones climáticos locales** y mejorar la planificación de infraestructura y protocolos de respuesta.



**Figura 4.** Variación de presión atmosférica en sedes y recintos UCR.

## Sistema de monitoreo de rayería de alta resolución temporal

El segundo componente del sistema de alerta temprana es el monitoreo de rayería mediante el sensor de rayería Geostationary Lightning Mapper (GLM) a bordo del satélite GOES-19. La Universidad de Costa Rica ha pertenecido a la red de distribución de datos de UNIDATA por más de 20 años y se obtienen los datos en tiempo real a través de esa red.

El GLM es un sensor óptico que detecta destellos de rayo (descargas eléctricas tanto nube-tierra como intranube) de forma continua sobre una amplia región que incluye a Costa Rica. Estos destellos se procesan en tiempo casi real y se muestran en mapas que permiten identificar rápidamente zonas con tormentas eléctricas activas.

A diferencia de las micro estaciones, el GLM no requiere instalación física en las sedes o recintos. El equipo técnico (LOSiC) se encarga de recibir, procesar y poner a disposición estas observaciones mediante un visor web, de forma integrada con los demás datos de la Red de Monitoreo Atmosférico.

La combinación de datos de superficie (micro estaciones) y datos satelitales (GLM) mejora la capacidad de detección temprana de tormentas eléctricas, apoyando decisiones de evacuación, suspensión de actividades al aire libre y protección de infraestructura y personas.



# Actividad de rayería (GLM – GOES-19)

## Definición

La rayería corresponde a los destellos de rayo producidos por las tormentas eléctricas (rayos nube-tierra e intranube). El sistema utiliza el sensor Geostationary Lightning Mapper (GLM) del satélite GOES-19, que observa de forma continua una gran región que incluye a Costa Rica. Cada destello detectado se procesa en tiempo casi real y se muestra en el visor como íconos de rayo distribuidos sobre el mapa, agrupados por intervalos de tiempo (por ejemplo, los últimos 10–30 minutos).

En la interfaz de la Red de Monitoreo Atmosférico, alrededor de varias sedes y recintos de la UCR se dibujan aros concéntricos centrados en cada sede. Estos aros representan rangos de distancia de referencia respecto a la ubicación de la sede (cercano, intermedio y lejano) y permiten estimar de manera rápida qué tan próxima está la actividad de rayería a las instalaciones universitarias.

## Importancia

La información de rayería es fundamental para la seguridad de las personas y las actividades al aire libre, porque:

- Permite localizar rápidamente las tormentas eléctricas activas en tiempo casi real.
- Los aros centrados en las sedes ayudan a evaluar de forma visual si los rayos se encuentran lejos, se están acercando o ya están muy cerca de la sede.
- Complementa los datos de precipitación y presión, ofreciendo una visión más completa de la intensidad de los sistemas convectivos.
- Apoya la toma de decisiones de los COGRAE sobre suspensión, reprogramación o reubicación de actividades al aire libre.
- Contribuye a la construcción de un registro histórico de eventos de rayería cerca de las instalaciones universitarias.



## Rangos de referencia

La rayería se interpreta de acuerdo con la cantidad de destellos y su posición respecto a los aros centrados en las sedes, durante un intervalo de tiempo determinado. De forma cualitativa, se puede considerar:

- Sin actividad aparente cerca de la sede
  - No se observan destellos dentro de los aros de la sede en los últimos minutos.
  - Riesgo bajo por rayería en ese momento, aunque pueden existir otros riesgos meteorológicos.
- Actividad lejana
  - Destellos visibles fuera del aro más externo o alejados de la sede.
  - Conviene vigilar la evolución de la tormenta, especialmente si la actividad avanza hacia la zona de interés.
- Actividad moderada cerca
  - Varios destellos dentro de los aros intermedios alrededor de la sede.
  - Indica que la tormenta se encuentra en las cercanías; aumenta el riesgo para actividades al aire libre y se recomienda valorar medidas preventivas.
- Actividad intensa muy cercana a la sede
  - Alta concentración de destellos dentro del aro más interno o directamente sobre la sede.
  - Corresponde a una tormenta eléctrica activa en la zona, con alto riesgo de impacto de rayos.
  - Requiere atención inmediata y aplicación de los protocolos de seguridad establecidos.

Estos rangos son orientativos y deben combinarse con el mapa de sedes, la información oficial del IMN y los reportes locales.

## Cómo usar los datos

### Monitoreo en tiempo casi real

- o Revisar periódicamente el visor para ver si la rayería se mantiene fuera de los aros, se aproxima o ya está dentro de ellos.
- o Observar la **evolución en el tiempo** (por ejemplo, usando la opción de últimos 10, 20 o 30 minutos) para identificar si la tormenta se intensifica o se debilita cerca de la sede.

### Gestión de actividades al aire libre

- o Si la actividad de rayería entra en los **aros intermedios o internos** de una sede, los COGRAE deben valorar:
  - Suspender o posponer actividades deportivas o eventos masivos.
  - Evitar trabajos en techos, estructuras elevadas o zonas abiertas.
  - Indicar a las personas que busquen refugio bajo techo y eviten estructuras metálicas expuestas.

### Apoyo a decisiones durante lluvia intensa

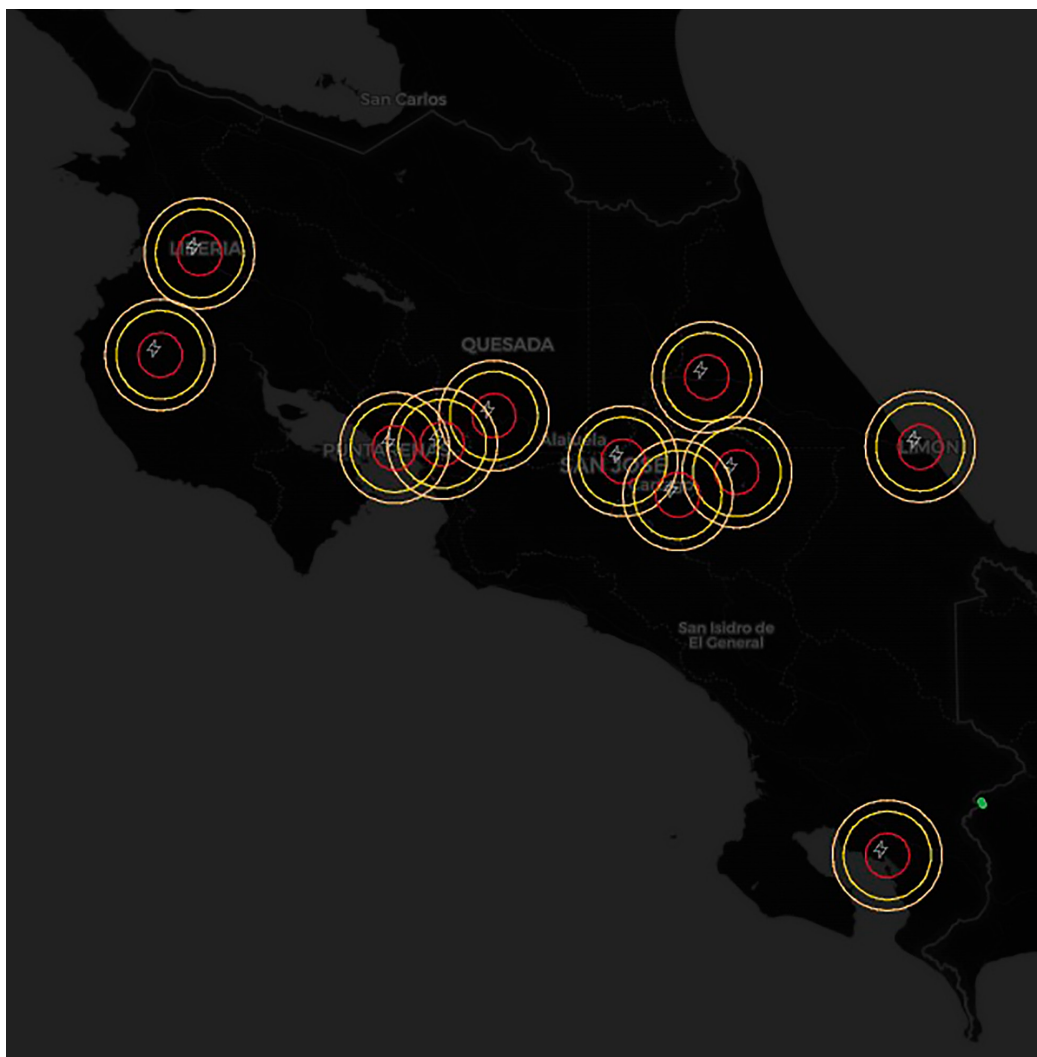
- o La combinación de **lluvia fuerte + rayería dentro de los aros** indica tormentas convectivas activas y un aumento del riesgo de inundaciones locales, deslizamientos y descargas eléctricas.
- o En estos casos se recomienda reforzar la vigilancia, revisar drenajes y coordinar con las instancias de emergencia internas y externas.

### Análisis posterior y mejora de protocolos

- o Los registros de rayería, junto con la información de en qué aro se encontraba la tormenta respecto a las sedes, permiten evaluar la respuesta institucional y ajustar los **protocolos de seguridad**.

### Verificación básica del servicio

- o Si el mapa no muestra rayería en todo el país durante periodos en los que se sabe que hay tormentas, o si la hora de actualización es muy antigua, se debe informar al equipo técnico para verificar el estado del servicio de datos GLM.



**Figura 5.** Monitoreo de rayería alrededor de las sedes y recintos de la UCR.

## Roles y responsabilidades

El COGRAE tiene la responsabilidad de garantizar el monitoreo continuo, realizar el mantenimiento preventivo y reportar oportunamente cualquier falla. El soporte técnico estará a cargo del LOSIC en coordinación con la Unidad de Gestión del Riesgo de Desastres, mientras que la Vicerrectoría de Administración brindará el respaldo financiero necesario.

### Buenas prácticas

- Se debe evitar manipular internamente los equipos.
- Promover el uso institucional de los datos para la toma de decisiones.
- Mantener actualizada la bitácora de mantenimiento.
- Socializar la existencia y la función de la micro estación en la comunidad universitaria de las sedes y recintos.

## Glosario

- **Acumulado de lluvia:** Cantidad total de precipitación registrada durante un periodo de tiempo determinado, usualmente expresada en milímetros (mm). Por ejemplo, el acumulado de lluvia en 24 horas corresponde a la suma de toda la lluvia registrada en ese día.
- **Comité de Gestión del Riesgo y Atención de Emergencias (COGRAE):** Instancia institucional responsable de coordinar la vigilancia, mantenimiento y respuesta ante emergencias en sedes y recintos de la Universidad de Costa Rica.
- **Hectopascal (hPa):** Unidad de medida de la presión atmosférica equivalente a 100 pascals. Es numéricamente igual al milibar ( $1 \text{ hPa} = 1 \text{ mb}$ ).
- **Iluminancia:** Magnitud fotométrica que expresa la cantidad de luz que incide sobre una superficie, medida en lux (lx). Se usa para cuantificar la intensidad de luz ambiental o radiación visible.
- **Intensidad de lluvia:** Tasa o ritmo con que cae la precipitación, expresada normalmente en milímetros por hora (mm/h). Permite diferenciar entre llovizna, lluvia moderada o aguacero intenso.
- **Intensidad de luz:** Cantidad de radiación visible que incide sobre un sensor o superficie en un momento dado. Es una variable relacionada con la iluminancia y se mide en lux.
- **Lluvia:** Forma de precipitación líquida que se origina cuando las gotas de agua en las nubes crecen lo suficiente para caer por gravedad.
- **Lux (lx):** Unidad de medida de la iluminancia. Representa un flujo luminoso de un lumen (lm) distribuido sobre un metro cuadrado ( $\text{m}^2$ ).  
 $1 \text{ lux} = 1 \text{ lm/m}^2$ .
- **Micro estación meteorológica automática (uEMA):** Equipo compacto que mide variables atmosféricas como precipitación, presión e intensidad de luz, mediante sensores electrónicos. Cuenta con alimentación solar y transmisión automática de datos en tiempo real.
- **Milímetros de lluvia (mm):** Unidad estándar de medición de la precipitación. Indica la altura de la lámina de agua acumulada sobre una superficie horizontal. 1 mm de

lluvia equivale a 1 litro de agua por metro cuadrado (1 L/m<sup>2</sup>).

- **Pluviómetro:** Instrumento o sensor que mide la cantidad de lluvia caída. El tipo de balancín (tipping bucket) utiliza dos pequeñas cucharas que se llenan y vacían alternadamente; cada basculación representa un volumen fijo de agua.
- **Presión atmosférica:** Fuerza ejercida por el aire sobre la superficie terrestre debido al peso de la columna de aire situada encima. Se expresa en hectopascales (hPa) o milibares (mb).
- **Radiación solar:** Energía proveniente del Sol que llega a la Tierra en forma de radiación electromagnética, incluyendo luz visible, radiación infrarroja y ultravioleta. Es la fuente principal de la iluminación y de la energía térmica en la superficie terrestre.
- **Rayería:** Conjunto de descargas eléctricas (rayos nube-tierra e intranube) producidas durante una tormenta eléctrica. Su monitoreo permite identificar tormentas activas y evaluar el riesgo asociado.
- **Sensor:** Dispositivo que detecta o mide una magnitud física (como luz, presión o lluvia) y la transforma en una señal eléctrica o digital que puede ser procesada.
- **Tipping bucket (balancín):** Mecanismo utilizado en los pluviómetros automáticos. Consiste en dos recipientes basculantes que se llenan alternadamente con agua de lluvia; cada vuelco equivale a un volumen fijo que se traduce en milímetros de precipitación.
- **Unidad de Gestión del Riesgo de Desastres (UGRD):** Dependencia institucional encargada de coordinar, junto con los COGRAE y el LOSiC, la implementación, mantenimiento y respuesta ante emergencias relacionadas con fenómenos naturales o tecnológicos.

## Preguntas Frecuentes

### ¿Qué hacer si la estación deja de transmitir datos?

Primero, se debe verificar si hay suciedad en los sensores o desconexiones visibles. Si todo parece estar bien, se debe presionar durante 5 segundos el botón rojo que se encuentra debajo de la carcasa protectora. Si el problema persiste, es necesario comunicarse con el LOSIC ([losic@ucr.ac.cr](mailto:losic@ucr.ac.cr)) para que brinden el soporte técnico necesario.

### ¿Cada cuánto se deben limpiar los sensores?

Se recomienda la limpieza una vez al mes, y siempre después de lluvia fuerte o vientos que hayan podido llevar polvo, hojas o insectos a los sensores.

### ¿Cómo se puede acceder a los datos desde la plataforma?

El acceso se realiza mediante el portal web <http://relampagos.ucr.ac.cr:3000/login>. El personal autorizado debe contar con usuario y contraseña proporcionados por el equipo técnico del proyecto.

### ¿Se pueden mover las estaciones de lugar?

No. Las estaciones deben permanecer en el sitio asignado para garantizar la continuidad y comparabilidad de los datos. Cualquier reubicación debe ser realizada por el equipo del proyecto bajo su propio criterio técnico.

### ¿Qué variables mide la estación?

Mide precipitación, intensidad de luz ambiental y presión atmosférica.

### ¿Cómo se reporta una falla?

Se puede contactar de forma directa al LOSIC ([losic@ucr.ac.cr](mailto:losic@ucr.ac.cr)) o a la Unidad de Gestión del Riesgo de Desastres.

### ¿Se puede poner alguna medida de seguridad alrededor?

Sí. Siempre y cuando no genere obstrucciones al panel. Puede considerarse la instalación de una cerca pequeña que proteja el equipo de posibles daños durante las labores de poda y a la vez, advierta a la comunidad universitaria que no debe ser manipulada.

## Anexos

### Anexo 1

#### BITÁCORA DE MANTENIMIENTO

<b>Sede o recinto:</b>
<b>Persona que realiza la revisión:</b>
<b>Fecha:</b>
<b>Hora:</b>
<b>Tipo de mantenimiento:</b> <input type="checkbox"/> Preventivo <input type="checkbox"/> Correctivo <input type="checkbox"/> Inspección
<b>Actividad realizada:</b>  <input type="checkbox"/> Limpieza <input type="checkbox"/> Revisión de cables <input type="checkbox"/> Reinicio <input type="checkbox"/> Sustitución o ajuste de piezas (exclusivo del personal técnico)
<b>Condiciones encontradas</b>  <b>Estado del equipo</b> <input type="checkbox"/> En funcionamiento <input type="checkbox"/> Fuera de servicio
<b>Observaciones</b>
<b>Registro fotográfico</b>
<b>Firma</b>

## Anexo 2

### REGISTRO DE INCIDENTES

<b>Sede o recinto:</b>
<b>Persona que realiza el reporte:</b>
<b>Fecha:</b>
<b>Hora:</b>
<b>Tipo de incidente:</b> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/>Afectación a accesos / movilidad</li><li><input type="checkbox"/>Afectación a infraestructura</li><li><input type="checkbox"/>Desbordamiento de quebrada / alcantarillado</li><li><input type="checkbox"/>Inundación localizada</li><li><input type="checkbox"/>Llenado de canales</li><li><input type="checkbox"/>Observación preventiva</li><li><input type="checkbox"/>Riesgo por tormenta eléctrica</li><li><input type="checkbox"/>Otro (especificar):</li></ul>
<b>Acciones realizadas</b> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/>Monitoreo visual</li><li><input type="checkbox"/>Desalojo de agua / limpieza</li><li><input type="checkbox"/>Coordinación con mantenimiento / obras</li><li><input type="checkbox"/>Evacuación</li><li><input type="checkbox"/>Coordinación con UGRD / LOSiC</li><li><input type="checkbox"/>Otro (especificar):</li></ul>
<b>Observaciones</b>



### **Registro fotográfico**

(Adjuntar fotografías con hora y ubicación y fotografía o pantallazo del registro en el sistema de las últimas 24 horas y durante el evento)

Requerimientos o seguimiento

**Firma**

