

Guía Meteorológica

La meteorología es una ciencia importante para las proyecciones del estado del tiempo que afectan las diversas actividades humanas, por ejemplo, la lluvia, la temperatura y el viento.

Esta guía será una herramienta fundamental para aquellas personas que deseen comprender las generalidades de los fenómenos meteorológicos a escala global, regional y nacional.

Las Guías Digitales ofrecen la oportunidad del autoaprendizaje. Así, la población puede utilizar la tecnología para enriquecer sus conocimientos en algún tema puntual.

Objetivo general

Generar información técnica en el ámbito de la meteorología, sobre temas específicos asociados a esta rama de la ciencia, para el uso y comprensión de la población en general.

Objetivos específicos:

- Mostrar los principales fenómenos meteorológicos que afectan al país según su escala espacial de influencia, desde la global hasta la local.
- Mejorar en la población la comprensión de la información técnico-científica asociada a los fenómenos meteorológicos, mediante recursos audiovisuales.

Contenido desarrollado por:

- Gabriela Chinchilla Ramírez, Departamento de Meteorología Sinóptica y Aeronáutica del Instituto Meteorológico Nacional (IMN).

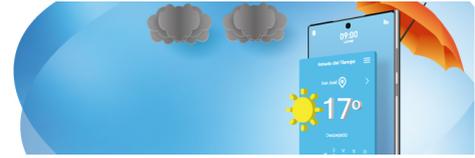
- Karla Astorga Castro, Subsector Gestión Ambiental del Instituto Nacional de Aprendizaje (INA).

Colaboración técnica y digital:

- Unidad de Servicios Virtuales del Instituto Nacional de Aprendizaje.

Año 2021





Tema 1: Fenómenos a escala global

ENOS

El ENOS significa Niño-Oscilación del Sur (ENOS) y es un fenómeno natural que implica temperaturas oceánicas fluctuantes en el Pacífico Ecuatorial (refiere al área del océano Pacífico que está cerca del Ecuador).

El fenómeno "*El Niño*" se refiere a la interacción climática entre el océano y la atmósfera, que se da a gran escala, asociada a un calentamiento periódico (que es recurrente y se repite) de las temperaturas de la superficie del mar, extendiéndose en todo el océano Pacífico ecuatorial central y el Pacífico este - central.

En una escala temporal entre 2 a 7 años, el ciclo El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) es el modo dominante de variabilidad en el océano Pacífico. El patrón generalmente fluctúa entre dos modos: más cálido de lo normal en las aguas ecuatoriales del océano Pacífico central y oriental conocido como *El Niño* y temperaturas superficiales del mar, más frías de lo normal, en el océano Pacífico ecuatorial central y oriental llamado *La Niña*.

El fenómeno causa variaciones en los patrones de lluvia, temperaturas superficiales y vientos. Estos cambios alteran los movimientos de aire a gran escala en los trópicos, desencadenando una cascada de efectos secundarios globales.

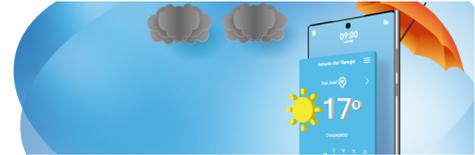
El afloramiento (surgencia) de aguas frías de las profundidades del océano también tiene consecuencias importantes en la atmósfera. En esta zona, el aire que está en contacto con el océano se enfría e impide la convección; es decir, la lluvia. Como resultado, la costa de Perú posee un clima casi desértico: la precipitación media anual en Lima es de solo 8 mm, a diferencia de los sectores más secos de Costa Rica, que pueden ser de hasta 1200 mm en un año; estas condiciones se invierten durante un fenómeno de *El Niño*, recaudándose en las zonas desérticas del Perú hasta 700 mm en un mes, es decir, un 26 000 % más de lluvias.

Al ubicarse la Zona de Convergencia Intertropical al sur de Centroamérica, y sobre Suramérica, bajo el ENOS en su fase cálida altera las precipitaciones en gran parte de Centroamérica reduciéndose en las regiones del Pacífico, por el contrario, en el Caribe se presentan lluvias más intensas que la media climatológica.

Para Centroamérica y gran parte del mundo, el fenómeno se conoce como una fuerza dominante que causa variaciones en los patrones del clima.

En el caso de Costa Rica, tenemos dos regímenes de precipitación bien definidos, uno por cada vertiente: la **Vertiente del Pacífico** y la **Vertiente del Caribe**; cada una de estas presenta su propio régimen de lluvias, con su propia distribución espacial y temporal.





La Vertiente del Pacífico se caracteriza por una época lluviosa y una seca. La primera va desde mayo hasta octubre, siendo abril y noviembre meses de transición. Presenta una disminución de la cantidad de lluvia durante julio y agosto, los meses más lluviosos son setiembre y octubre. Las lluvias ocurren predominantemente durante la tarde y primeras horas de la noche. La segunda va desde diciembre hasta marzo, siendo este último el mes más caluroso y seco.

En el caso de la Vertiente del Caribe, no presenta una estación seca definida, ya que las lluvias se mantienen a lo largo del año, con algunas variaciones estacionales. Se presentan dos períodos lluviosos intercalados entre los menos lluviosos; el primero va de noviembre a febrero y es el de más lluvias. El segundo se extiende de mayo a agosto y presenta un máximo en julio que coincide con el período canicular del Pacífico. Diciembre es el mes más lluvioso. Las lluvias de esta vertiente se dan con mayor regularidad durante los períodos nocturnos y matutinos.

Sabía que...

En la cultura tradicional de nuestro país, relativa al comportamiento del clima, se considera que la canícula es una época caliente del año, con condiciones secas o de pocas lluvias. El campesinado tico la espera entre el 15 de julio y el 15 de agosto.

Cambio Climático

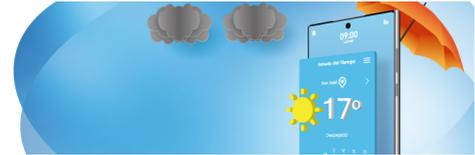
El clima de la Tierra ha venido cambiando a través de la historia. Esta variación se da como resultado de procesos naturales tales como: las erupciones volcánicas, los cambios en la órbita de traslación del planeta y en el ángulo de su eje de rotación con respecto al plano sobre el cual se traslada, así como a variaciones en la composición de su atmósfera. (SEP, 2006)

Para entender los cambios actuales que está teniendo el sistema climático de nuestro planeta, se debe saber qué se entiende por *Cambio Climático*.

El *Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático* (IPCC, por sus siglas en inglés), define el *Cambio Climático* como una variación del estado del clima, la cual persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. El *Cambio Climático* puede deberse a procesos internos naturales o a cambios antropógenos (humanos) persistentes en la composición de la atmósfera o del uso del suelo. (IPCC, 2013)

La *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático* (CMNUCC), en su artículo 1, define el *Cambio Climático* como “*cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables*”. La CMNUCC diferencia, pues, entre el cambio climático atribuible





a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuible a causas naturales. (IPCC, 2013)

En este contexto, también es necesario entender las diferencias entre los conceptos de cambio y variabilidad climáticos.

La variabilidad climática se produce por variaciones del estado medio del clima en todas las escalas espaciales y temporales de los fenómenos meteorológicos “normales” (IPCC, 2013). Sin embargo, esta variabilidad es de alguna manera aceptada como “normal”; por ejemplo, El Niño-Oscilación Sur conocido como ENOS es producto de la variabilidad climática, pero sucede de manera frecuente.

El *Cambio Climático* resulta en una alteración más drástica en el clima, que no está dentro de las condiciones de una variabilidad climática. En este proceso, lo importante es conocer cuál es el aporte del ser humano al *Cambio Climático*, y que acciones podemos realizar para mitigarlo y adaptarnos a sus consecuencias.

El principal aporte humano al *Cambio Climático* es en la cantidad y composición de los gases que se emiten a partir del crecimiento económico y demográfico.

Estos gases son:

1. Gases de Efecto Invernadero (GEI)

Los GEI se definen como componentes gaseosos de la atmósfera, que absorben y emiten radiación transmitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera y por las nubes (IPCC, 2013). Estos gases pueden ser emitidos de forma natural (por volcanes y lagunas), sin embargo, a partir de la era industrial, han sido aportados en mayor medida por las actividades humanas.

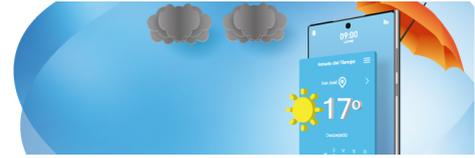
Se han alcanzado concentraciones atmosféricas de GEI sin comparación en los últimos 800 000 años, como el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O). Esto ha sido la causa dominante del calentamiento de la atmósfera observado a partir de la segunda mitad del siglo XX. (IPCC, 2014)

Este aumento en la concentración de GEI de la atmósfera aumenta también el efecto invernadero, que es el fenómeno natural mediante el cual se absorbe parte de la energía (calor) que llega por la radiación solar, esto permite mantener una temperatura en la Tierra apta para garantizar la vida.

2. Sustancias Agotadoras de Ozono (SAO)

La capa de ozono que se está debilitando debido a emisiones de sustancias químicas conocidas como sustancias agotadoras de capa de ozono (SAO), que surgen de la actividad humana y son distintas a los GEI





(IPCC, 2013). Dentro de estas sustancias SAO se encuentran los refrigerantes que contienen combinaciones de cloro y fluoruro, así como gases producto de la actividad agrícola que contienen bromuros.

El agujero de la capa de ozono provocado por las SAO que emiten las actividades humanas se observa desde la época de 1970 (IPCC, 2013). Esto es un agotamiento que las SAO realizan al consumir el oxígeno que forma la capa de ozono. Este agujero permite el ingreso de más radiación solar que lo normal, por lo tanto, se incrementan los efectos del calentamiento global.

Toda esta alteración da paso al calentamiento global y muchos de los cambios observados no han tenido precedentes en los últimos decenios a milenios (IPCC, 2013). La atmósfera y el océano se han calentado, los volúmenes de nieve y hielo han disminuido, el nivel del mar se ha elevado y las concentraciones de Gases de Efecto Invernadero han aumentado.

Sabía que...

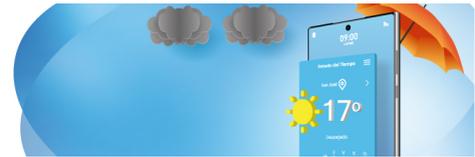
Costa Rica está ubicada en la franja tropical del planeta, lo que nos lleva a poseer un clima con características tropicales, pero también nos vuelve vulnerables a los efectos del Cambio Climático.

En Costa Rica, se prevé una alteración en el régimen de las lluvias, aumentándola en algunos lugares principalmente del sur del país y disminuyéndola en la Zona Norte.

Las personas tenemos la oportunidad de tomar mejores decisiones y mejorar nuestros hábitos para no acabar con el único hogar que compartimos.

¡No lo pensemos más!





Tema 2: Fenómenos de escala regional: Centroamérica y alrededores

Empujes fríos

Se denomina “empuje frío” al desplazamiento de una masa de aire relativamente fría y seca proveniente de latitudes medias o altas que llega a Centroamérica y el Caribe. Este desplazamiento hace que la masa de aire cálida y húmeda constituida por los vientos alisios (vientos del norte), retroceda hacia el este, “empujada” por la masa fría (Zárate, 2005).

Costa Rica, por estar ubicada al sur de Centroamérica, tiene la influencia de los empujes fríos durante el período invernal del hemisferio Norte. En esta época del año, nuestro país tiene dos regímenes totalmente diferenciados y delimitados por nuestro sistema de cordilleras: la época seca del Pacífico y del Valle Central, y, por otro lado, el repunte en la actividad lluviosa de la Vertiente del Caribe.

Los empujes fríos son los sistemas atmosféricos que mayor cantidad de inundaciones provocan a la Vertiente del Caribe en el cuatrimestre que va desde noviembre a febrero. En algunas ocasiones se presentan empujes fríos en otros meses, sin embargo, estos tienden a ser poco frecuentes y de una débil intensidad.

El análisis de la influencia de los empujes fríos sobre nuestro país tiene su importancia en la frecuencia y magnitud del daño que provocan las lluvias intensas asociadas a estos eventos en el Caribe y en la Zona Norte (IMN, 2008).

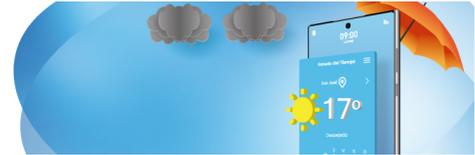
Existe otro fenómeno, que es parte del empuje frío, conocido como frente frío y que se forma en la línea de “choque” entre el aire caliente y el aire frío que se topan en los trópicos.

Se denomina frente, ya que parece un frente de batalla entre dos masas de aire.

Los frentes se denominan fríos, cuando la masa de aire frío se incrusta debajo de la cálida. Cuando se dan los frentes fríos, se forman también cumulonimbos, que son nubes densas de tormenta (se explicarán más adelante).

Es así como el frente frío es una parte, nada más, de todo el fenómeno del empuje frío.





Ondas tropicales

Las ondas tropicales del este, que se conocen comúnmente como ondas tropicales u ondas del este, se propagan desde el continente africano hacia el oeste (hacia el continente americano) e influyen en nuestro país provocando lluvias. También son de interés por su rol como sistemas precursores de los ciclones tropicales en las cuencas del Atlántico tropical y del Pacífico oriental.

Las ondas tropicales se pueden describir como una curvatura en los vientos que se mueven en contra de las manecillas del reloj, generándose zonas de mayor humedad y menor presión atmosférica.

Las ondas tropicales más definidas presentan las características siguientes:

- longitud de onda de 2000 a 4000 km
- período de 3 a 5 días
- velocidad de desplazamiento hacia el oeste de 7 a 8 m s⁻¹, aproximadamente 6 a 7 grados de longitud al día

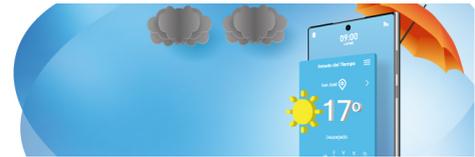
Alcanzan su máxima intensidad y frecuencia durante julio, agosto y septiembre, siendo más activas cuando el año se categoriza como húmedo. Costa Rica posee el impacto directo de estos sistemas a lo largo de la temporada de lluvias, que va desde mayo hasta noviembre.

Algunas ondas tropicales forman ciclones tropicales y afectan indirecta o directamente a nuestro territorio, generando aumento en la intensidad de las lluvias o incluso la ocurrencia de temporales de gran impacto social.

Sabía que...

Durante los años 2017 y 2018, el IMN contabilizó 46 ondas tropicales que pasaron por el país, mientras que durante el 2019 se lograron identificar hasta 54 ondas tropicales. No todas las ondas tienen el mismo efecto en nuestro territorio. El IMN publica en los boletines meteorológicos mensualmente en su web (<https://www.imn.ac.cr/boletin-meteorologico>) los efectos de las ondas tropicales que han sido catalogados como fuertes.





Ciclones Tropicales

Los ciclones tropicales son grandes sistemas organizados de nubes y tormentas que giran alrededor de un sistema de baja presión. El ciclón tropical puede desarrollarse en latitudes tropicales o subtropicales y debe tener una circulación definida de viento. (IMN, 2020)

Los vientos de un ciclón tropical tienen diversas rotaciones, según el hemisferio donde se formen:

- Si se forman en el hemisferio norte, rotan en sentido contrario a las agujas del reloj, anti horariamente.
- Si se forman en el hemisferio sur, rotan a favor del sentido de las agujas del reloj, es decir horariamente.

Dependiendo de las condiciones atmosféricas y oceánicas en las cuales se desarrolla, los ciclones tropicales pueden intensificarse aumentando la velocidad del viento y volviéndose sistemas mejor organizados. (IMN, 2020)

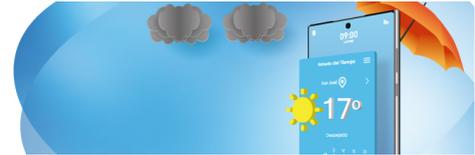
La Organización Meteorológica Mundial (OMM, 1999; citado en (IMN, 2020)), estableció que se clasifican de la siguiente forma según:

- **Depresión tropical:** ciclón tropical en el cual el viento medio máximo a nivel de la superficie del mar (velocidad promedio en un minuto) es de 62 km/h o inferior. Agrupa nubosidad y lluvias, pero las bandas de nubes no están bien delimitadas y son dispersas.
- **Tormenta tropical:** ciclón tropical bien organizado de núcleo caliente en el cual el viento promedio máximo a nivel de la superficie del mar (velocidad promedio en un minuto) es de 63 a 117 km/h. Con una mejor estructura a través de la troposfera, comienzan a formarse bandas nubes convergiendo hacia el centro del sistema.
- **Huracán:** ciclón tropical de núcleo caliente en el cual el viento máximo promedio a nivel del mar (velocidad promedio en un minuto) es de 118 km/h o superior. Es un sistema totalmente organizado en toda la troposfera, con bandas de lluvia bien delimitadas alrededor del centro del sistema de baja presión.

Una de las diferencias principales entre los tres ciclones tropicales es su organización. La depresión tropical agrupa nubosidad y lluvia, pero las bandas espirales no están bien delimitadas. La tormenta tropical es un sistema atmosférico con una mejor estructura, con bandas espiraladas hacia el centro del sistema. El huracán, por su parte, es un sistema totalmente organizado en toda la troposfera, con bandas espiraladas de lluvia bien delimitadas. (IMN, 2020)

Un ciclón que alcance la categoría de huracán podría producir efectos directos e indirectos (IMN, 2020):





- El efecto directo es cuando el centro del huracán **pasa** por la localidad específica, afectándola con vientos, lluvias y marejadas.
- El efecto indirecto es cuando el centro del huracán **no pasa** por la localidad específica, pero podría generarle afectación por vientos, lluvias o marejadas.

La escala de *Saffir/Simpson* clasifica los huracanes en función de la velocidad del viento generada por estos, así:

- Un huracán de categoría 1 tiene un rango de velocidad de vientos de entre 119 y 153 kilómetros (km) por hora.
- Un huracán de categoría 2, entre 154 y 177 km por hora.
- Un huracán de categoría 3, entre 178 y 209 km por hora.
- Un huracán de categoría 4, entre, 210 y 250 km por hora.
- Un huracán de categoría 5, vientos a más de 250 km por hora.

Los ciclones tropicales se forman sobre las aguas cálidas del trópico, a partir de disturbios atmosféricos preexistentes cerca de la superficie, como por ejemplo ondas tropicales entre otros. (IMN, 2020)

Para que se alcance el grado de huracán se requieren al menos tres de las siguientes condiciones:

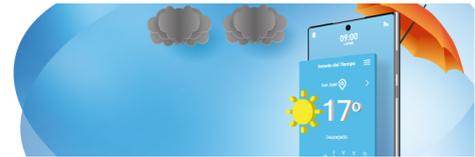
- Temperaturas oceánicas cálidas, al menos 27 °C, desde la superficie del mar hasta 46 metros por debajo de esta.
- Área con abundante humedad hasta una altura de 5000 metros desde la superficie.
- Velocidades bajas (menores a 37 km/h) y poco cambio en la dirección del viento a través de la troposfera, desde la superficie hasta la parte más alta de ella.
- Un disturbio atmosférico preexistente (onda tropical, vaguada troposférica de altura (TUTT), sistema frontal) con tormentas incluidas en el mismo.

Sabía que...

Los ciclones tropicales se forman en muchas regiones oceánicas del mundo. Dependiendo de la región, se les llama de diferente manera: “Ciclón” si se forma en la Bahía de Bengala y en el océano Índico norte, “Tifón” en el oeste del Océano Índico (Japón, Corea, China, etc.), “Willy-Willy” en Australia, “Baguió” en Filipinas y “Huracán” en los océanos Pacífico y el Atlántico.

Las partes principales de un huracán son el ojo y la pared ojo que están ubicadas en el centro del ciclón, y las bandas nubosas que giran de manera antihoraria (contra agujas del reloj), alrededor de ellos. El tamaño típico (diámetro) de un huracán es de 480 kilómetros de ancho, aunque este valor puede variar considerablemente





y no es necesariamente un indicador de la intensidad del huracán. (IMN, 2020)

Como regla general, el lado derecho del huracán es la parte más peligrosa del mismo, debido a que a su velocidad se le suma la velocidad de la corriente de viento en el cual este está embebido. El incremento de la velocidad del viento en el lado derecho del sistema aumenta la marejada generada. Además, los tornados son más frecuentes en esta parte del sistema. (IMN, 2020)

¿Cómo se les elige el nombre a los huracanes?

Los nombres se eligen en reuniones internacionales convocadas por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y se conserva la alternancia de género. Se hacen listas de nombres para 6 años y luego se reutilizan a partir del primer año en el que comienza la lista. (IMN, 2020)

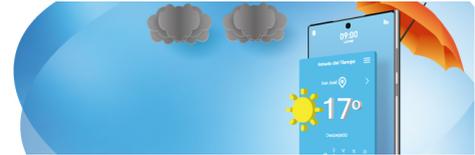
Se omiten las letras Q, U, X, Y y Z debido a la escasez de nombres que inician con dichas letras. Los nombres de huracanes muy destructivos se retiran y se añaden a una lista de nombres retirados de las listas oficiales. Se sustituye el nombre retirado por otro que inicia con la misma letra del nombre retirado. (IMN, 2020)

Para Costa Rica, los huracanes son los fenómenos atmosféricos que más daño causan, ya sea por medio de inundaciones severas, derrumbes o deslizamientos.

Por ejemplo, el *Huracán Otto* en el año 2016 fue de categoría 2 y es el primer huracán en la historia documentada (desde al menos 1851) con impacto directo en el país. La cantidad de lluvia acumulada generó deslizamientos y avalanchas de gran impacto como fue el caso de Upala, Bagaces y Bijagua. Afectó de forma considerable grandes zonas de cultivo, así como la fauna y la flora, la cual se vio muy impactada tanto por los vientos intensos como por la lluvia copiosa y continua. (IMN)

A pesar de que los huracanes se forman en el mar Caribe afectan el litoral del Pacífico costarricense, debido a la circulación de los vientos y del movimiento de la *Zona de Convergencia Intertropical* hacia el país. La siguiente tabla muestra las tormentas tropicales y huracanes que han afectado a Costa Rica de una u otra manera. Es un registro histórico de la última década.





Tema 3: Fenómenos de escala local: Costa Rica

Tormenta eléctrica

Los cumulonimbos son el tipo de nubes que provoca la tormenta eléctrica. La formación de estos cumulonimbos constituye una de las características más importantes de la actividad lluviosa de nuestro país, teniendo impacto en gran número de actividades: incendios forestales, quema de aparatos eléctricos, derribo de árboles, etc.

La nube de tormenta o cumulonimbos puede llegar a tener un diámetro de 25 km, con una actividad lluviosa que dura alrededor de 30 minutos. Independientemente de su extensión, todas las nubes de tormenta son peligrosas.

En la época lluviosa de Costa Rica, los cumulonimbos se presentan comúnmente y en ocasiones pueden ser catalogadas como nubes de tormenta severas.

Condiciones que deben existir en la atmósfera para que se desarrolle una Cumulonimbos:

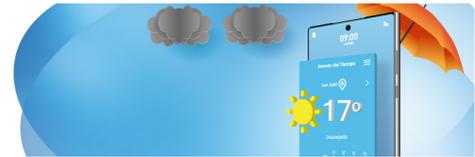
- Humedad por encima de 80 % para formar las nubes
- Aire inestable: aire húmedo y más cálido que su entorno que si es sometido a un mecanismo forzante, tienden a experimentar ascensos muy rápidos, este eleva fácilmente, tanto por el calentamiento de la superficie terrestre debido a la radiación solar como por otro tipo de fenómeno atmosférico.
- Ascenso: aire húmedo que asciende en la atmósfera, debido al calentamiento de la superficie terrestre por la radiación solar o a un mecanismo atmosférico como la convergencia de vientos y el efecto de la orografía.

El empuje hidrostático es un factor muy importante en la formación de nubes de tormenta. Es la fuerza que empuja una parcela de aire hacia arriba.

La tormenta tiene diferentes etapas: desarrollo, maduración y disipación.

Para que se forme una tormenta eléctrica, el aire que asciende al interior de una Cumulonimbos causa diversos tipos de precipitación congelada, tales como cristales muy pequeños de hielo y bolitas más grandes. Los cristales de hielo más pequeños son llevados hacia arriba, a la cumbre o tope de la nube por el aire ascendente, mientras las bolitas más pesadas y densas son suspendidas por el mismo aire ascendente o inician su caída hacia la tierra.





Las colisiones ocurren entre los cristales y las bolitas de hielo, estos choques sirven como el mecanismo de recarga de la tormenta. Los pequeños cristales de hielo se cargan positivamente mientras las bolitas lo hacen negativamente. Consecuentemente, la cumbre o tope de la nube tendrá carga eléctrica positiva y su parte media y baja, negativa. Al mismo tiempo, la superficie terrestre que está debajo de la base de nube tendrá una carga eléctrica opuesta a la que se encuentre directamente arriba de ella.

Cuando la diferencia de carga eléctrica entre la tierra y la nube se hace muy grande, un canal conductivo del aire se desarrolla entre la nube y la tierra y una pequeña cantidad de carga comienza a moverse hacia el suelo. Cuando esta se acerca a la tierra, una carga ascendente y opuesta a ella sale del suelo para conectar con ella. En el instante en que se da esta unión, una descarga poderosa ocurre entre la nube y la tierra, la cual se observa como un relámpago o rayo visible.

Los objetos de gran altura como árboles y pararrayos son golpeados, con mayor probabilidad, por el relámpago o rayo, dado que sus partes más altas están más cercanas a la base de la nube de tormenta. (*National Severe Storms Laboratory, 2020*)

El relámpago es uno de los fenómenos naturales más antiguos que se presentan en el planeta tierra y que pueden presentarse alrededor de 2000 tormentas a lo largo del globo terráqueo, es decir, más de 14,5 millones de tormentas anuales.

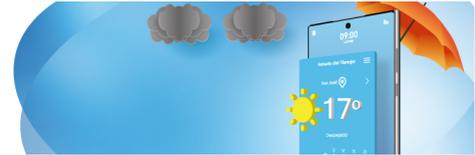
Aunque no es viable pronosticar cuándo y dónde golpeará un relámpago, por medio de las imágenes satelitales y los sensores de actividad eléctrica del Instituto Meteorológico Nacional se puede conocer las zonas donde está presentándose la rayería en tiempo real.

Sabía que...

El Instituto Meteorológico Nacional cuenta con un dispositivo que permite detectar la actividad eléctrica que se presenta en la Gran Área Metropolitana (GAM). El artefacto consta de dos sensores: uno es el que proporciona la probabilidad de ocurrencia de un rayo, porque mide los cambios del campo eléctrico imperante en un radio de 8 kilómetros a la redonda de nuestras instalaciones en San José; cuando el sensor muestra una alarma en color amarillo, existe una probabilidad media de que se presente un rayo; cuando lo muestra en rojo, la probabilidad es mucho más alta; el segundo sensor es un contador de rayos, el cual proporciona la cantidad de descargas en un radio de 15 km y en un radio de 30 km. Los rayos en amarillo están dentro del primer radio, y los rojos, en el segundo radio de cobertura.

Con esta herramienta el IMN ha conseguido dar seguimiento a las descargas eléctricas que se presentan en la GAM.





En Costa Rica, por los patrones lluviosos, caen aproximadamente 600 mil rayos por año. Los meses de menor cantidad de descargas son los comprendidos en la época seca del Pacífico y Valle Central, es decir, de diciembre a marzo, siendo abril y noviembre los meses de transición.

Según promedios históricos en Costa Rica del 2005-2019, los mayores registros de descargas eléctricas se concentran en el período lluvioso de mayo a octubre, con un máximo en setiembre de hasta 118 000 descargas, seguido de junio y agosto con 100 000 descargas. En estos meses se debe extremar la precaución ante estos eventos.

Mitos acerca de la rayería

MITO: si no está lloviendo no hay peligro de rayería. **FALSO:** el rayo golpea frecuentemente fuera de la zona de lluvia fuerte y puede ocurrir tan lejos como 16 km de cualquier clase de lluvia.

MITO: las suelas de hule de los zapatos o neumáticos en un automóvil le protegerán de ser alcanzado por un rayo. **FALSO:** el calzado con suela de hule y los neumáticos de hule no proporcionan protección alguna contra rayo. El marco de acero de un vehículo de techo duro ofrece una mayor protección si no se toca el metal. A pesar de que puede lesionarse si un rayo cae sobre su automóvil, usted está mucho más seguro dentro del vehículo que afuera.

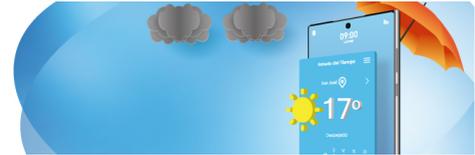
MITO: las personas impactadas por un rayo no deben tocarse porque poseen carga eléctrica. **FALSO:** las víctimas de rayo no poseen carga eléctrica y deben ser ayudadas inmediatamente.

¿Qué tan lejos está una tormenta eléctrica de una persona?

Para calcular la distancia, en kilómetros, a la cual se localiza una tormenta, se cuentan los segundos que hay desde que se ve el relámpago hasta que se escucha el trueno. Esos segundos se dividen entre 3, dado que el sonido recorre 1 km cada tres segundos.

Recuerde: si usted está al aire libre y puede escuchar el trueno, usted está en peligro de ser golpeado por un rayo.





Aguaceros convectivos

Costa Rica, al encontrarse en la franja tropical del planeta, posee una amplia gama de fenómenos tropicales que la afectan en la temporada de lluvias del Pacífico, la cual va desde mayo y hasta el mes de abril.

Uno de los mecanismos frecuentes en el país para la formación de nubes es la convección. La convección es la transferencia de calor mediante el movimiento de masa principalmente del aire y del agua (Donald, 2009).

El proceso de convección en la atmósfera comienza en los niveles más cercanos a la superficie. Las moléculas de aire que están sobre el suelo comienzan a calentarse y se vuelve menos denso y más cálido que el aire a los alrededores, por lo cual comienza a ascender, transfiriendo así, calor desde la superficie hasta niveles más altos en la atmósfera, transportando esta energía incluso a las zonas polares (Miyamoto, Kajikawa, Yoshida, Yamaura, & Yashiro, 2013).

Las nubes producidas por el proceso de convección se presentan frecuentemente en nuestro territorio en época lluviosa y los(as) meteorólogos(as) las asociamos tanto a efectos locales como sinópticos (fenómenos de escala mayor); estas nubes son generadoras de los llamados **aguaceros convectivos**.

La palabra convección en meteorología se asocia a eventos de precipitaciones fuertes, las cuales provienen de un tipo de nube que comúnmente se forma por las tardes en el territorio nacional llamada Cumulonimbo (explicado en el tema anterior de tormenta eléctrica).

Estos eventos de lluvias de fuerte intensidad también vienen acompañados de tormentas eléctricas, ráfagas fuertes de vientos y en ocasiones granizo.

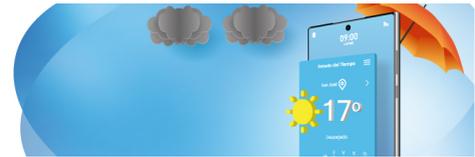
Granizo

Dentro de la nube tipo cumulonimbo, las corrientes de aire ascendentes y descendentes interaccionan, formando los granizos.

La nube posee diferentes niveles de elevación:

- Se establece el nivel de congelación en 0 °C, para diferenciar el sector superior de la nube en la cual se da la congelación de las gotitas de agua.
- Existen corrientes cálidas ascendentes dentro de la nube y otras corrientes frías descendentes en la mitad inferior del cumulonimbo.
- Las gotas de agua empiezan a crecer y son llevadas a niveles superiores de la nube, sobrepasando el nivel de congelación, provocando que las gotas se congelen y se conviertan en granizos.





Estos granizos aumentan su tamaño en la parte superior de la nube, lo cual conlleva a que aumenten su volumen y caigan hacia la superficie en el sector de corrientes descendentes de la nube.

Sabía que...

Usualmente, en la temporada de lluvias de Costa Rica, se presentan al menos dos eventos de granizos en zonas pobladas.

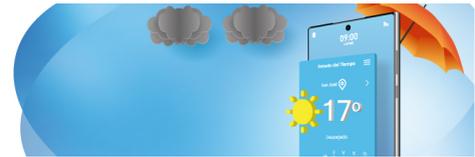
Tema 4: Recomendaciones generales

Las personas podemos contribuir a que las consecuencias de los fenómenos naturales sean menos desastrosas.

Algunas prácticas recomendadas son:

- Evitar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero que aceleran el calentamiento global
 - Disminuyendo la cantidad de residuos sólidos y separando lo que generamos
 - Reduciendo el uso de combustibles fósiles o siendo más eficientes en su consumo
 - Dando mantenimiento a los autos y a los aires acondicionados
 - Consumiendo productos responsables con el ambiente
 - Siembra de árboles nativos en lugares deforestados
- No ubicar las viviendas o actividades económicas en las riberas de los ríos y quebradas. Además de ser prohibido por protección del agua, es importante comprender que el agua busca su paso y que en la medida que se le coloquen barreras, puede ser contraproducente y aumentar su caudal.
- En el caso de tormentas eléctricas:
 - Tenga un plan de seguridad ante rayería
 - Conozca dónde ir y cuánto tiempo le tomará llegar al lugar de refugio. Incluso si es un estruendo distante.
 - Los edificios completamente cerrados proporcionan la mejor protección.
 - Si una estructura sólida no está cerca, ingrese dentro de un carro o vehículo de metal duro (totalmente cubierto) y cierre todas las ventanas. Permanezca en el interior hasta 30 minutos después del último trueno.
 - Posponga actividades. Antes de ir al aire libre, verifique el pronóstico del tiempo en las páginas web o redes sociales oficiales. Tome en cuenta posponer actividades para evitar ser sorprendido por una situación peligrosa.
 - Monitoree el tiempo. Busque signos de una tormenta en desarrollo, tales como cielos que se





oscurecen, relámpagos o el aumento del viento.

- Mantenerse alejado de tuberías, incluyendo la llave del agua.
- También del cableado eléctrico. Artefactos electrónicos sensibles se deben desconectar.
- No tome un baño, ducha y evite utilizar la plomería durante una tormenta eléctrica.
- Manténgase alejado de los conductos de metal, tales como alambres, cercas o barandas. El metal no atrae al rayo, pero el rayo puede viajar largas distancias a través de él.

Fuente: (National Weather Service, 2017).

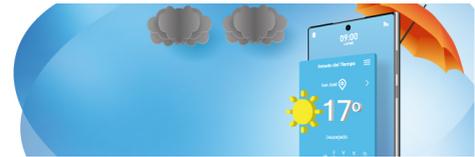
Sabía que...

En cada cantón existe un comité local de emergencia, al cual se debe acudir en caso de alguna situación que lo amerite, especialmente si se habita un lugar de riesgo.

Esto no lo protegerá de la rayería, al contrario, **¡podría ser letal!**

- Mantenerse bajo un árbol aislado
- Jugar fútbol o cualquier actividad en plazas o campos abiertos
- Trabajos en techos de casas o edificios
- Limpieza de canoas
- Cabalgar en zonas abiertas
- Nadar en piscinas, lagos o el mar.
- Surfear
- Cortar el césped
- Refugiarse en paradas de buses
- Uso de paraguas de punta metálica
- Jugar golf
- Observar la tormenta en la playa
- Caminatas en senderos montañosos
- Escalando montañas
- Pescando
- Practicar ciclismo
- Acampando
- Dirigiéndose a refugiarse

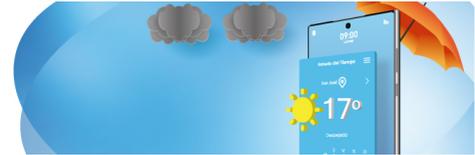




¿Por qué es seguro quedarse dentro del auto?

En caso de rayería, si estamos en un automóvil, no deberíamos salir de él. Usualmente se piensa que los neumáticos, al estar conectados a tierra, serían capaces de traspasar la energía de un rayo sobre nuestro vehículo, pero ese no es el caso. Lo que realmente nos hace invulnerables al efecto de un rayo cuando estamos dentro de un automóvil es el efecto llamado jaula de Faraday: el propio vehículo, al ser conductor de la electricidad por ser metálico, se transforma en una coraza de sí mismo, y aunque reciba la energía del campo eléctrico generado por el rayo externo, ese campo se anula completamente.





Referencias

- Alfaro, R., & Astorga, K. (2018). *Medidas ambientales para el cambio climático*. San José: Instituto Nacional de Aprendizaje.
- Donald, C. (2009). *Meteorology Today: An introduction to Weather, Climate, and The Environment*. Belmont CA, USA. Obtenido de Belmont CA, United States of America.
- IMN. (2008). *El clima, variabilidad y cambio climático en Costa Rica*. San José: IMN, CRRH.
- IMN. (2020). *Ciclones tropicales*. Obtenido de <https://www.imn.ac.cr/53>
- IMN. (s.f.). *Huracán Otto*. Obtenido de <https://www.imn.ac.cr/documents/10179/20909/Informe+IMN+Hurac%C3%A1n+Otto>
- IPCC. (2013). *Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Reino Unido y USA. Obtenido de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI_AR5_glossary_ES.pdf
- IPCC. (2014). *Cambio Climático 2014. Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Ginebra, Suiza.
- Miyamoto, Y., Kajikawa, Y., Yoshida, R., Yamaura, T., & Yashiro, H. &. (2013). Deep moist atmospheric convection in a subkilometer global .
- National Severe Storms Laboratory. (2020). *Lightning Basics*. Obtenido de <https://www.nssl.noaa.gov/education/svrwx101/lightning/>
- National Weather Service. (2017). *Lightning Safety*. Obtenido de <https://www.weather.gov/media/owlie/Lightning-Brochure18.pdf>
- SEP. (2006). *Conocimiento del ambiente y prevención de riesgos en la familia y en la comunidad*. Obtenido de <http://www.anea.org.mx/docs/CONOCambienteVFC.pdf>
- Zárate, E. (2005). Climatología de masas invernales de aire frío que alcanzan Centroamérica y el Caribe y su relación con algunos Índices Árticos. *Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos*, 12(1), 35-55.

