

Conocer  
los sismos

---

Gestión  
de Tendencias  
y Riesgos

---

Tormentas  
solares

## LA TIERRA

---

Fuente de riesgos  
y oportunidades





ASEGURAMIENTO,  
TENDENCIAS Y RIESGOS

En **SURA** nuestro propósito es acompañar a nuestros clientes en la **Gestión de Tendencias y Riesgos** para brindar bienestar, competitividad y sostenibilidad a las personas y empresas en **América Latina.**

## CONTENIDO

### GESTIÓN DEL RIESGO SÍSMICO

INDICADOR DE COMPETITIVIDAD

### CONOCER LOS SISMOS

PARA PRESERVAR LA VIDA, LA PROPIEDAD Y LA COMPETITIVIDAD

### GEM

INICIATIVA MUNDIAL PARA MITIGAR EL RIESGO SÍSMICO

### GESTIÓN DE TENDENCIAS Y RIESGOS

CLAVE EN UN MODELO COMPETITIVO Y SOSTENIBLE

### NATURALEZA DE LOS HURACANES

Y MITIGACIÓN DE SUS IMPACTOS

### EL NIÑO Y LA NIÑA

ORIGEN, EFECTOS Y OPORTUNIDADES

### EL CLIMA SOLAR

UN RIESGO AMBIENTAL EN LA TIERRA

05

10

18

22

26

34

40



#### COMITÉ EDITORIAL

**Gonzalo Alberto Pérez Rojas**  
Presidente Suramericana S.A., una compañía  
de Aseguramiento, Tendencias y Riesgos

**Juana Francisca Llano Cadavid**  
Vicepresidente de Seguros Suramericana S.A.

**Gloria María Estrada Álvarez**  
Gerente de Geociencias Suramericana S.A.

**Juan David Escobar Franco**  
Presidente Seguros SURA Colombia.  
Colaboración especial Edición 1

**Adelaida del Corral Suescún**  
Dirección. Taller de Edición S.A.

**Andrés Cadavid Quintero**  
Edición. Taller de Edición S.A.

# Administrar para la competitividad sostenible

¿Qué factores pueden mejorar o afectar los resultados de su organización? Ante la pregunta, probablemente usted haría una lista de temas normativos, financieros, de equipos, de distribución, de suministro y de seguridad, entre otros. En cada negocio tendrán un peso distinto, pero la lista parece fácilmente definible.

Sin embargo, en SURA creemos que el entorno de las organizaciones está influenciado no solo por riesgos tradicionales y emergentes, sino también por tendencias, que son patrones de comportamiento de las personas, los consumidores y los mercados, como respuesta a circunstancias globales, regionales o locales de tipo social, económico, climático o normativo.

Por eso, el panorama de tendencias y riesgos con incidencia en las empresas es cada vez más amplio y dinámico, y resulta clave gestionarlo para tomar decisiones que mitiguen sus efectos sobre la estabilidad de los resultados y para detectar oportunidades que apalanquen los negocios y creen valor. Precisamente con este propósito, y producto de un trabajo intenso de identificación de las necesidades de nuestros clientes para anticiparnos a ellas, creamos el modelo de Gestión de Tendencias y Riesgos -GTR-.

En este modelo reconocemos que la naturaleza es una fuente de tendencias y riesgos, y su conocimiento aplicado abre un amplio espectro de posibilidades de gestión para las empresas. Inundaciones, terremotos, sequías, vientos, neblina e incluso fenómenos propios del espacio cósmico pueden

incidir de manera positiva o negativa en la actividad productiva, en el recurso humano y en los resultados financieros de las organizaciones. La variabilidad y el cambio climático influyen en el comportamiento de los consumidores, las cadenas de abastecimiento y las tecnologías de producción, así como en la venta y prestación de servicios, por eso conocer estos temas genera ventajas competitivas y oportunidades de desarrollo de los negocios.

La revista Geociencias SURA surge entonces en el marco de ese gran desafío que nuestra compañía ha emprendido, y que busca apoyar a nuestros clientes en la apropiación del conocimiento necesario para entender las interrelaciones de la naturaleza con los objetivos estratégicos de sus empresas.

Esperamos que esta revista de circulación periódica, y donde SURA pone a disposición parte de su conocimiento y experiencia de más de 70 años en la industria aseguradora, sea un medio eficiente y eficaz para aportar a esa gestión de las tendencias y riesgos derivados de la naturaleza, y muy especialmente para contribuir al bienestar y a la competitividad de las organizaciones, garantizando con ello su sostenibilidad.

Buscamos apoyar a nuestros clientes en la apropiación del conocimiento necesario para entender las interrelaciones de la naturaleza con los objetivos estratégicos de sus empresas.

**GONZALO ALBERTO PÉREZ ROJAS**  
Presidente Suramericana S.A.



# CHILE

## GESTIÓN del riesgo sísmico, indicador de competitividad

Chile ha enfrentado terremotos muy fuertes y ha aprendido de ellos, en especial en lo referente al diseño y la construcción de edificaciones y obras civiles. El trabajo de este país arroja lecciones positivas para gestionar adecuadamente el riesgo sísmico.



En la madrugada del 27 de febrero de 2010, un sismo de magnitud 8,8 Mw se originó en la zona central de la costa de Chile, causando daños en elementos estructurales (diseñados para soportar las cargas gravitacionales y las fuerzas horizontales, como viento y sismo) y no estructurales (elementos que no cumplen una función estructural tales como fachadas, elementos divisorios, sistemas de aire acondicionado, redes hidráulicas y eléctricas, etc.) en edificaciones de las ciudades de Concepción, Viña del Mar, Constitución, Talca y Santiago de Chile.

Aunque por su magnitud fue considerado como el segundo sismo más fuerte en la historia de Chile y el séptimo en la historia mundial, la mayor parte de las edificaciones no sufrieron daños. Esto es un claro ejemplo de buen desempeño sísmico, y una muestra de que la ingeniería sismorresistente sí incide de manera directa en la mitigación del riesgo sísmico y en la competitividad y desarrollo sostenible de un país.

### **Tradición de estructuras rígidas**

Chile es un país que se ha visto obligado a enfrentar sismos muy fuertes. Luego del terremoto de Chillán en 1939 (magnitud 7,8 Mw) se observó que los edificios construidos bajo la técnica de albañilería confinada (mampostería confinada), es decir, con ladrillos

de arcilla, columnas y vigas de amarre de concreto reforzado, se comportaron mejor que los construidos en albañilería sin confinamiento (sin vigas ni columnas de concreto reforzado), según explica el ingeniero estructural Patricio Bonelli.

**Con el sismo de magnitud 8,8 Mw, el séptimo más grande registrado a nivel mundial, la ingeniería chilena ha demostrado que el diseño y la construcción sismorresistente sí es realmente efectiva.**

Posteriormente, cuando comenzaron a construirse edificios en altura, se empezaron a utilizar muros de hormigón armado (concreto reforzado). Esta idea se transmitió a las siguientes generaciones de ingenieros, quienes aprendieron sobre la necesidad de diseñar estructuras con muros, ya que estos garantizaban mayor rigidez lateral y, por lo tanto, mejor desempeño sísmico. Finalmente,

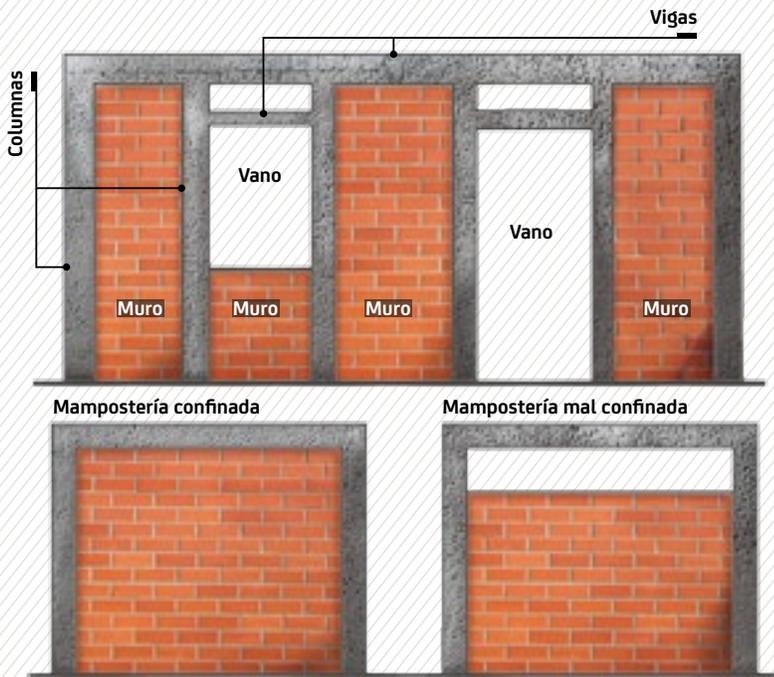
en la década de 1970, se posicionaron los muros de hormigón armado en Chile.

Esto fue determinante casi cuarenta años después, en el sismo de 2010, pues según el ingeniero Bonelli, la mayoría de edificios funcionaron muy bien porque, además de ser muy rígidos, estaban construidos sobre suelos duros de muy buenas características, como lo es la grava en Santiago. "Esto produjo resultados sorprendentes, con baja o ninguna incursión de las estructuras en el régimen no lineal (bajos niveles de deformación) y a veces sin fisuras ni daños", explica.

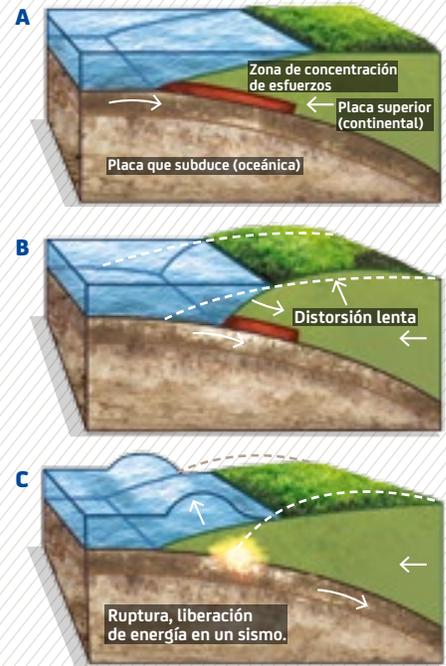
En un trabajo reciente realizado por el ingeniero Patricio Bonelli con el ingeniero René Lagos y otros profesionales, se hizo una evaluación de una muestra de más de 2.000 edificios en Chile, que presentaron deformaciones relativas muy bajas asociadas al sismo de 2010. Se concluyó que el buen desempeño de estos fue el resultado de los buenos suelos de cimentación, la distancia a la falla donde se originó el sismo y la alta rigidez lateral de los edificios.

Una de las enseñanzas que dejó este fenómeno natural a los chilenos fue continuar con su tradicional estructuración de muros rígidos, pues, a diferencia de los edificios con marcos o pórticos, compuestos por vigas y columnas, estos generan desplazamientos menores y, por ende, menos daños.

Esquema general de mampostería confinada



Esquema de subducción



EL 27 DE FEBRERO DE 2010 A LAS 3:34 A.M. se originó en la zona central de la costa de Chile un **SISMO DE MAGNITUD 8,8 Mw** debido al desplazamiento de la placa de Nazca bajo la placa de Suramérica.



Sumado a esto, para el ingeniero Bonelli, la clave de los muros estructurales de hormigón armado (concreto reforzado) está en determinar su espesor y el acero de refuerzo requerido en los bordes del muro, con el fin de mejorar la respuesta sísmica del edificio.

**Espesor y confinamiento de los muros**

De acuerdo con la opinión del ingeniero Bonelli, los sismos en Chile y especialmente el de 2010 han dejado varias enseñanzas:

- No se puede confiar en los muros de poco espesor, pues generalmente el confinamiento no es efectivo y su comportamiento tiende a ser muy frágil. El pandeo (flexión debido a compresión) de los muros se debe evitar. Esto depende de las características de la estructura y la demanda de deformación que se espere en el lugar del edificio.
- La demanda de deformación no solo está relacionada con el tipo de sismo y con la distancia al sitio de interés, sino con los efectos de amplificación de los movimientos sísmicos asociados a suelos blandos y condiciones topográficas.
- El suelo es factor decisivo en la generación de daños por sismo; por eso, de acuerdo con las características de los suelos, existen zonas donde se deberían restringir ciertos tipos de edificaciones, porque implicarían una mayor demanda de desplazamiento.

Según el ingeniero Bonelli, las prácticas actuales de diseño en Chile están orientadas a la construcción de estructuras rígidas que se comporten



El sismo de febrero 27 de 2010 fue una gran prueba de las nuevas tecnologías de protección sísmica.

adecuadamente y que tengan la mayor ductilidad posible, es decir, capacidad de resistir daño permanente sin colapso, pero sin tener que llegar a usarla, lo que significa tener estructuras que se deformen poco.

### Incorporar tecnologías

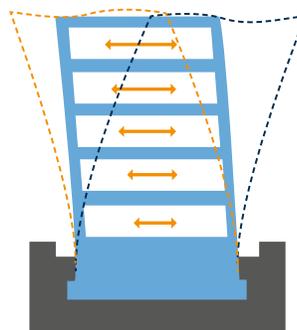
En la fecha del sismo de 2010 había pocos edificios con aislamiento sísmico en Santiago de Chile y Viña del Mar. Todos ellos tuvieron un comportamiento excelente ante estos movimientos. Por eso, en los últimos años se ha extendido el uso del sistema, pues, como dice el ingeniero Patricio Bonelli, con el aislador “se elimina el sismo”.

Según explica la ingeniera Gloria María Estrada, Gerente de Geociencias de Suramericana, un sistema de aislación basal hace que los desplazamientos relativos entre los pisos del edificio sean pequeños y por eso no se generen daños.

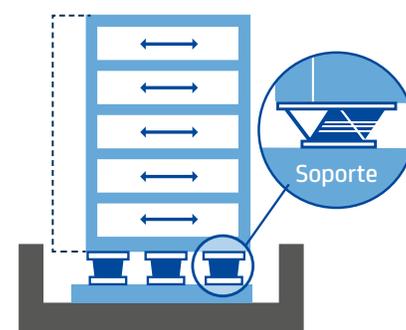
Otra tecnología usada es la de disipación de energía, que disminuye alrededor de un 30% la deformación. En el sismo de 2010, varios edificios que contaban con este sistema se comportaron adecuadamente, sin embargo la mejor solución, de acuerdo con el ingeniero Bonelli, es el aislamiento sísmico, por lo cual debería regularizarse y usarse masivamente.

Aunque el edificio no sufra daños estructurales (que comprometan su estabilidad y resistencia), es importante considerar que pueden presentarse daños no estructurales que impidan su ocupación y operación inmediata después del sismo. El aislamiento sísmico

#### ↓ Estructura convencional



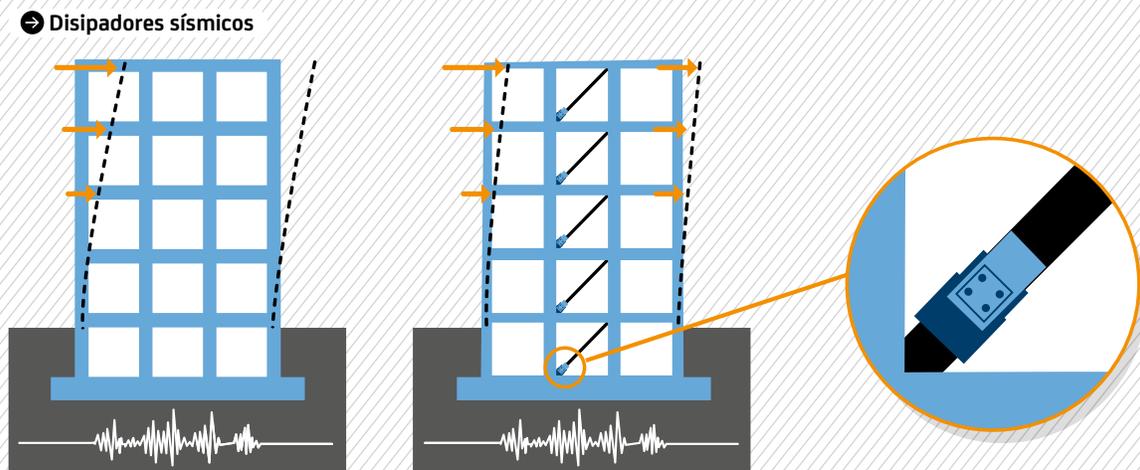
#### ↓ Estructura con aislamiento sísmico



tiene la gran ventaja de ser una solución para reducir los daños de ambos tipos.

Por eso, considera un acierto que en Chile se esté implementando esta tecnología no solo en los edificios bajos, sino también en los de mayor altura, de 20 e incluso 30 pisos. Cuando esta se empezó a implementar, los costos se incrementaban alrededor del 5%, pero se han ido reduciendo y actualmente el aumento de los costos de las obras es poco.

“Hay que seguir incentivando el uso de la tecnología de aislamiento sísmico, porque, como el desplazamiento relativo entre los pisos del edificio se limita, sabemos que este no va a ser sensible a daños”, apunta el ingeniero Bonelli y agrega que es la mejor solución para disminuir tanto daños estructurales como no estructurales.



## EL ANÁLISIS DE SURAMERICANA

En abril de 2010, dos meses después del sismo en Chile, Suramericana realizó una visita de reconocimiento de campo de las zonas más afectadas, que fue liderada por la ingeniera Gloria María Estrada, y en la cual participaron reconocidos expertos en el campo de la ingeniería sísmica. Estas fueron sus principales conclusiones:

- El diseño y la construcción sismo-resistente son realmente efectivos, además, es posible implementar eficientemente esta filosofía para proteger tanto las vidas humanas como el patrimonio de un país.
- Las tecnologías de protección sísmica, como los aisladores y los disipadores sísmicos, fueron probadas por el sismo de febrero 27 de 2010 en Chile, con resultados muy satisfactorios. La protección de las estructuras y sus contenidos muestra que el aislamiento sísmico permite garantizar la operación de las estructuras, incluso frente a sismos severos.
- Aspectos de confinamiento de muros estructurales, consideraciones de configuración estructural y aspectos constructivos deben tener nuevos ajustes en las normas de sismo-resistencia en los diferentes países de la región.

## Gestión del riesgo sísmico para ocupación y/o operación inmediata

Los grandes efectos del sismo de 2010 en Chile fue el costo de lucro cesante y los daños presentados en elementos no estructurales, que imposibilitaban la ocupación y el uso inmediato de las estructuras después del sismo. Por esto, se hace necesaria la gestión del riesgo sísmico con un enfoque preventivo.

En la medida en que gestionen el riesgo sísmico, las empresas tendrán otro indicador de competitividad, que se refiere a la mitigación de pérdidas asociadas a lucro cesante. Al no tener daños en sus instalaciones, tanto en elementos estructurales como no estructurales, podrán seguir operando, ya que no será necesario un cierre parcial o definitivo de las mismas.

Aunque las normas sísmicas chilenas especifican que en terremotos como el de Maule se aceptan daños hasta cierto punto, el ingeniero Patricio Bonelli resalta que, en la práctica, la gente "no admite ningún tipo de daño". De allí la importancia de tener conciencia para evitar los daños, como un elemento clave de competitividad y sostenibilidad.

La gestión del riesgo sísmico también implica capacidad de resiliencia, es decir, capacidad de recuperación después del sismo. Este es un gran ejemplo de la ingeniería chilena, como lo dice el ingeniero Bonelli: "Si usted se pasea por Concepción y Santiago nunca pensaría que ocurrió un terremoto como el del 2010".

Los sistemas de aislamiento sísmico muestran un futuro prometedor para el diseño y construcción de edificaciones que deben seguir operando luego de un evento sísmico.

### FUENTES:

#### Patricio Bonelli

Ingeniero civil de la Universidad de Chile, especialista en cálculo estructural de hormigón armado. Investigador y docente de la Universidad Técnica Federico Santa María de Valparaíso, Chile. Director de grupos de estudios de las normas de diseño sísmico, ha sido secretario técnico del Instituto de la Normalización en estudios de diseño sísmico de edificios.

#### Gloria María Estrada Álvarez

Ingeniera civil, especialista en Ingeniería Ambiental, especialista y M.Sc. en Ingeniería Sismo-resistente. Gerente de Geociencias de Suramericana, ha trabajado en el desarrollo y coordinación de estudios e investigaciones de ingeniería sísmica, dinámica de suelos y riesgo sísmico. Ha publicado más de 20 artículos técnicos en el área de ingeniería sísmica.

# Conocer los sismos

## para preservar la vida, la propiedad y la competitividad

Comprender la utilidad del conocimiento sísmico actual es la base fundamental para **gestionar los riesgos** asociados y así **garantizar la sostenibilidad del desarrollo económico** a nivel individual, empresarial y gubernamental.

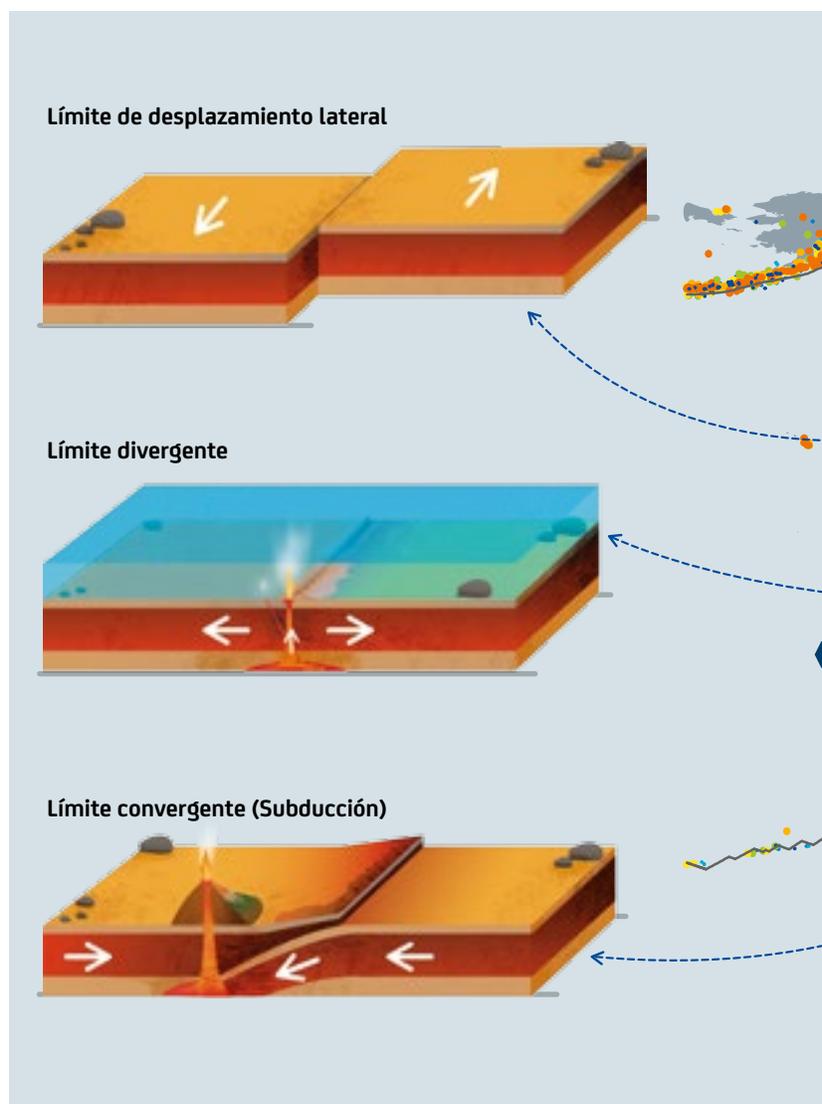
### Origen de los sismos

La explicación más ampliamente aceptada del origen de los sismos se basa en la teoría moderna de la tectónica de placas, cuya hipótesis básica es que la superficie de la Tierra, denominada corteza, está conformada por grandes bloques llamados placas, que tienen movimientos relativos entre ellos. La deformación relativa entre las placas ocurre en zonas estrechas cerca de sus bordes. Esta deformación puede presentarse de manera lenta y continua (deformación asísmica: no produce sismos) o, súbitamente, en forma de sismos. Debido a que la deformación ocurre predominantemente en los bordes de las placas, es allí donde se presenta la mayor concentración de sismos. El mapa de sismicidad histórica global confirma esta condición, lo cual le ha dado un fuerte apoyo a la teoría de las placas tectónicas.

Cuando las placas de la corteza de la Tierra se mueven, producen sismos y liberan energía acumulada que se propaga en forma de ondas sísmicas. La medición de estas ondas ha sido uno de los campos de investigación indirecta que ha permitido avanzar en el conocimiento de la estructura interna del planeta, porque los diferentes tipos de ondas sísmicas se propagan de manera distinta a través de los materiales que conforman las capas de la Tierra.

La teoría más aceptada acerca de los movimientos entre las placas tectónicas se basa en el equilibrio termo-mecánico de los materiales que componen la Tierra. La parte superior del manto está en contacto con la corteza relativamente fría, mientras que su parte inferior lo está con el núcleo exterior, muy caliente; por lo tanto, se presenta un gradiente de temperatura dentro del manto. Este gradiente produce a su vez variaciones en la densidad del manto, lo cual genera una situación inestable porque se tiene un material más denso (más frío) apoyado sobre un material menos denso (más caliente).

### Principales placas tectónicas y sismicidad histórica global

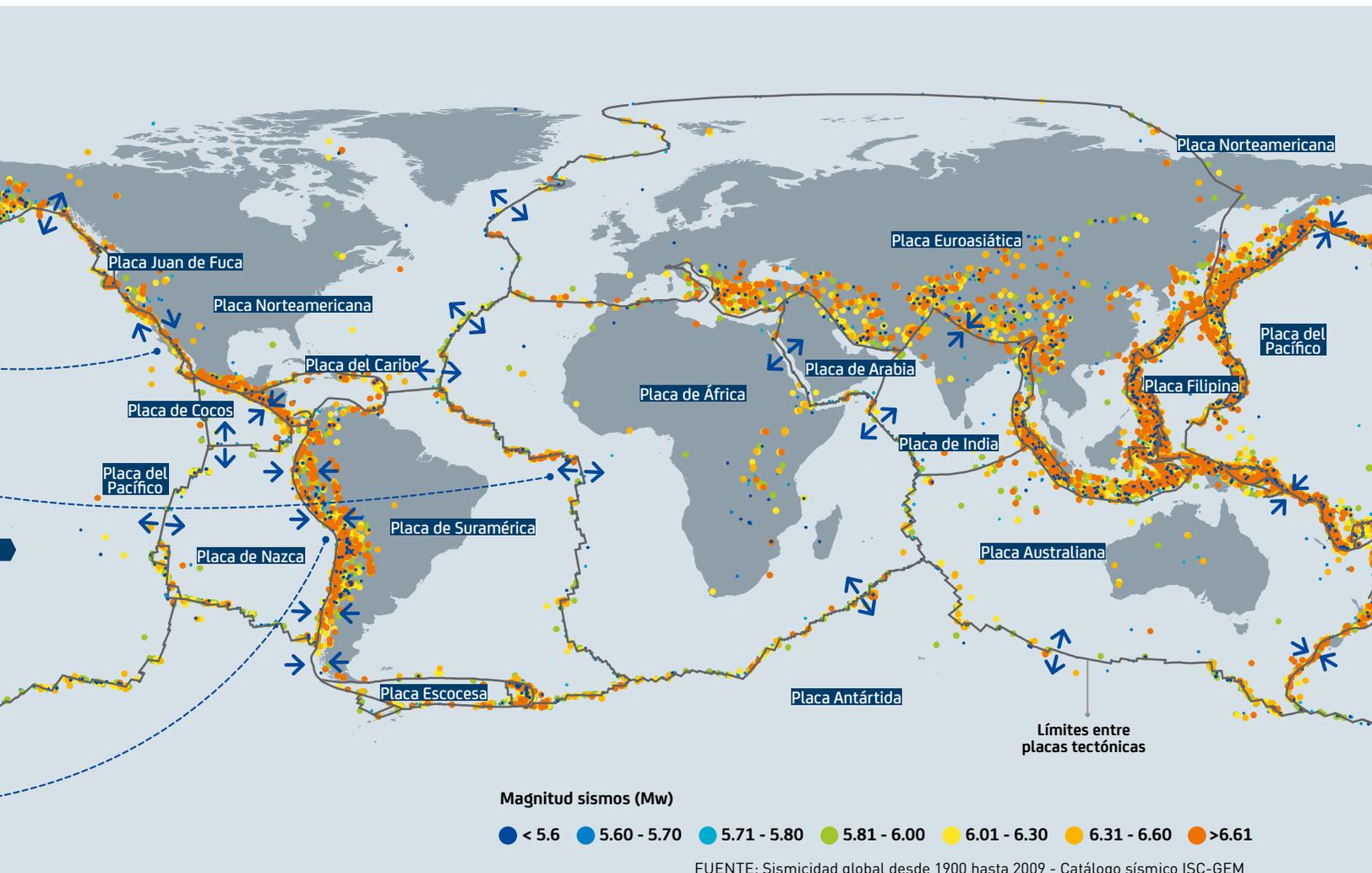


El material más denso y frío, por acción de la gravedad, se hunde en el material caliente que está abajo y es menos denso, desplazándolo hacia arriba en un ciclo constante. Estas transferencias de calor dan lugar a las corrientes de convección que producen movimientos en el manto.

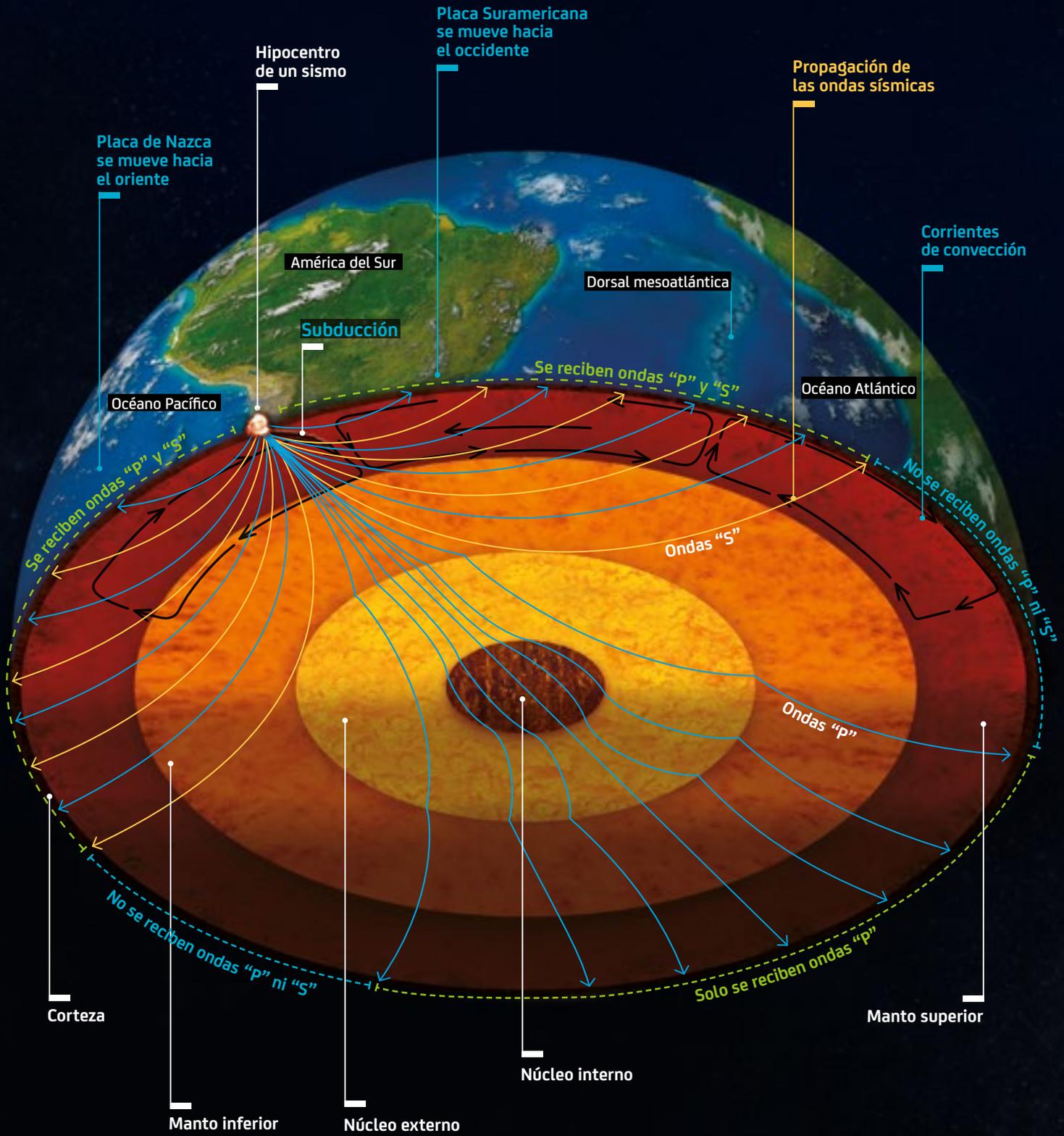
Existen diferentes tipos de contactos entre placas, los cuales inciden en la naturaleza de los sismos que ocurren a lo largo de ellas.

Como resultado de la interacción entre las placas tectónicas, se generan, además, los sistemas de falla, que son agrietamientos con desplazamiento al interior de las placas (intraplaca), en los cuales se pueden presentar concentraciones de esfuerzos cuya liberación también genera sismos a medida que las rocas se desplazan súbitamente unas sobre otras.

Existen otras causas de generación de sismos como la actividad volcánica y algunas actividades humanas. Los sismos asociados a actividad volcánica resultan de la intrusión o movimiento de magmas o fluidos volcánicos, que puede generar la ruptura de la corteza continental; por lo general afectan zonas muy específicas. En cuanto a las actividades humanas, la detonación subterránea de explosivos químicos o de dispositivos nucleares y la construcción de embalses, pueden generar sismicidad inducida por cambios en las concentraciones de esfuerzos que pueden reducir la resistencia de las rocas con potencial de ruptura. En general, en este tipo de actividades y proyectos, se le da relevancia al desarrollo de estudios previos, para prevenir fenómenos de sismicidad inducida.



↓ Estructura interna de la Tierra y propagación de ondas sísmicas



### Qué es

Un sismo –terremoto, movimiento telúrico o temblor de tierra– es el movimiento y vibración de la corteza terrestre debido a una liberación rápida de energía acumulada entre placas tectónicas o en un sistema de fallas, que resulta de una ruptura de la roca que se propaga a través de ondas sísmicas. La propagación de estas ondas registrada por los instrumentos de medición, es percibida algunas veces por las personas y es la causante de movimientos en las construcciones.

### Magnitud de los sismos

El tamaño de un sismo es un parámetro muy importante e históricamente se ha descrito de diferentes formas. Previo al desarrollo de la instrumentación sísmica moderna, los métodos para determinarlo consistían en descripciones cualitativas de sus efectos, lo que implicaba una medida combinada del tamaño del sismo y de sus daños. Esto implicaba una dificultad porque los daños dependen no solo de la magnitud y profundidad, sino también de la calidad del diseño y construcción de las edificaciones.

Las estaciones sismográficas modernas han posibilitado el desarrollo de medidas cuantitativas del tamaño de los sismos. Si algún equipo revolucionó el campo de la sismología fue el sismómetro inventado por Harry O. Wood and J.A. Anderson en 1922, el cual se convirtió en un referente para el desarrollo de las investigaciones sísmicas. Con base en mediciones hechas con este sismómetro, se desarrolló en 1935 la escala de magnitud Richter, cuyo nombre se debe a su autor Charles F. Richter, del Instituto Tecnológico de California. La escala de magnitud Richter es la medida más conocida para establecer el tamaño de los sismos, pero no es la más apropiada. Esta y otras escalas han sido reemplazadas por la de Magnitud de Momento, una medida directa de los factores que producen la ruptura que origina el sismo, y que, por ende, cumple mejor su objetivo de medir la energía liberada.

La Magnitud de Momento mide el tamaño de un sismo a partir del análisis de las formas de las ondas registradas por los sismógrafos. Las diferentes formas y direcciones del movimiento de las ondas son registradas mediante gráficos llamados sismogramas, los cuales se usan para estimar la geometría de la falla. Las amplitudes o tamaños de las ondas de los sismogramas se usan para calcular la resistencia al cortante de la roca fallada, el área de la zona de falla y el desplazamiento promedio de la falla.

### Intensidad de los sismos

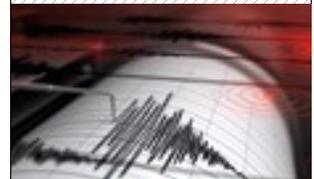
Para un sismo de una magnitud dada, mientras mayor sea la profundidad a la que se inicia la ruptura, menor será su intensidad en la superficie de la tierra. Las ondas sísmicas viajan a través de la estructura de la tierra cientos y miles de kilómetros, y se atenúan con la distancia.

Las medidas de intensidad más antiguas, previas a la instrumentación sísmica, consistían en descripciones de los efectos de los sismos, basadas en entrevistas posteriores a la ocurrencia del evento enfocadas en la percepción de la población de las zonas afectadas. Este tipo de medidas implica una dosis significativa de subjetividad.

El auge de la instrumentación sísmica (sismógrafos y acelerógrafos) ha permitido medir la intensidad de los sismos en términos cuantitativos de los movimientos del terreno. Dentro de los aspectos con mayor incidencia en la variabilidad de estos movimientos, se destacan los efectos de amplificación asociados a las características del suelo en cada sitio. “Por definición, intentamos caracterizar, en promedio, los primeros 30 metros del perfil del suelo. Sobre los diferentes tipos de suelo se asientan toda la infraestructura y las edificaciones. Esas características del suelo contribuyen a atenuar la intensidad del movimiento del terreno o, por el contrario, a intensificarlo”, explica la geóloga María Mónica Arcila, especialista en amenaza sísmica del Servicio Geológico Colombiano. Dada la marcada influencia que, en el ámbito mundial, los efectos de los suelos han mostrado en los sismos, su caracterización ha tomado cada vez más importancia. Por la creciente necesidad de conocer con mayor detalle la respuesta sísmica de los suelos y sus efectos en

## LA ESCALA DE MAGNITUD RICHTER

La escala de magnitud Richter se expresa en números enteros y fracciones de decimales. Debido a la base logarítmica de esta escala, cada número entero de incremento en magnitud representa aproximadamente 31 veces más energía liberada.



### Ejemplo:

Un sismo de magnitud **8** libera **31 veces** más energía que un sismo de magnitud **7**, aproximadamente **1.000 veces** (31x31) más energía que uno de magnitud **6** y alrededor de **30.000 veces** (31x31x31) más energía que uno de magnitud **5**.

las intensidades sísmicas que se transmiten a las construcciones, se han desarrollado en muchos países del mundo como Estados Unidos, Japón, India, Turquía y algunos de América Latina, los estudios de microzonificación sísmica. Un buen ejemplo de este tipo de estudios son los realizados en Colombia, donde dentro de la norma de diseño y construcción sismorresistente se incluyen requerimientos mínimos para su desarrollo. Gracias a esto, actualmente en Colombia las principales ciudades cuentan con estudios de microzonificación sísmica. Dichos estudios constituyen herramientas útiles en la planeación y diseños de ingeniería de las edificaciones, y es muy importante tener en cuenta sus recomendaciones, tal como lo explica la ingeniera Gloria María Estrada, gerente de Geociencias de Suramericana S.A.

El conocimiento de la probabilidad de superar ciertos niveles de intensidad de los movimientos sísmicos en un sitio de interés es la base para la evaluación de vulnerabilidad de la infraestructura y las construcciones existentes y futuras.

### Monitoreo de los sismos

Todos los días se presentan muchos movimientos telúricos en diferentes partes del mundo, pero gran parte de ellos no son perceptibles por las personas debido a su baja magnitud o a su gran profundidad. La instrumentación sísmica hace posible el registro, facilitando el monitoreo, la investigación y la difusión del conocimiento sísmico.

Un buen ejemplo de la instrumentación sísmica actual es la Red Sismográfica Global, compuesta por más de 150 estaciones sísmicas modernas distribuidas globalmente y conectadas por red de telecomunicaciones. Esta red resulta de la cooperación entre un grupo de instituciones entre las que se destaca el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS), la Fundación Nacional de Ciencia (NSF) y las Instituciones de Investigación para la Sismología (IRIS).

Existen también redes de instrumentación local en los países. Un caso de este tipo de redes es la Red Sismológica Nacional de Colombia (RSNC) del Servicio Geológico Colombiano (SGC), compuesta por 50 estaciones sismológicas que transmiten datos en tiempo real. El SGC cuenta, además, con la Red Nacional de Acelerógrafos de Colombia (RNAC), compuesta por 120 equipos digitales (de los cuales 32 se ubican en Bogotá) y orientada al registro de los sismos intensos que

#### **INTENSIDAD**

Es una medida de las características de los movimientos del terreno en superficie. Varía de acuerdo con el lugar donde se encuentre el observador.

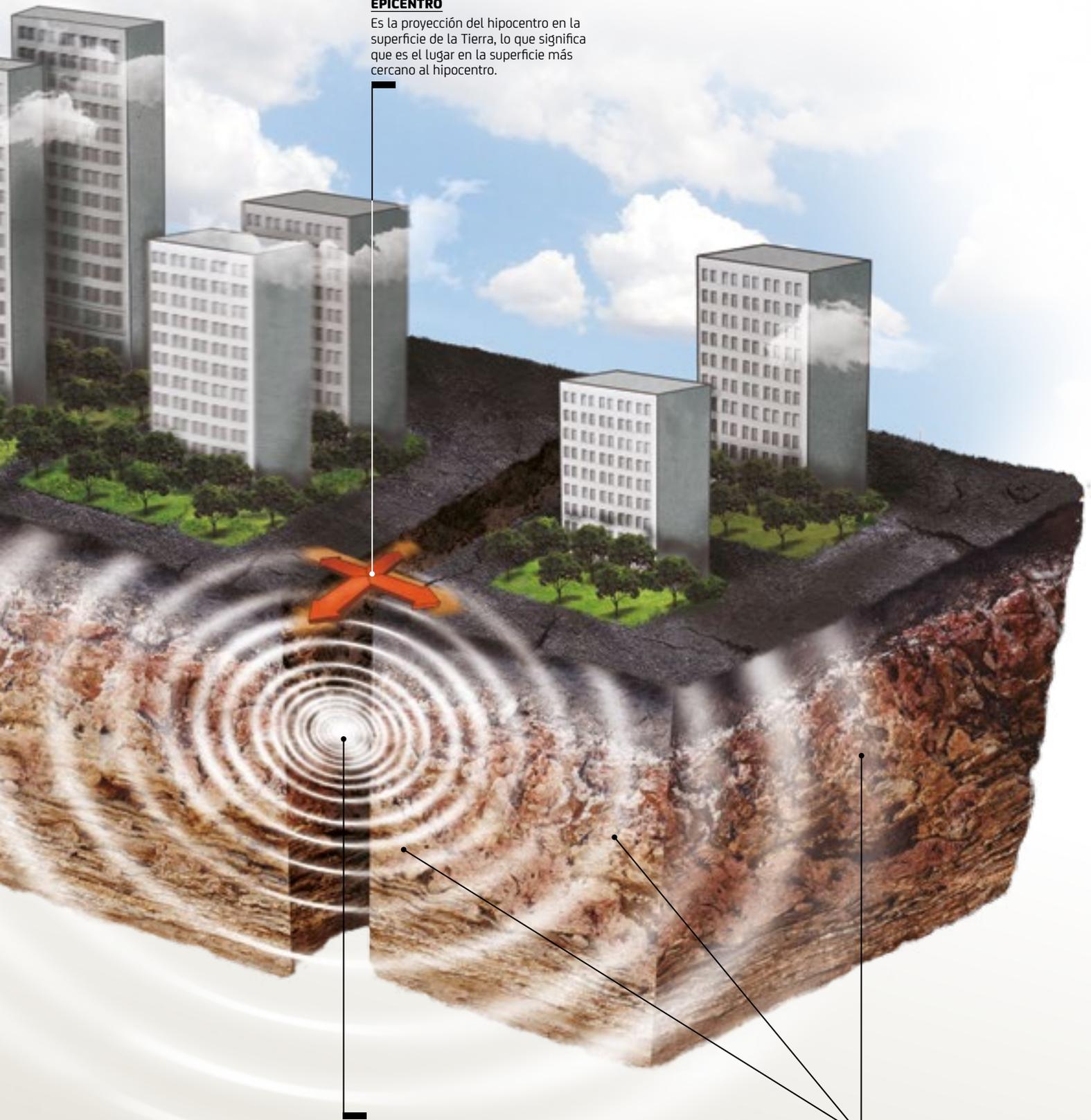
ocurren en el territorio nacional; estos registros son pieza fundamental de los estudios de amenaza sísmica del país. En el caso de Colombia, existen también redes locales de acelerógrafos, como es el caso de la Red Acelerográfica de Medellín (RAM) y de su Área Metropolitana (RAVA), compuesta por 32 equipos (22 ubicados en Medellín), las cuales han sido vitales en los estudios de microzonificación sísmica del valle de Aburrá.

Con base en toda la información que generan los servicios geológicos y organizaciones dedicadas a monitorear los sismos, se despliega información relevante sobre la actividad sísmica. “Los servicios geológicos permiten avanzar en el conocimiento sísmico para el desarrollo de los códigos de sismorresistencia, difundir información para las oficinas de prevención y atención de desastres, y apoyar mecanismos de gestión del riesgo sísmico”, explica la geóloga María Mónica Arcila.



**EPICENTRO**

Es la proyección del hipocentro en la superficie de la Tierra, lo que significa que es el lugar en la superficie más cercano al hipocentro.



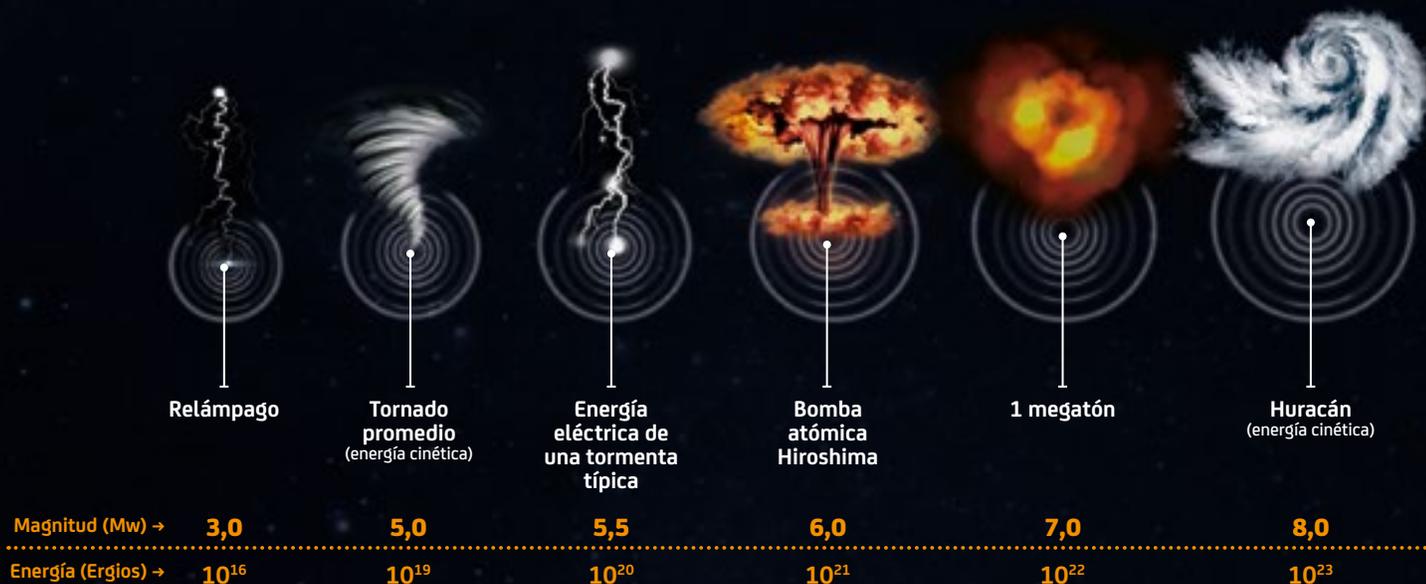
**HIPOCENTRO**

Es el punto donde se inicia la ruptura que origina las primeras ondas del sismo. Desde el hipocentro, la ruptura se extiende a través de la falla.

**MAGNITUD**

Es una medida de la energía liberada por un sismo y su valor es independiente del lugar donde se encuentre el observador.

## ➔ Escala de Magnitud de Momento



### La historia dice

Los registros instrumentales de sismos, en general, son muy recientes, lo cual hace necesario recurrir a la historia para recopilar datos y adelantar estudios de amenaza sísmica. En Colombia, por ejemplo, el primer registro data de 1566, con un relato histórico. Esa recopilación de información es denominada sismicidad histórica y complementa la sismicidad instrumental.

Existe otra alternativa de conocimiento: la paleosismicidad, que hace referencia al aporte de la geología y la arqueología. Se trata de buscar en las capas del suelo evidencias de movimientos sísmicos ocurridos en el pasado mediante el uso de técnicas como la del Carbono 14 –método de datación por radiocarbono para muestras orgánicas de hasta 45.000 años–. “Es devolverse en el tiempo hasta mucho antes de la historia registrada por las personas. De esta manera se tiene la posibilidad de conocer sobre terremotos ocurridos que carecen de registros. Esa información es muy valiosa para caracterizar la amenaza sísmica de una región”, comenta la ingeniera Gloria María Estrada Álvarez.

**Conocer dónde se dan las concentraciones de sismos en la Tierra, la probabilidad de superar ciertos niveles de intensidad de los movimientos del terreno y el comportamiento esperado de las construcciones en un sitio dado, son elementos suficientes para identificar prioridades de gestión del riesgo sísmico que permitan proteger la vida, la propiedad y la competitividad.**

### Impredecibles, pero cíclicos

El estudio sísmico ha experimentado avances notorios en las últimas décadas, tanto en la tecnología utilizada para analizar cada terremoto como en las conclusiones obtenidas de los registros históricos. Sin embargo, “en el estado actual de la ciencia, en ningún lugar del mundo es posible predecir la ocurrencia de un sismo, entendiendo la predicción como el día, la hora, el lugar y la magnitud, pero sí se puede gestionar el riesgo, basado en las probabilidades de ocurrencia y las características probables que pueden tener los movimientos. El papel de las redes sismológicas es generar ese conocimiento”, explica la geóloga María Mónica Arcila.

Según datos del Servicio Geológico Colombiano (SGC), cada año en Colombia se registran en promedio unos siete sismos de magnitudes entre 5,0 y 5,9 Mw, y uno entre 6,0 y 6,9 Mw. Desde 1964, fecha de inicio de la instrumentación moderna, se han registrado seis sismos de magnitudes entre 7,0 y 8,0 Mw y uno de magnitud 8,1 Mw.

Los movimientos sísmicos son producto de la acumulación de esfuerzos y sus condiciones y características se conocen cada vez con más detalle; así, es posible determinar dónde se generan, cuál es su ciclo sísmico y con esta información se elaboran los mapas de amenaza, en términos de probabilidad.



Sismo de Nueva Madrid (USA) 1811-1812

8,5

$10^{24}$



La más grande explosión nuclear en el mundo

9,0

$10^{25}$



Sismo de Chile 1960

9,5

$10^{26}$



Consumo anual de energía de Estados Unidos

10,0

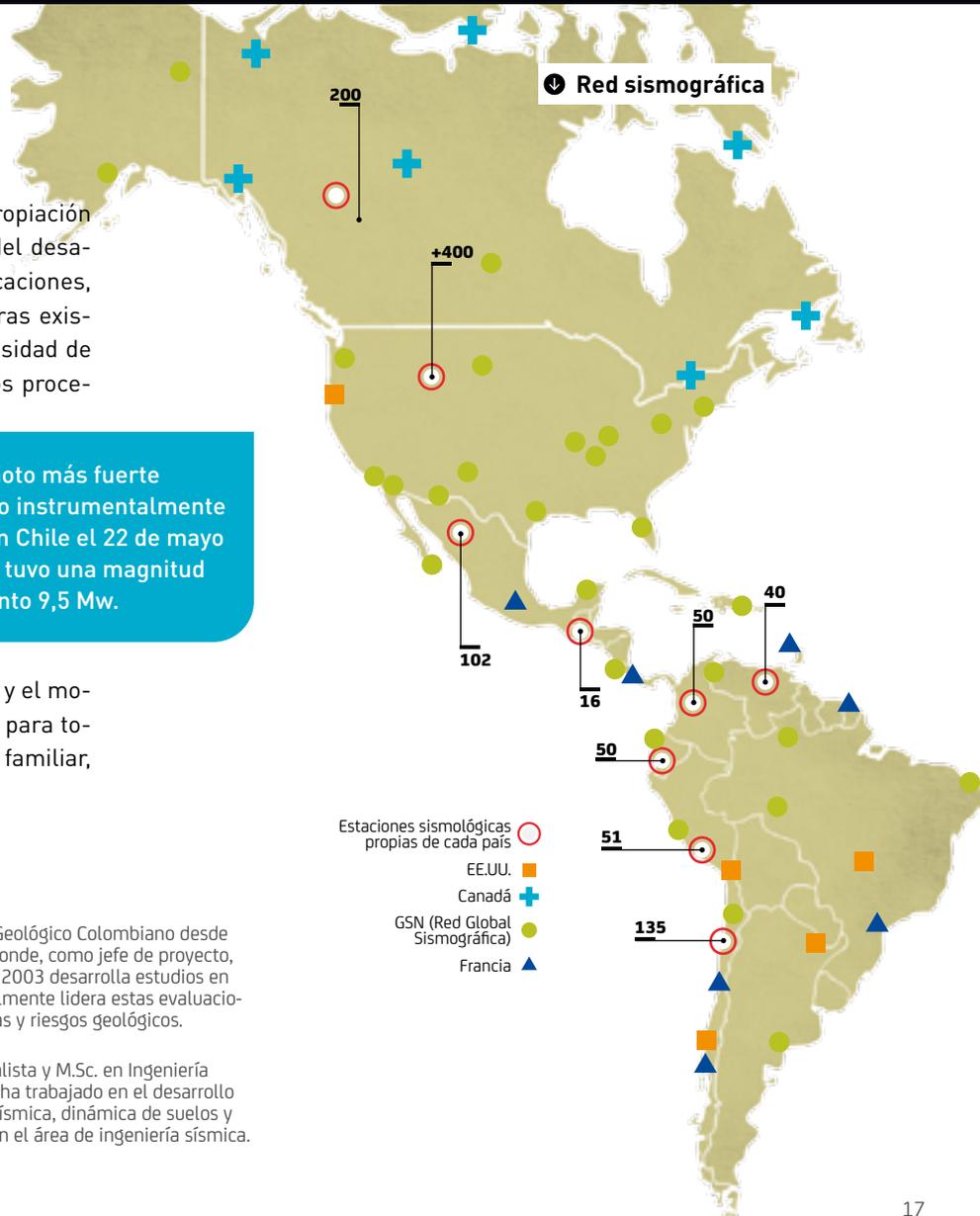
$10^{27}$

### Utilidad del conocimiento sísmico

En la gestión del riesgo sísmico es clave la apropiación del conocimiento actual para la planeación del desarrollo de proyectos de infraestructura y edificaciones, y para la adecuación de construcciones y obras existentes. En esto son esenciales tanto la rigurosidad de los estudios y diseños de ingeniería, como los procesos de construcción acordes a los diseños, no solo por su incidencia en la vida y en la propiedad, sino por los efectos que un mal desempeño puede tener en la prestación de servicios públicos vitales y en las cadenas de abastecimiento.

Los avances en el conocimiento sísmico y el monitoreo de la sismicidad son elementos útiles para tomar decisiones de gestión a nivel individual, familiar, empresarial y gubernamental.

El terremoto más fuerte registrado instrumentalmente ocurrió en Chile el 22 de mayo de 1960 y tuvo una magnitud de Momento 9,5 Mw.



#### FUENTES:

##### María Mónica Arcila Rivera

Geóloga de la Universidad de Caldas. Vinculada al Servicio Geológico Colombiano desde 1991, inicialmente en actividades de vigilancia volcánica, donde, como jefe de proyecto, consolidó el Observatorio Vulcanológico de Popayán; desde 2003 desarrolla estudios en sismotectónica para evaluación de amenaza sísmica; actualmente lidera estas evaluaciones en el marco de las investigaciones aplicadas a amenazas y riesgos geológicos.

##### Gloria María Estrada Álvarez

Ingeniera civil, especialista en Ingeniería Ambiental, especialista y M.Sc. en Ingeniería Sismorresistente. Gerente de Geociencias de Suramericana, ha trabajado en el desarrollo y coordinación de estudios e investigaciones de ingeniería sísmica, dinámica de suelos y riesgo sísmico. Ha publicado más de 20 artículos técnicos en el área de ingeniería sísmica.

# GEM: Iniciativa mundial para mitigar el riesgo sísmico

La Fundación GEM es una asociación público-privada que impulsa un esfuerzo de colaboración global en el que se aplica la ciencia, para desarrollar recursos de alta calidad enfocados en la evaluación y gestión del riesgo sísmico en el mundo.



Evaluar el riesgo sísmico en el mundo y comunicarlo abiertamente es el principal objetivo de la Fundación GEM. Para lograrlo, GEM investiga y transfiere información y conocimiento que se traducen en la posibilidad de mitigar pérdidas económicas y, lo más importante, preservar vidas.

*Global Earthquake Model* (GEM, Modelo Global de Terremotos en español), con sede principal en la población italiana de Pavia, es una asociación público-privada sin fines de lucro que suministra a organizaciones y personas recursos abiertos, para evaluar el riesgo sísmico en cualquier lugar del mundo. “Creemos que la alianza entre organizaciones estatales, académicas y privadas a nivel mundial es fundamental a la hora de gestionar los desastres naturales y preservar vidas”, explica el Ph.D. John Schneider, secretario general de GEM.

**GEM cuenta con patrocinadores y aliados públicos y privados en todo el mundo; SURA es patrocinador de GEM desde 2014 y ha apoyado activamente sus proyectos y actividades en América Latina.**



↓

**OpenQuake** es un conjunto de programas de libre acceso que permite a la comunidad utilizar datos, metodologías y aplicaciones desarrollados de forma colaborativa. Los programas incluyen la Plataforma OpenQuake, el *software* OpenQuake y una gran variedad de herramientas de modelación para acceder, explorar y compartir los productos que ofrece GEM.

Con el apoyo y aporte de GEM, varias universidades en el mundo han implementado cursos de evaluación y gestión del riesgo sísmico

**El origen**

GEM inició labores en 2009 y desde entonces lidera investigaciones globales y ha difundido públicamente sus resultados, fiel a los principios establecidos desde sus inicios: abierto, creíble, colaborativo y transparente. Su creación respondió a una iniciativa del Foro Mundial de Ciencia de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), en 2006. Desde su concepción ha buscado convertirse en la más completa fuente de conocimiento sobre riesgo sísmico y en un referente mundial por su conocimiento y aplicación.

“Nosotros trabajamos no solo para desarrollar herramientas o recolectar información, sino para construir sinergias en donde todos los implicados estén convencidos de la importancia de compartir, ser abiertos y trabajar juntos”, dice el Ph.D. en geofísica Schneider.

Las investigaciones desarrolladas buscan generar herramientas, recolectar información y construir sinergias para compartir conocimiento y trabajar con transparencia. Con todo ello, GEM pretende convertirse en un puente de comunicación entre el rigor científico y las comunidades expuestas a amenaza sísmica en el mundo.

**SURAMERICANA PARTICIPA EN GEM**

La decisión de Suramericana de participar en esta iniciativa se fundamentó en los principios de GEM:

**Creíble:** Confiable desde el punto de vista científico.

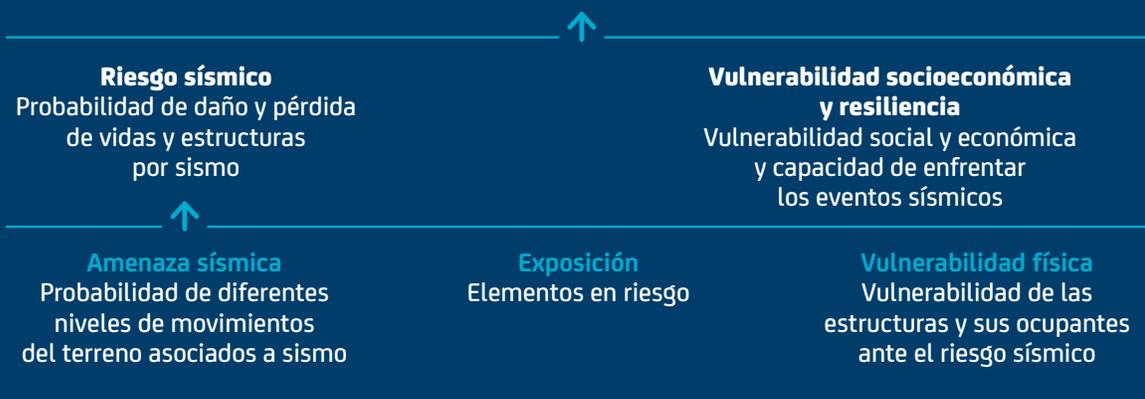
**Abierto:** Información y herramientas públicas, resultado de conectar la ciencia con la práctica y el conocimiento con la acción.

**Transparente:** Herramientas diseñadas para que los usuarios puedan evaluar el impacto de cualquier suposición en los resultados, implementar datos o modelos alternativos y considerar explícitamente la incertidumbre.

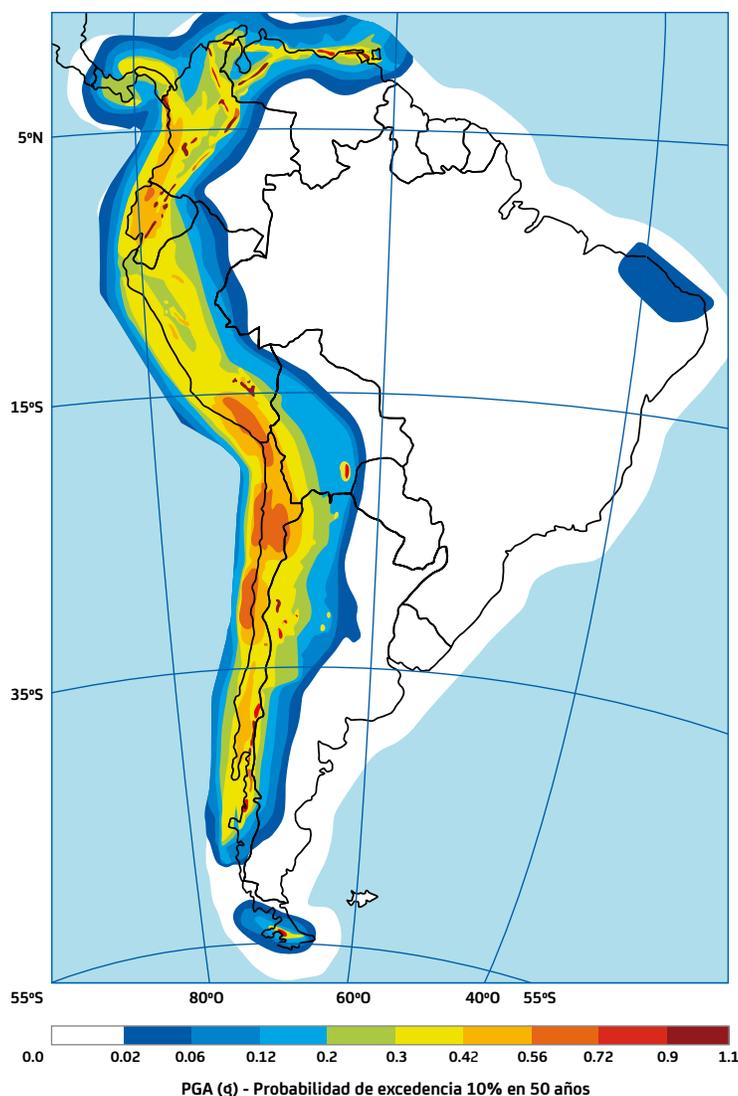
**Colaborativo:** Sinergia entre la academia, los organismos internacionales y los sectores públicos y privados para contribuir a la mitigación del riesgo sísmico.



## RIESGO SÍSMICO INTEGRADO



### Mapa de amenaza sísmica - Proyecto SARA



Durante los primeros años de labores, muchos recursos económicos fueron aportados por organizaciones públicas y privadas en la modalidad de patrocinadores. Sin embargo, los directivos de GEM comprendieron que las organizaciones muestran más interés en patrocinar proyectos específicos en sus zonas de influencia, así que ampliaron su esquema de trabajo y vincularon instituciones comprometidas con trabajos a nivel regional y de países.

#### Aprendiendo y enseñando

Desde 2009, muchos han sido los aprendizajes. Cada investigación entrega datos de gran valor, además “con cada terremoto tenemos la oportunidad de recolectar más información que pueda ser usada para validar nuestros modelos y avanzar en la prevención”, explica el Ph.D. Schneider.

Sismos como los de Chile y Haití en 2010, Japón en 2011 y Nepal en 2015 han servido para validar resultados. El Ph.D. Schneider comenta que “nuestro trabajo no es evaluar si los gobiernos están preparados o no para responder. Nuestro trabajo es ayudarlos a entender el riesgo y que ellos mismos evalúen si los planes que tienen para mitigarlos –como los códigos para la construcción de edificaciones, la planeación urbana o los planes de rehabilitación de edificios– son los adecuados, o no”. Por esta razón, sus informes, investigaciones y herramientas como OpenQuake son compartidos con quien desee acceder a ellos en el mundo, aportando así conocimiento para la estimación de la amenaza y el riesgo sísmico.

GEM no profundiza directamente sobre otros fenómenos como los tsunamis o las inundaciones;

## SARA, INVESTIGACIONES EN SURAMÉRICA

The South America Risk Assessment (SARA, Evaluación de Riesgo Sísmico en Suramérica) es un proyecto desarrollado por GEM que beneficia esta parte del continente. El proyecto comenzó en enero de 2013 y busca el desarrollo de un modelo para la estimación de amenaza y riesgo sísmico en la región mediante el uso de datos estandarizados y metodologías basados en los principios de transparencia e intercambio de conocimiento y rigor científico.

SARA busca mitigar impactos y su labor brilla aún más cuando se recuerda que entre 1970 y 2012 murieron 77.000 personas y 15 millones se vieron afectadas por los terremotos ocurridos en Suramérica y que, además, las pérdidas económicas se calcularon en 37.000 millones de dólares. Por esta razón, expertos de la región proyectaron investigaciones para ofrecer productos que mejoran la gestión del riesgo y fortalecen el interés por conocer más sobre ese fenómeno.

Este proyecto involucra

**7 PAÍSES**



Para el secretario general de GEM, el Ph.D. John Schneider, “este ha sido un proyecto muy exitoso. Actualmente tiene la información más completa sobre riesgo sísmico de la región”. Esto se corroboró luego del terremoto de Ecuador, ocurrido el 16 de abril de 2016, donde las investigaciones realizadas fueron un insumo valioso para el Gobierno de dicho país en la estimación de daños potenciales en los edificios, el costo de reposición, la distribución de las víctimas y el impacto general.

Adicionalmente, GEM ha realizado en Suramérica capacitaciones específicas sobre los usos y aplicaciones de sus productos y herramientas, acompañamiento a universidades que ofrecen cursos de evaluación y gestión del riesgo sísmico, y trabaja en conjunto con centros de prevención de desastres de varios países de la región.

sin embargo, ha gestionado alianzas con organizaciones especializadas en el estudio de otros fenómenos naturales. Un ejemplo es la fundación italiana Centro Internacional de Monitoreo Ambiental (CIMA), con la que trabaja en conjunto en la modelación, prevención y gestión del riesgo hidrológico. También ha trabajado con universidades e instituciones científicas de diversos países, como los institutos geofísicos de Australia, Alemania, Estados Unidos y Colombia. Estas instituciones han implementado información o utilizan herramientas de GEM como eje de sus planes de desarrollo y difusión del conocimiento sísmico.

GEM implementará modelos de riesgo y amenaza sísmica en convenio con instituciones de diversas partes del mundo.

### El futuro

Actualmente GEM tiene varios proyectos que planea ejecutar. Uno de los más importantes es continuar alimentando su proyecto global de información sobre las sismo-fuentes. En el componente de amenaza sísmica, planea recolectar información adicional sobre la respuesta local de los diferentes tipos de suelo, especialmente en las zonas urbanas donde la variabilidad del mismo es alta. Trabaja en modelos de recuperación para entender cómo factores sociales, físicos y económicos contribuyen a que las comunidades respondan o se recuperen ante un terremoto. GEM creará prototipos similares a *Open-Quake* que podrán ser utilizados para otros tipos de riesgos naturales.

Investigación, transferencia de conocimiento y preservación de la vida y la propiedad son objetivos que hacen que la labor de GEM genere beneficios y fortalezca la mitigación del riesgo sísmico en el mundo.



### Esté informado

[www.globalearthquake.org](http://www.globalearthquake.org);

Twitter: @GEMwrlld; Facebook: GEMwrlld

### FUENTES:

**John Schneider.** Geofísico de la Universidad de California, San Diego, Estados Unidos, Ph.D. en Geofísica de la Universidad de Wisconsin. Trabajó con varias organizaciones académicas y privadas de Estados Unidos en la evaluación del riesgo sísmico.

Dirigió el desarrollo del programa australiano para la evaluación de riesgos de la naturaleza y el desarrollo de capacidades para la reducción del riesgo de desastres naturales en ese país. Formó el equipo de la cooperación de Australia en el sudeste de Asia y el Pacífico, desarrollando programas para la evaluación del riesgo por amenazas de la naturaleza e impulso de capacidades en los países en desarrollo. Fue representante del gobierno australiano ante GEM de 2009 a 2015 y actualmente es el secretario general de esa entidad. Es asesor de la Oficina de las Naciones Unidas para la reducción del riesgo de desastres.

# Gestión de Tendencias y Riesgos, clave en un modelo competitivo y sostenible

SURA creó el modelo de gestión de tendencias y riesgos como una manera de administrar para la competitividad sostenible.



Kodak, Blockbuster y Remington no salieron del mercado por el contrabando, la competencia o un fenómeno natural. Fue la imposibilidad de anticiparse a una tendencia, de reaccionar y de adaptarse lo que las llevó a un punto irreversible.

En un escenario global no es suficiente estar cubiertos contra incendio, terremoto o cualquier otro riesgo de tipo operacional o de mercado. Hoy, las organizaciones deben protegerse de aquellos riesgos y tendencias que no son evidentes o fáciles de prever, pero que en el corto, mediano o largo plazo pueden convertirse en estratégicos y amenazar la competitividad y la sostenibilidad de las compañías.



*Queremos trascender el hecho de ser proveedores de soluciones para convertirnos en aliados estratégicos”.*

Nicolás Bedoya, gerente Administración de Riesgos de SURA-Colombia

**MODELO GTR**



**Del riesgo a la oportunidad**

A mediados de 2014 nace Gestión de Tendencias y Riesgos de SURA –GTR–, un modelo que va más allá de lo que tradicionalmente propone la industria aseguradora y establece conexiones entre las tendencias y los riesgos estratégicos de una compañía.

Para Gonzalo Pérez, CEO de Suramericana, GTR, más que un producto, constituye un modelo de administración que le agrega valor al cliente generando conciencia a partir del manejo de la incertidumbre.

Adicionalmente, el modelo entrega información de cómo se está moviendo el mundo, establece prioridades y conexiones

entre tendencias y riesgos. Así, se convierte en una herramienta valiosa para la toma de decisiones enfocadas en la competitividad y la sostenibilidad organizacional.

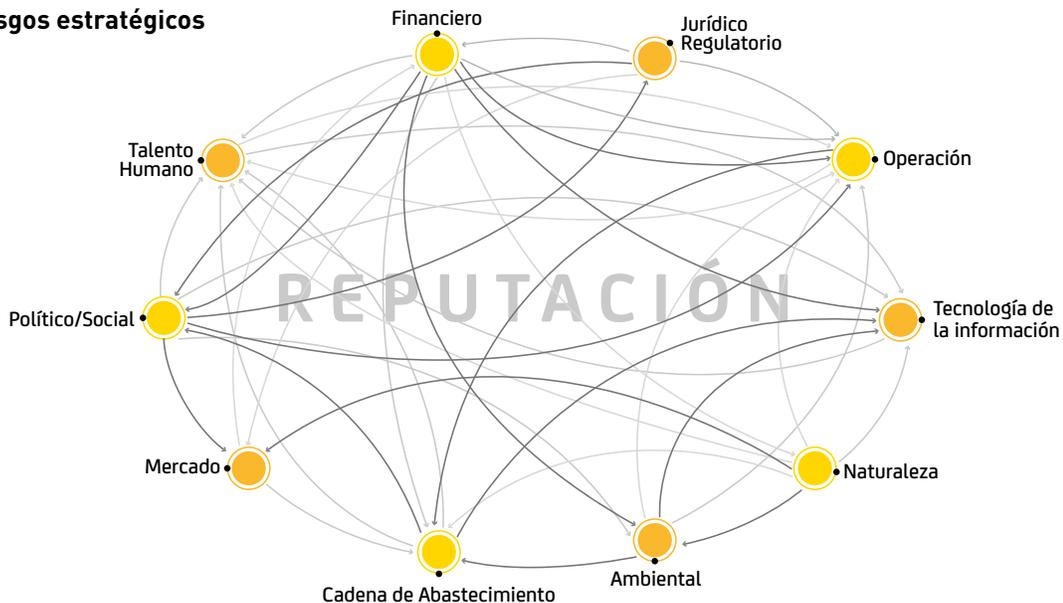
“El riesgo no solo es un problema para las organizaciones, también puede ser una oportunidad si se atiende adecuadamente”, afirma Juana Llano, vicepresidente de Seguros de Suramericana, para explicar cómo el modelo GTR le da un nuevo significado al negocio del aseguramiento al incorpora la posibilidad de gestionar todo tipo de tendencias y riesgos y poner al cliente en el centro de la estrategia.

**ASÍ VA GTR**

A junio de 2016, el modelo ha alcanzado la siguiente cobertura:

- 102 empresas lo conocen
- 44 talleres de madurez
- 23 talleres de tendencias
- 14 talleres de identificación de riesgos
- 6 talleres de interrelación de riesgos
- 3 talleres de correlación
- 37 empresas con estudios GTR de interrelaciones con riesgos de la naturaleza, que comprenden más de 900 predios y edificaciones

**Interrelación de riesgos estratégicos**



### El modelo

En el entorno en el que se mueven las compañías existen dos caminos: esperar a que el mercado vaya indicando la ruta y tal vez desaparecer, o hacer un alto, repensar el negocio y desarrollar oportunidades. A esto último es a lo que le apunta GTR.

El modelo se aplica en equipo con las compañías, y lo más relevante es que involucra a la alta dirección, pues cuando se habla de Gestión de Tendencias y Riesgos se está hablando de la estrategia para garantizar no solo la competitividad, sino también la permanencia en el tiempo.

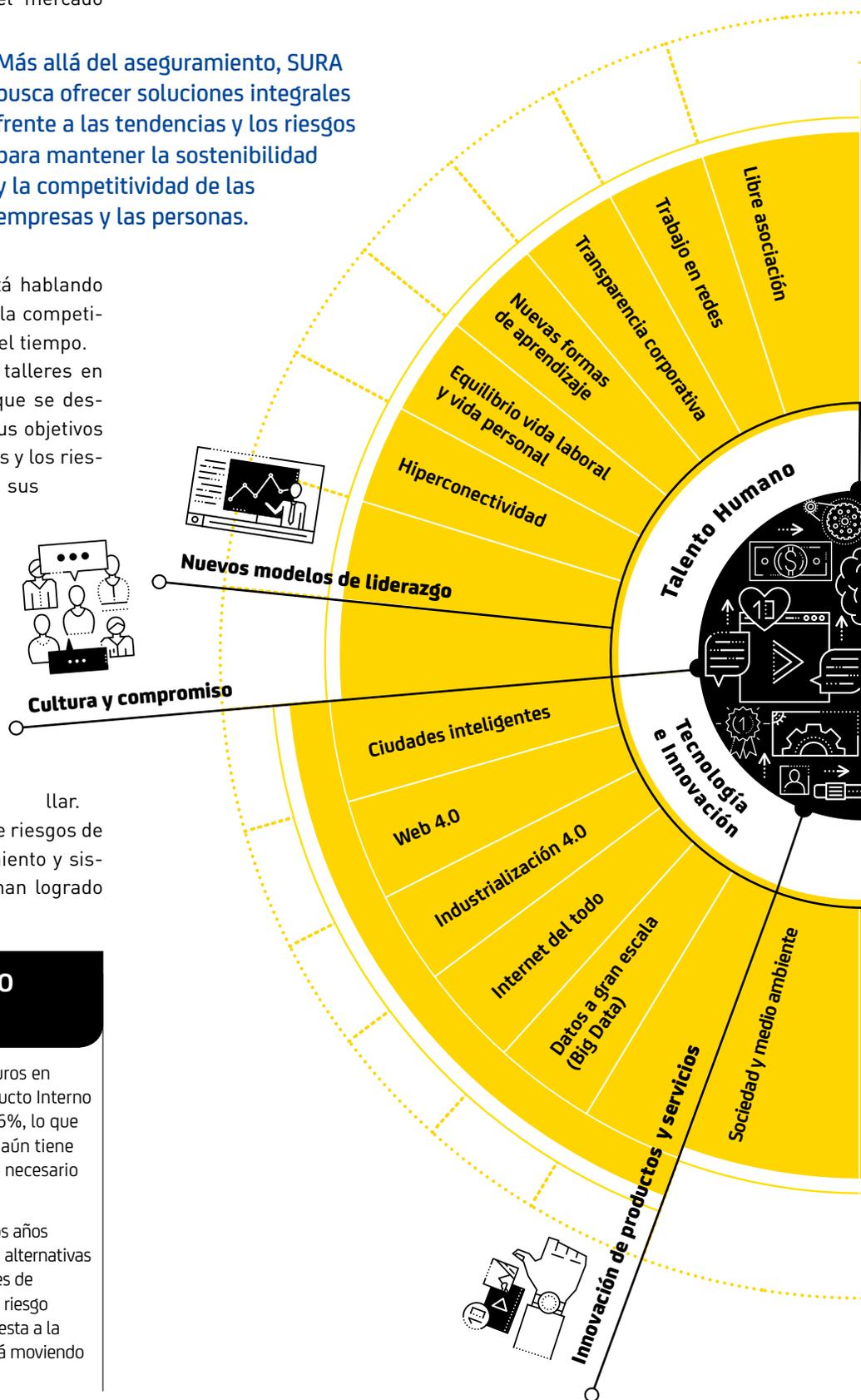
El proceso parte de una serie de talleres en los cuales se analiza el entorno en el que se desenvuelve una compañía y, con base en sus objetivos estratégicos, se identifican las tendencias y los riesgos, de los cuales, además, se revisan sus interrelaciones.

Con la información que se obtiene se construye una matriz de tendencias y riesgos, un mapa en el que se evidencian el grado de exposición y las grandes oportunidades para las organizaciones, de forma que se pueda establecer cómo gestionar esas tendencias y riesgos, si se transfieren, se retienen o qué opciones estratégicas se pueden desarrollar.

En los análisis de interrelaciones de riesgos de la naturaleza con cadenas de abastecimiento y sistemas de producción, por ejemplo, se han logrado

**Más allá del aseguramiento, SURA busca ofrecer soluciones integrales frente a las tendencias y los riesgos para mantener la sostenibilidad y la competitividad de las empresas y las personas.**

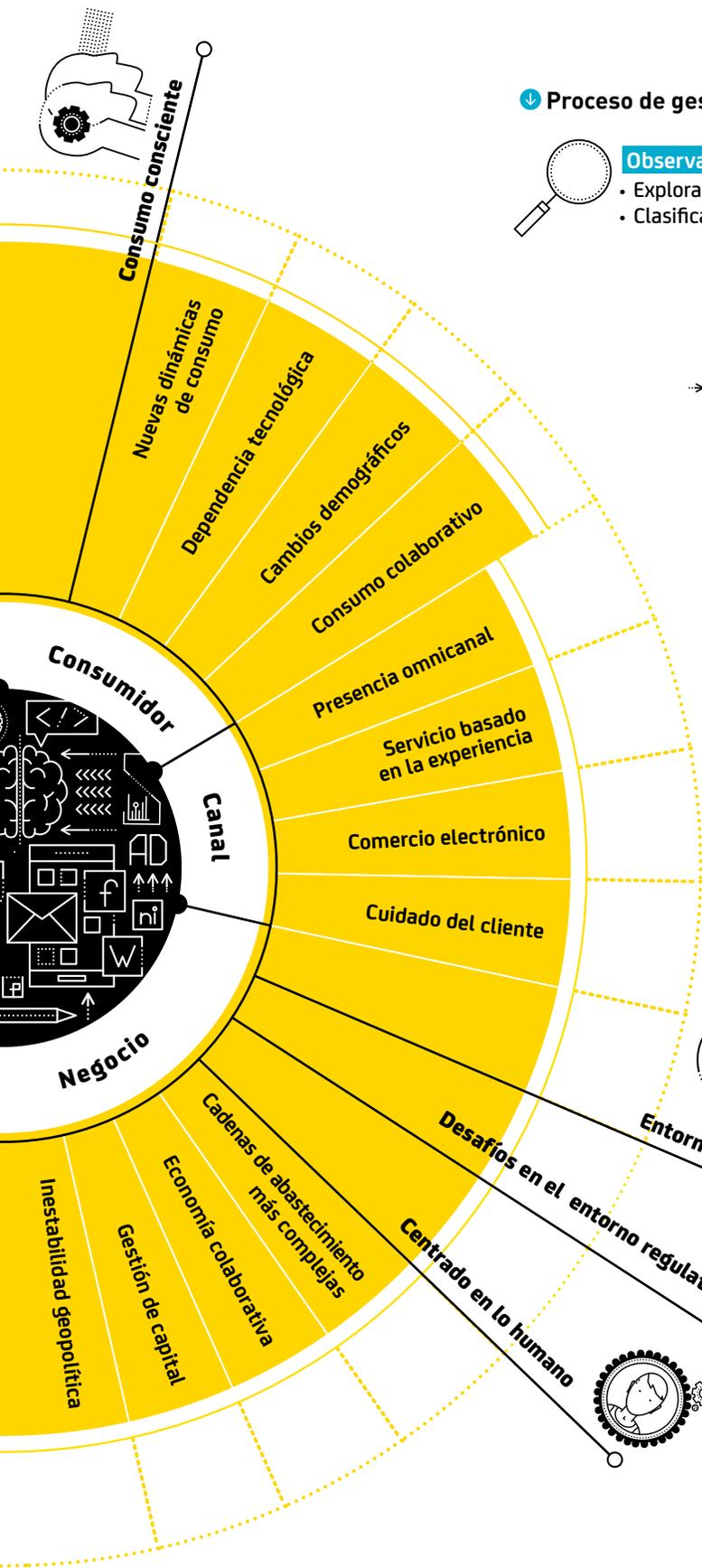
### Radار de tendencias



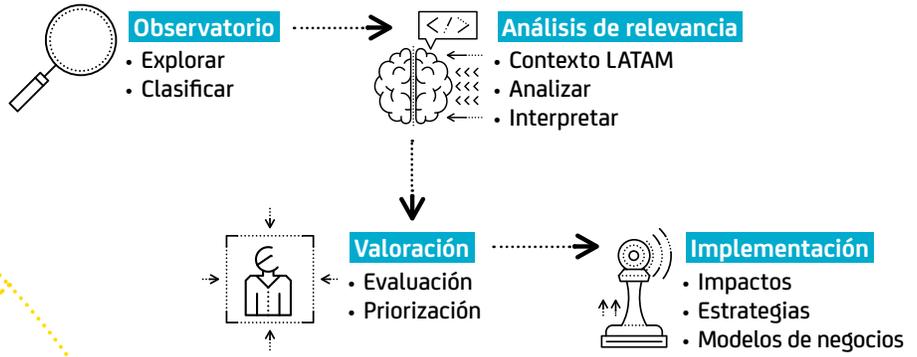
### CONTEXTO DEL NEGOCIO ASEGURADOR

La penetración del mercado de seguros en América Latina es de 3,1% del Producto Interno Bruto, mientras en el mundo es de 6%, lo que muestra que el negocio asegurador aún tiene espacio para crecer. Para lograrlo es necesario ofrecer valor agregado.

Así lo entendió SURA y desde hace dos años viene trabajando en la exploración de alternativas que no se agoten en ofrecer soluciones de aseguramiento, sino que gestionen el riesgo en múltiples dimensiones. Una respuesta a la velocidad con la que el mundo se está moviendo y a la necesidad de adaptarse.



Proceso de gestión de tendencias



cuantificaciones en términos monetarios, lo que les permite a los administradores identificar puntos clave para hacer ajustes en aspectos logísticos y de producción. Con esa información, la compañía puede:

- Mitigar los efectos, en los resultados del negocio, de una posible suspensión de operaciones.
- Orientar esfuerzos e inversiones para garantizar la sostenibilidad y la competitividad.
- Identificar falencias o ineficiencias en la cadena de abastecimiento.
- Transformar situaciones desfavorables en oportunidades de negocio y de generación de resiliencia.

Los resultados y los beneficios serán distintos, dependiendo del tipo de organización, del sector al que pertenezca, de las interrelaciones que le interese analizar. Lo importante es que este modelo ya se encuentra disponible y constituye una herramienta invaluable para anticiparse a todo aquello que pueda afectar una organización o, incluso, para detectar oportunidades que garanticen su permanencia y optimicen sus resultados en el mercado.

FUENTES:

**Gonzalo Alberto Pérez Rojas**

Abogado de la Universidad de Medellín, especialista en Seguros de la Swiss Re en Zurich, CEO's Management Program del Kellogg Graduate School of Management de Chicago. Vinculado a Suramericana desde 1981, ha ocupado distintos cargos. Desde 2003 es presidente de Suramericana S.A.

**Juana Francisca Llano Cadavid**

Abogada, especialista en Derecho Financiero y de los Negocios, Derecho de Responsabilidad Civil y Seguros de la de la Universidad Pontificia Bolivariana, especialista de Reaseguro de la Universidad Pontificia de Salamanca. Vinculada a Suramericana S.A. desde 2004, ha ocupado diversos cargos. Desde diciembre de 2015 es Vicepresidenta de Seguros de la compañía.

**Nicolás Bedoya Zapata**

Ingeniero mecánico de la Universidad Eafit, M.Sc. en Administración del Instituto Tecnológico de Monterrey. Vinculado a Suramericana desde 2008, actualmente es Gerente de Administración de Riesgos Empresariales.



# Naturaleza de los **HURACANES** y mitigación de sus impactos

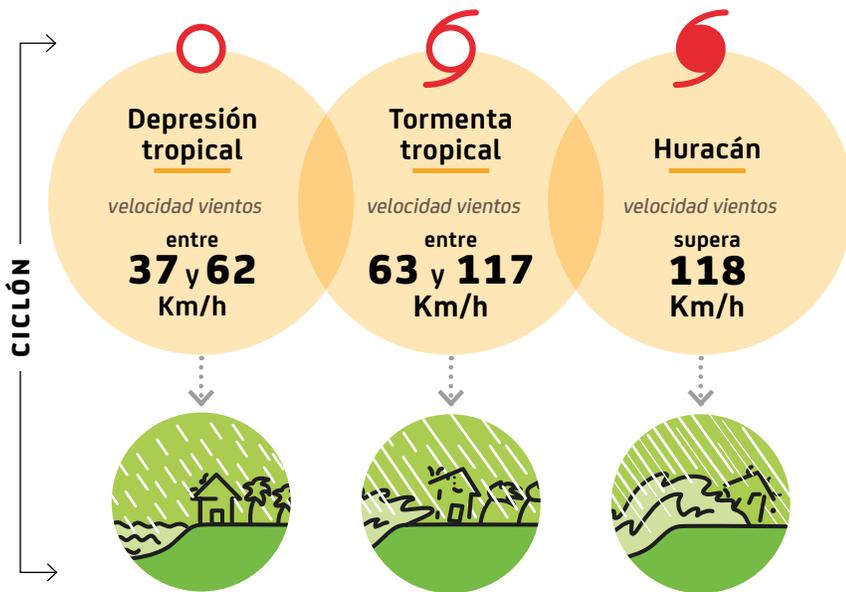
Que pasen varios años sin huracanes no nos debe llevar a bajar la guardia. La preparación es clave para gestionar mejor los riesgos asociados a este fenómeno natural que cada año tiene una temporada típica comprendida entre los meses de junio y noviembre para la región del Atlántico norte y el Pacífico noreste.

“La gente debe prepararse así pronostiquen un huracán o veinte”, dice el Ph.D. Lixion Ávila, Especialista Senior del Centro Nacional de Huracanes de Estados Unidos, al enfatizar en el punto central de la gestión ante estos fenómenos: es necesario tener siempre un plan de acción. La “sequía” de este tipo de eventos en la región, como la vivida en el estado de la Florida, que no se vio impactado por huracanes por un periodo de 10 años entre el huracán Wilma en octubre del 2005 y el paso del huracán Matthew en el mismo mes del 2016, no nos debe llevar a bajar la guardia, ya que parte de nuestra región se puede ver afectada en cualquier momento por este tipo de amenazas.

## El fenómeno

Los términos huracán, depresión y tormenta están asociados a una manifestación meteorológica denominada ciclón. Estas manifestaciones se caracterizan por la circulación cerrada alrededor de un núcleo central caliente de baja presión, también llamado ojo. En general, estos eventos ocurren en el trópico, donde las aguas superficiales del océano pueden alcanzar mayores temperaturas; por esta razón se conocen como ciclones tropicales. Pueden durar varios días y producen efectos derivados como lluvias torrenciales y oleajes fuertes.

Dependiendo de la zona donde se presente, recibe una denominación diferente. Si ocurre en la cuenca del Atlántico norte o en el Pacífico noreste, se denomina huracán. En otras zonas del mundo, como es el caso del Pacífico este, se denomina tifón. Es importante precisar que estas denominaciones se derivan de las lenguas nativas de las regiones de origen.



Un ciclón puede tener diferentes fases, según la velocidad de los vientos y la distribución de las bajas presiones en el sistema.

Si el ciclón se presenta en el hemisferio norte, la circulación de los vientos se da en la dirección contraria a las manecillas del reloj. Si ocurre en el hemisferio sur, los vientos circulan en la dirección de las manecillas del reloj. Estos patrones de circulación están asociados al sentido de rotación de la Tierra.

La intensidad del ciclón aumenta en función del incremento de la velocidad del viento y la disminución de la presión en el núcleo central. Se clasifica usando la escala Saffir-Simpson, que para los huracanes varía desde categoría 1 (ciclón más débil) hasta categoría 5 (ciclón más fuerte).

Los ciclones tropicales se originan a partir de perturbaciones atmosféricas: un conjunto de varias tormentas en una atmósfera cargada de humedad. Las perturbaciones que dan origen a la mayoría de los huracanes que afectan la cuenca del Atlántico se conocen como ondas del este, nacen en el continente africano debido al contraste entre el aire seco y cálido del desierto del Sahara y la humedad de la costa de Guinea.

Estos sistemas de tormentas atraviesan el océano Atlántico con dirección oeste, hacia el continente americano, generando a su paso regiones de bajas presiones atmosféricas cuando el aire cálido de la superficie del océano se eleva a grandes alturas, donde se enfría y se condensa posteriormente. Con las condiciones propicias,

estas perturbaciones pueden intensificarse y dar origen a una depresión tropical, la cual es la etapa inicial de la formación de un huracán. Para ello, es necesario que se presenten las siguientes situaciones:

- Baja presión atmosférica.
- Temperatura media de 26.5°C sobre la capa superficial del océano (profundidades menores a 15 metros).
- Debilitamiento de los vientos alisios.

De manera muy general, cuando la temperatura media superficial del océano se encuentra alrededor de los 26.5°C, el calor es transferido a la atmósfera mediante el aumento de la tasa de evaporación. Cuando esta transferencia de energía entre el océano y la atmósfera se da durante el paso de una perturbación atmosférica en el Atlántico, las bajas presiones asociadas a este sistema decaen aún más y es en este punto donde comienza el proceso de formación de una depresión tropical: el aire se mueve desde las zonas de alta presión hacia las zonas con bajas presiones. Este flujo, afectado por el movimiento rotacional de la Tierra, posibilita el mecanismo de circulación de la masa de aire que comienza a organizarse en forma de espiral alrededor del centro de bajas presiones. A partir de este proceso, y dependiendo de la disponibilidad de energía calórica en el océano, estos sistemas, que convierten el calor en energía mecánica, pueden intensificarse hasta llegar a su máxima categoría.

**Amenazas asociadas**

A los ciclones se asocian amenazas de viento, marejada ciclónica y lluvias torrenciales.

- **Vientos:** además de los vientos fuertes que pueden superar los 250 km/h, los huracanes y tormentas tropicales pueden producir tornados que se forman alejados del núcleo del ciclón.
- **Marejada ciclónica:** es un aumento anormal del oleaje generado por un ciclón tropical.
- **Lluvias torrenciales:** las bandas de lluvia de estos sistemas pueden generar precipitaciones acumuladas de hasta 1000 mm en un día, lo cual puede causar inundaciones.

**ESCALA SAFFIR-SIMPSON**

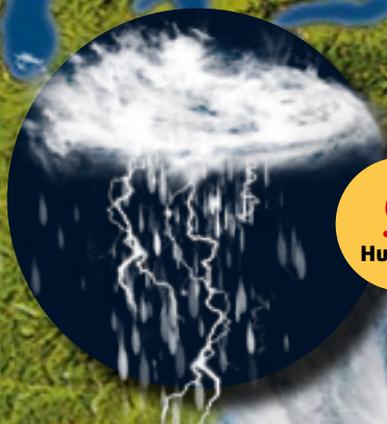
La intensidad del ciclón aumenta en función del incremento de la velocidad del viento (V) y la disminución de la presión (P).

**CATEGORÍA**

<b>1</b>		V 118 - 153 km/h P >980 (hPa) <b>MÍNIMO</b>
<b>2</b>		V 154 - 177 km/h P 979 - 965 (hPa) <b>MODERADO</b>
<b>3</b>		V 178 - 210 km/h P 964 - 945 (hPa) <b>EXTENSO</b>
<b>4</b>		V 211 - 250 km/h P 944 - 920 (hPa) <b>EXTREMO</b>
<b>5</b>		V > 251 km/h P < 920 (hPa) <b>CATASTRÓFICO</b>

# ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE UN HURACÁN

Norteamérica



5

Cuando las velocidades del viento de una tormenta tropical superan los 118 km/h, el ciclón tropical se categoriza como huracán y su intensidad se asigna según la escala de vientos huracanados Saffir - Simpson.



4

Las depresiones tropicales pueden intensificarse a partir del calor latente disponible en el océano, convirtiéndose en tormenta tropical. A partir de este momento se le asigna un nombre.

Centroamérica

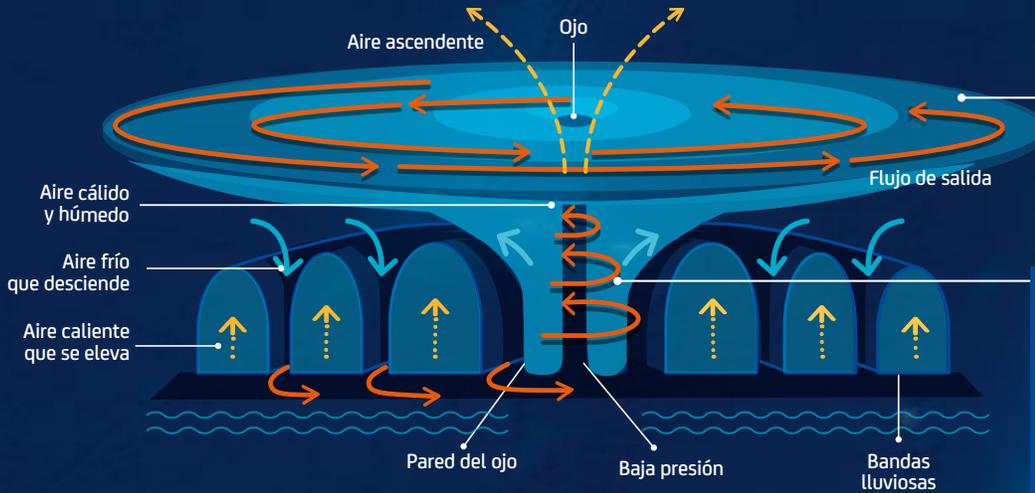
Por cada incremento en la escala Saffir - Simpson, el daño potencial del huracán puede incrementarse en un factor de 4.

Vientos alisios conducen los ciclones desde las costas africanas hacia el oeste.

Suramérica

Zona de Convergencia Intertropical ZCIT

# ANATOMÍA DE UN HURACÁN



**CIRCULACIÓN PRIMARIA**  
Las masas de aire se mueven desde las zonas de alta presión hacia las zonas de baja presión, originando el movimiento ciclónico del sistema debido a efectos de rotación de la tierra (fuerza de Coriolis).

**CIRCULACIÓN SECUNDARIA**  
Las parcelas cálidas de aire ascienden en forma de espiral por el centro del huracán, debido a la diferencia de temperatura con su entorno. Una vez la parcela alcanza la parte más alta del huracán, su temperatura disminuye rápidamente y se precipita hacia la parte baja de la tropósfera.



**Depresión tropical**

A medida que una perturbación se intensifica, decae más la presión del sistema, los vientos aumentan su velocidad y el sistema se convierte en una depresión tropical.

**3**

**Perturbación atmosférica**

Desierto del Sahara

El contraste entre las condiciones cálidas y secas del desierto del Sahara y la humedad del Golfo de Guinea genera perturbaciones atmosféricas. Estas son condición necesaria para la formación de un huracán.

**1**

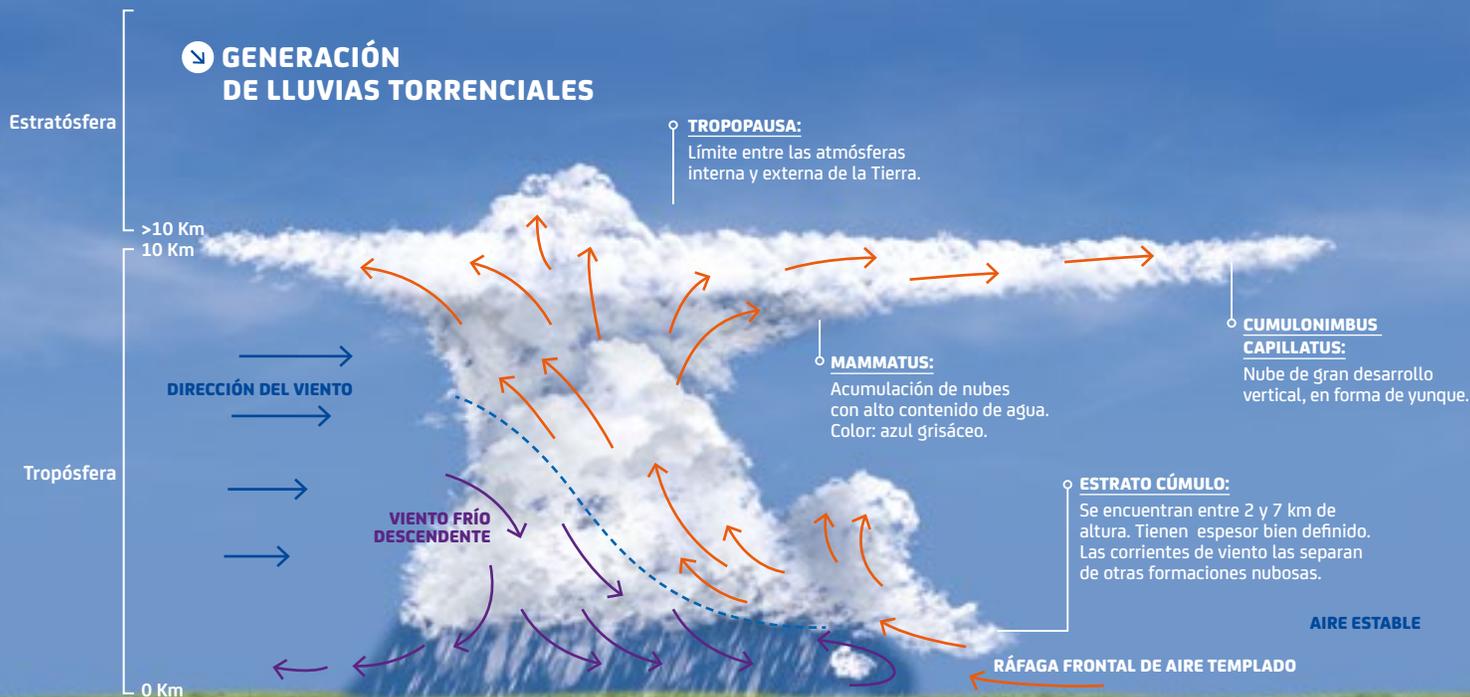
Costas de Guinea

**2**

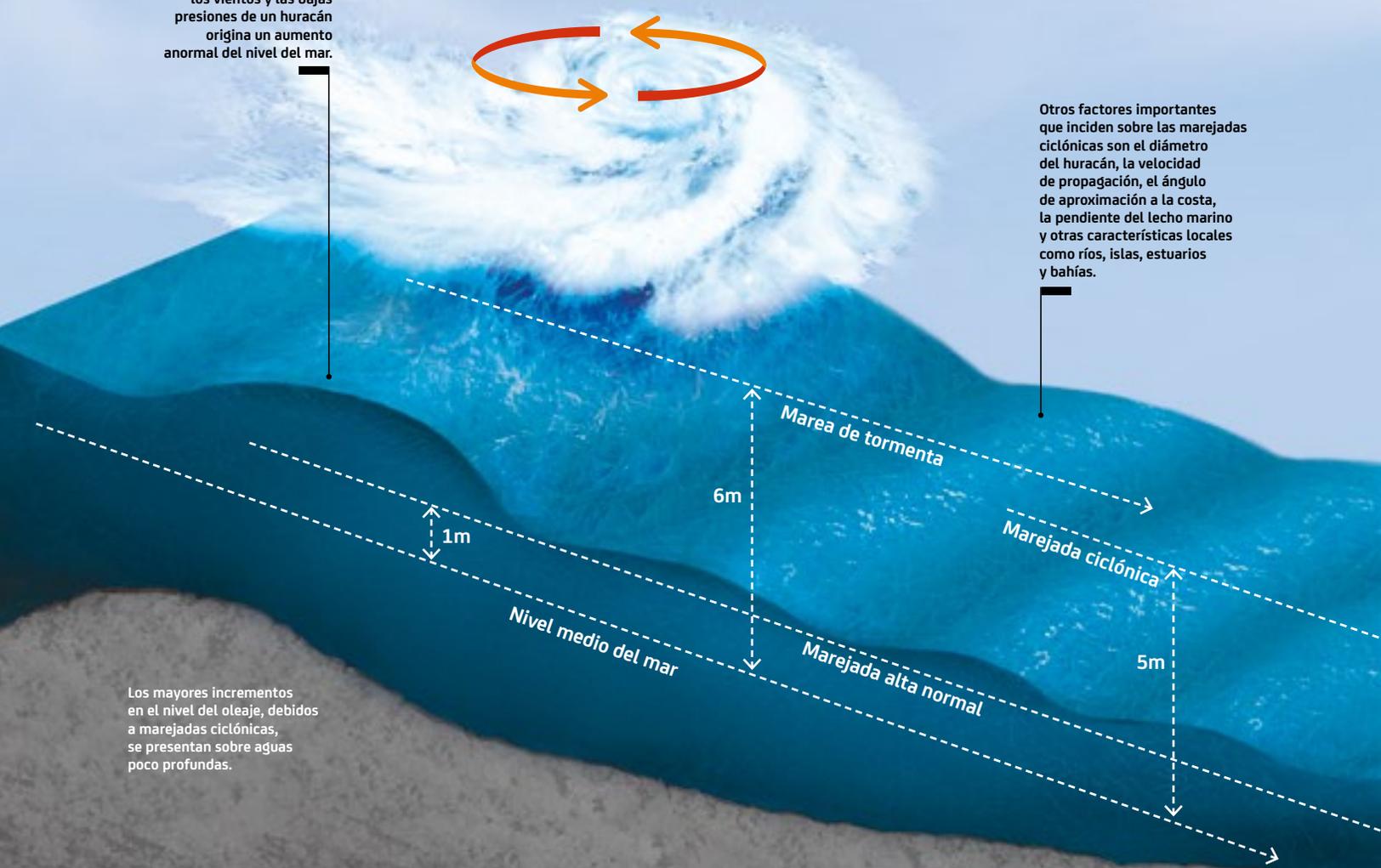
Banda de aguas cálidas sobre el océano Atlántico. Varía a lo largo del año y se maximiza en septiembre, mes que coincide con el pico de la temporada de huracanes.

Temperaturas del mar del orden de los 26.5°C favorecen la transferencia de energía calórica entre océano y atmósfera mediante procesos de evaporación, intensificando las perturbaciones existentes.

## GENERACIÓN DE LLUVIAS TORRENCIALES



La acción conjunta de los vientos y las bajas presiones de un huracán origina un aumento anormal del nivel del mar.



Otros factores importantes que inciden sobre las marejadas ciclónicas son el diámetro del huracán, la velocidad de propagación, el ángulo de aproximación a la costa, la pendiente del lecho marino y otras características locales como ríos, islas, estuarios y bahías.

Los mayores incrementos en el nivel del oleaje, debidos a marejadas ciclónicas, se presentan sobre aguas poco profundas.

Los países más afectados por la temporada de huracanes en el Caribe y el Pacífico noreste son: Puerto Rico, República Dominicana, Haití, Estados Unidos, México, Honduras, Nicaragua y las islas del Caribe. Algunos países como Panamá y El Salvador no se ven afectados directamente por la trayectoria de ciclones tropicales, sin embargo, efectos derivados de estos, como lluvias torrenciales y marejadas ciclónicas, pueden generar grandes afectaciones socioeconómicas.

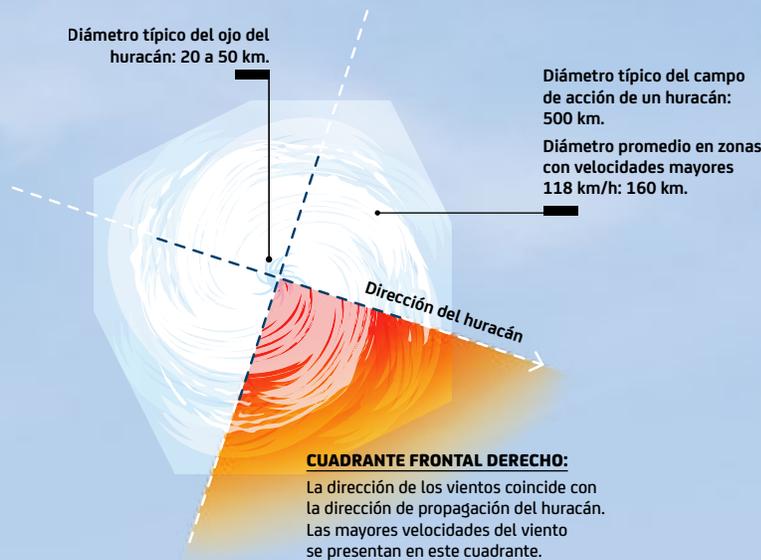
### Monitoreo continuo

El Ph.D. Lixion Ávila explica que el Centro Nacional de Huracanes hace parte del Servicio Meteorológico de los Estados Unidos, y es delegado por la Organización Meteorológica Mundial -OMM-, para emitir todos los avisos de ciclones tropicales, desde África hasta cerca de Hawái, incluyendo las islas del Caribe.

La misión principal de esta entidad es proteger la integridad de las personas, mitigar los daños y mejorar la eficiencia económica a través de:

- Emisión de alertas y pronósticos.
- Análisis de condiciones meteorológicas tropicales severas.
- Avances en el conocimiento de estos fenómenos.

Existe un sistema de alertas y monitoreo de ciclones tropicales que es coordinado por el Centro Nacional de Huracanes de Estados Unidos y al que pertenecen los servicios meteorológicos de otros países.



*Ser previsoros sobre los huracanes debe ser un proceso de apropiación del conocimiento. Los huracanes son fenómenos recurrentes, por esto, los planes de gestión son claves en la mitigación de sus efectos”.*

Ph.D. Lixion Ávila, Especialista Senior del Centro Nacional de Huracanes de Estados Unidos.

La marejada ciclónica comienza antes del impacto del huracán sobre suelos continentales.

El oleaje empuja el agua hacia la costa más rápido de lo que esta puede ser drenada.

## LOS NOMBRES

Muchos se preguntan cómo se nombran los huracanes. El Ph.D. Lixion Ávila explica que los nombres se seleccionan a partir de un consenso que se da en la Organización Meteorológica Mundial, cuya sede permanente es Ginebra, Suiza. Esta organización establece un listado de los nombres para los posibles eventos que ocurrirán en los próximos seis años, usando los tres idiomas principales en la región: español, inglés y francés. A cada temporada anual, se asignan los nombres en orden alfabético, a medida que se originan los eventos.

Tradicionalmente, los nombres asignados a los huracanes correspondían al género femenino, sin embargo, a partir de 1979, se adoptaron nombres tanto femeninos como masculinos. Los nombres de los huracanes que mayor destrucción han causado no se incluyen en futuras listas de posibles eventos.

Para el monitoreo de la formación y el desarrollo de huracanes, existen diferentes herramientas:

- Sistema de monitoreo de boyas o estaciones flotantes con instrumentos de medición de variables atmosféricas y oceánicas.
- Aviones caza huracanes, cuya misión es sobrevolar el núcleo central caliente, realizar inspección visual y recolectar datos meteorológicos.
- Seguimiento satelital permanente de las condiciones atmosféricas.
- Observadores en tierra que recopilan y analizan información de las estaciones meteorológicas localizadas en suelos continental e insular.

### Pronósticos

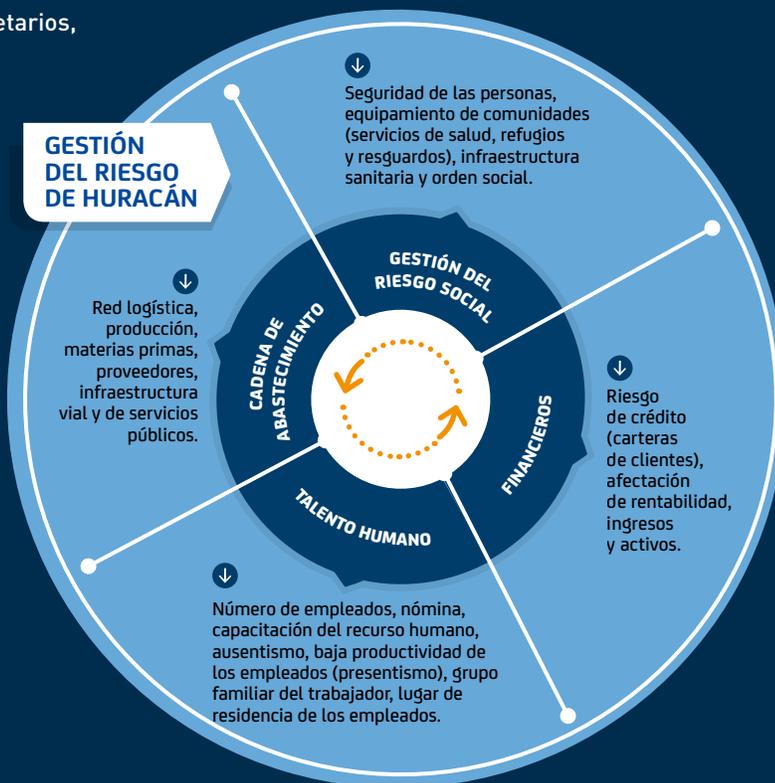
Las condiciones meteorológicas hacen que cada año se presente una temporada ciclónica, típicamente entre el 1º de junio y el 30 de noviembre, que impacta principalmente a los países de Centroamérica y el Caribe. Entre estas fechas se produce el inicio de la estación cálida (verano) para el hemisferio norte y, a su vez, comienza el debilitamiento de los vientos del este en la superficie, creándose condiciones apropiadas para la formación de ciclones.

Con el fin de realizar los pronósticos de las trayectorias e intensidades de los huracanes, el Centro Nacional de Huracanes de Estados Unidos utiliza más de treinta modelos que varían ampliamente en su nivel de complejidad y estructura, los cuales se clasifican así:

- Modelos numéricos o físicos, realizan el pronóstico de las trayectorias e intensidades de los huracanes a partir de la solución matemática de las ecuaciones físicas que representan el movimiento de la atmósfera.

Priorización basada en cuantificación en términos monetarios, considerando los siguientes aspectos básicos:

#### Caracterización de amenazas directas y asociadas



- Modelos estadísticos, se basan en la relación existente entre las tormentas históricas y algunos detalles específicos de una tormenta particular, sin considerar la física atmosférica.
- Modelos estadísticos - dinámicos, permiten realizar el pronóstico a partir del comportamiento de una tormenta determinada y de las variables físicas del medio obtenidas de modelos dinámicos.

A partir de estas clases de modelos, es posible realizar dos tipos de pronósticos:

- **Estacional:** se elabora anualmente, antes del inicio de la temporada, con datos históricos de las tormentas tales como intensidades en términos de categoría, presión, velocidad de los vientos y trayectorias según las condiciones del océano y los fenómenos macroclimáticos.
- **Operativo:** comienza a partir del momento en que se forma la perturbación atmosférica, y ofrece información a medida que esta evoluciona. Suministra un pronóstico a tres días que se actualiza diariamente, con la trayectoria e intensidad de los vientos.

Sobre los pronósticos, el Ph.D. Lixion Ávila explica: “Los desarrollos tecnológicos aplicados a la investigación han avanzado significativamente en los últimos 30 años. Hace 20 años emitíamos un pronóstico de tres días y podía tener un error medio en la trayectoria del huracán de 480 km. En la actualidad, el error medio de un pronóstico es de 160 km o menos”.

### La gestión de riesgos

Respecto a la previsión que se debe tener frente a las amenazas asociadas a los ciclones tropicales, el Ph.D. Lixion Ávila comenta: “La recomendación que nosotros hacemos a las comunidades de nuestra zona es que, antes de que comience la temporada, se debe revisar el plan de acción definido por las autoridades respectivas en caso de huracán, que varía de una zona a otra”. Las acciones que se deben seguir no son iguales en un lugar propenso a inundación, en una isla de bajo relieve topográfico o en una de alto relieve, por eso se recomienda estar atentos continuamente a los avisos emitidos por los servicios meteorológicos de cada país.

Es importante ir más allá de los planes de evacuación definidos en los protocolos de respuesta ante estas amenazas.

### Pronósticos para la temporada del 1º de junio al 30 de noviembre de 2016, comparados con la actividad observada hasta agosto de 2016.

Parámetro pronosticado	Promedio histórico por temporada	Actividad pronosticada temporada 2016	Actividad observada hasta agosto de 2016
Tormentas nombradas	12	15	11
Días de tormentas nombradas	60	55	49
Huracanes	7	6	5
Días huracán	21	21	22
Huracanes severos (categoría mayor a 3)	2	2	2
Días de huracanes severos	4	4	5

FUENTE: Philip J. Klotzbach. Department of Atmospheric Science Colorado State University.

La gestión de este tipo de riesgos debe trascender de un ámbito de protección de la vida a uno de protección de los bienes, continuidad de los negocios y capacidad de resiliencia. Esta gestión comprende:

- Identificación y cuantificación de las amenazas directas y asociadas a este fenómeno, como vientos, lluvias torrenciales y marejadas ciclónicas, en las zonas de interés.
- Evaluación de la vulnerabilidad de las personas, bienes, sistemas productivos e infraestructura vital.
- Priorización basada en cuantificación monetaria de los aspectos que controlan la gestión de los riesgos asociados a estos fenómenos desde diferentes perspectivas –sociales, empresariales y gubernamentales–, y que comprenden aspectos tales como la salud y seguridad de las personas, la operación de infraestructura de carácter indispensable, el abastecimiento de bienes y servicios, la continuidad de los procesos productivos y la prestación de bienes y servicios, que integralmente conducen a la sostenibilidad del desarrollo económico.

Suramericana se encuentra actualmente implementando un servicio de alertas para aquellos clientes con instalaciones ubicadas en zonas de alto potencial de afectación por ciclones, con información específica y detallada de las previsiones meteorológicas según la región donde se localicen, teniendo como base los boletines emitidos por el Centro Nacional de Huracanes de Estados Unidos y otras entidades oficiales de investigación y monitoreo.

#### FUENTES:

**Lixion Ávila.** Especialista senior en huracanes en el Centro Nacional de Huracanes de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de Estados Unidos –NOAA–. M.Sc. y Ph.D. en Ciencias Atmosféricas de la Universidad de Miami. Ha sido consultor del Centro Nacional de Huracanes de Estados Unidos y divulgador científico acerca de los huracanes.

**Referencias:** Philip J.W. Klotzbach. Department of Atmospheric Science Colorado State University ([www.tropical.colostate.edu](http://www.tropical.colostate.edu)).

# El Niño y La Niña:

## origen, efectos y oportunidades

En variabilidad climática a menudo se habla de dos fenómenos conocidos como El Niño y La Niña. Ambas manifestaciones forman parte de uno solo: el ENSO, por sus siglas en inglés –El Niño Southern Oscillation– o, en español, ENOS –El Niño Oscilación del Sur–. ¿Cómo se manifiesta y cuáles son sus características?

La ocurrencia de este fenómeno en cualquiera de las dos fases produce efectos distintos en diferentes regiones del continente y del mundo, por lo tanto, es factible que mientras en las islas del Caribe aumente la cantidad de días soleados, y se presenten sequías en Colombia durante la manifestación de la fase El Niño, en otros países como Perú se incrementen las precipitaciones esperadas.

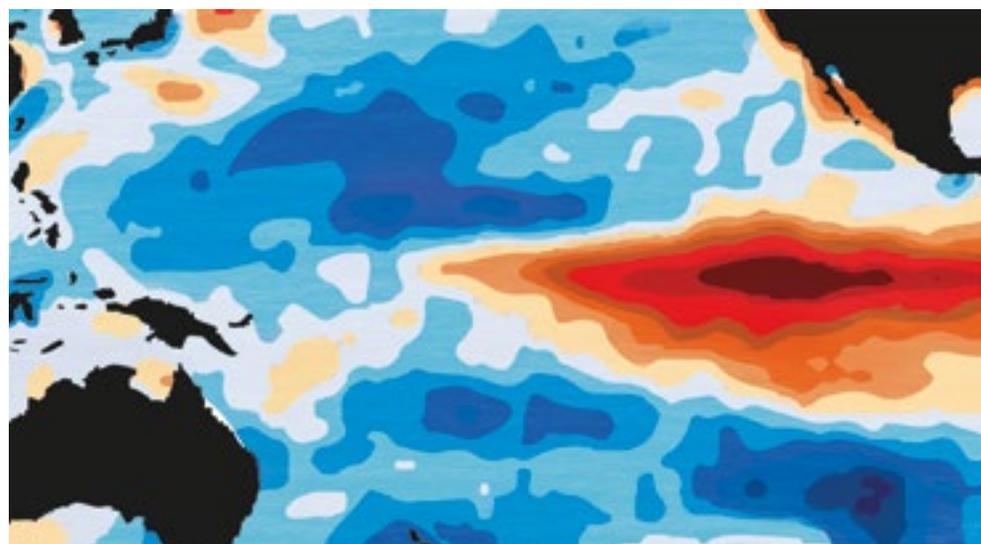
¿Por qué sus efectos se perciben diferente en América Latina? El ENSO es un fenómeno macroclimático que sumado a otras variables climáticas, geográficas y topográficas, tales como la cercanía de un lugar determinado al trópico, la configuración orográfica, la cercanía a la cuenca del Amazonas, y las corrientes oceánicas del Pacífico, incide en la dinámica del comportamiento climático local.

El fenómeno ENSO es altamente complejo y, aunque su probabilidad de ocurrencia puede pronosticarse, su duración e intensidad son difíciles de predecir y sus impactos dependen de las condiciones climáticas particulares de cada país.

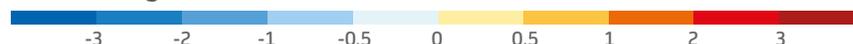
Es importante estar enterado de los efectos climáticos que causa este fenómeno en cada región y de su probabilidad de ocurrencia. Para ello, las agencias encargadas monitorean permanentemente el estado oceánico-atmosférico y disponen de canales de comunicación para informar y ofrecer los elementos esenciales que permiten planificar las acciones

### 📌 Cambios en las desviaciones típicas de la temperatura superficial del océano Pacífico ecuatorial

#### Condiciones El Niño



Grados Centígrados



a seguir por los diferentes sectores, en caso de desarrollarse El Niño o La Niña, con el fin de mitigar sus impactos.

#### ¿Qué es el ENSO?

Son las iniciales en inglés de El Niño Southern Oscillation, en español ENOS, un fenómeno de variabilidad climática que incide significativamente sobre la dinámica de los vientos atmosféricos y los patrones de precipitación en el trópico, causado por la elevación o disminución en la temperatura promedio de la superficie del océano Pacífico ecuatorial.

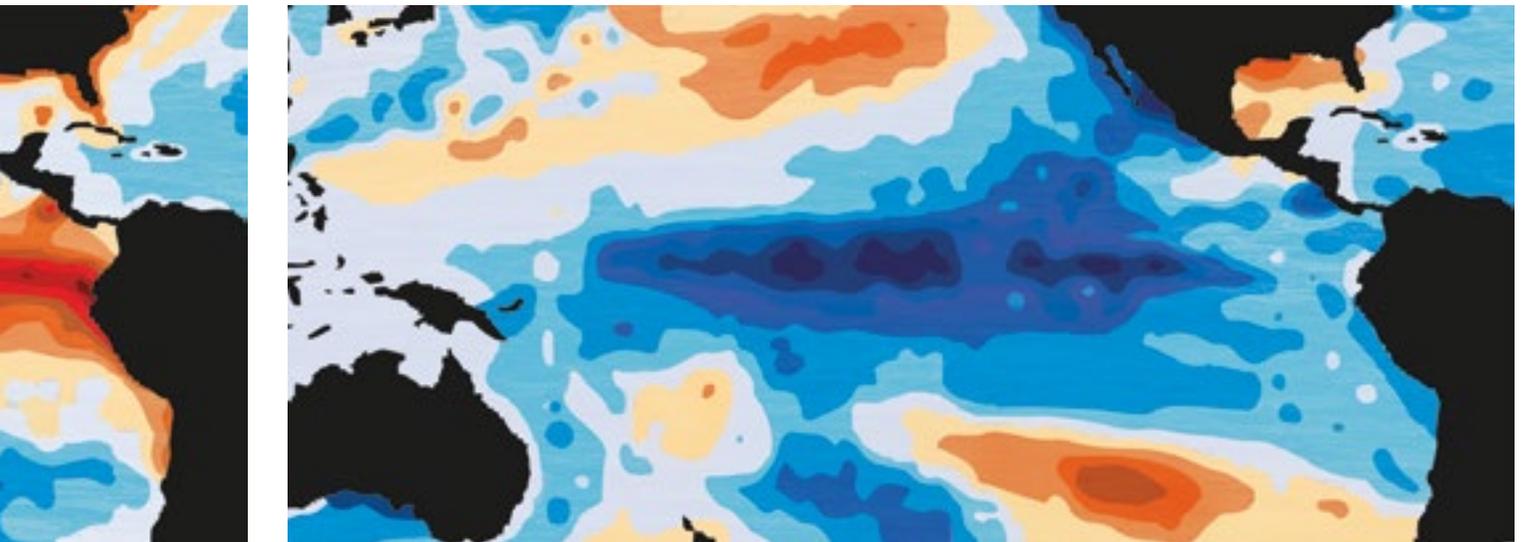
Cuando hablamos de ENSO hacemos referencia a cualquiera



*Es necesario el trabajo conjunto de comunidad científica, agencias internacionales, instituciones y periodistas, entre otros, para que los impactos del clima se conviertan en oportunidades, en la medida de lo posible”.*

Oceanógrafo Rodney Guillermo Martínez Güingla, director internacional del Centro Internacional para la Investigación del fenómeno de El Niño, CIIFEN

### Condiciones La Niña



de sus tres condiciones: fase neutra, fase cálida (El Niño) y fase fría (La Niña).

El ENSO es un fenómeno que se presenta debido a la interacción entre el océano y la atmósfera sobre el Pacífico ecuatorial. Dependiendo de su fase, ciertas regiones del océano Pacífico ecuatorial incrementan su temperatura superficial, produciendo el ascenso de aire cálido hacia la atmósfera, el cual, al condensarse, puede generar un aumento considerable de lluvias en ciertas regiones.

La intensidad del ENSO puede clasificarse en tres niveles: débil, moderado y fuerte. Para estimar cada nivel de intensidad,

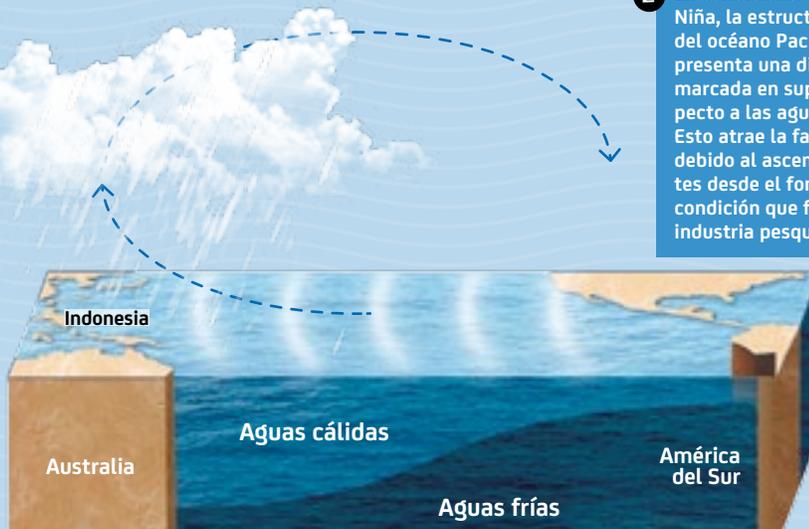
existen diferentes índices macroclimáticos que se construyen a partir de la comparación de variables climáticas observadas en diferentes regiones del océano Pacífico ecuatorial, tales como temperatura superficial del océano, presión atmosférica, velocidad del viento superficial y cobertura de nubes.

Debido a que cada índice se construye a partir de la observación de diferentes variables climáticas, los valores obtenidos pueden variar entre sí, por lo que la intensidad final de cada evento ENSO se define mediante un consenso realizado por expertos pertenecientes a entidades como la Administración Nacional del Océano y la Atmósfera de Estados Unidos -NOAA-, el Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño -CIIFEN- y el Instituto Internacional de Investigación para el Clima y la Sociedad -IRI-, además de otras entidades alrededor del mundo, coordinadas por la Organización Meteorológica Mundial.

## CARACTERÍSTICAS DE LAS FASES

### Neutra

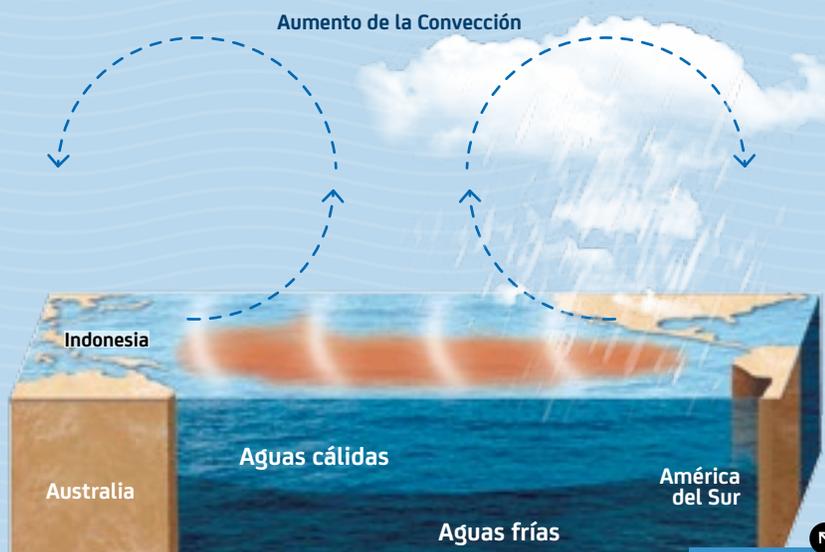
Ocurre cuando las desviaciones típicas de la temperatura superficial del océano Pacífico ecuatorial permanecen en un rango comprendido entre -0,5 y 0,5 grados centígrados respecto al valor promedio multianual. Bajo condiciones ENSO Neutras, normalmente se observan altas precipitaciones sobre Indonesia y el Pacífico tropical oeste, mientras que en el Pacífico tropical este, se presentan bajas precipitaciones.



En condiciones Neutra y La Niña, la estructura térmica del océano Pacífico este no presenta una diferencia muy marcada en superficie respecto a las aguas profundas. Esto atrae la fauna marina debido al ascenso de nutrientes desde el fondo oceánico, condición que favorece a la industria pesquera.

### El Niño

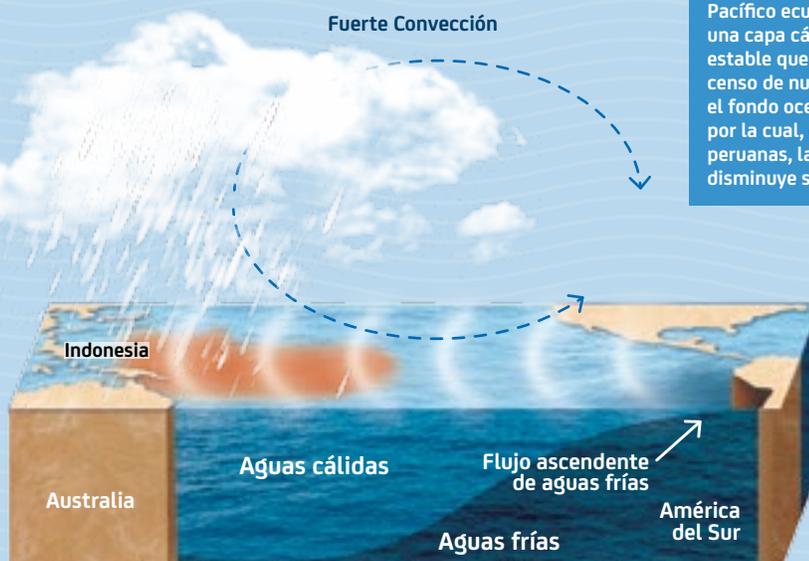
Las aguas superficiales que fluyen en dirección este a oeste, debido a la acción de los vientos alisios, se mueven más lentamente en la región este del Pacífico ecuatorial (costas peruanas), haciendo que las anomalías de temperatura superficial del océano superen el umbral de 0.5 grados centígrados. En condiciones El Niño, la formación de tormentas y las precipitaciones medias disminuyen sobre el Pacífico ecuatorial oeste e incrementan el movimiento vertical del aire caliente a la atmósfera sobre el Pacífico tropical este y central, mediante un proceso conocido como convección.



Durante la fase El Niño, el aumento de la temperatura superficial del océano Pacífico ecuatorial genera una capa cálida de agua estable que inhibe el ascenso de nutrientes desde el fondo oceánico, razón por la cual, en las costas peruanas, la fauna marina disminuye su población.

### La Niña

Los vientos alisios se fortalecen y las aguas del océano Pacífico ecuatorial son transportadas hacia la costa australiana, donde se incrementa su temperatura superficial; todo ello mientras en la costa peruana se genera un descenso significativo en la temperatura media de las aguas superficiales. Durante condiciones La Niña, las tormentas y precipitaciones medias disminuyen sobre el Pacífico ecuatorial este, pero se incrementan sobre el Pacífico central y oeste.



### El nombre

Durante la fase cálida del ENSO (El Niño), las temperaturas superficiales sobre el océano Pacífico ecuatorial alcanzan sus valores máximos en el mes de diciembre. Este hecho incide directamente en la estructura térmica del océano, especialmente en el Pacífico este, sobre las costas peruanas, donde se inhibe la mezcla de las aguas superficiales con las profundas, lo que evita que los nutrientes emerjan a las capas superficiales desde el lecho marino. Por esta razón, gran parte de la fauna marina migra hacia otras regiones a buscar alimento.

Los primeros en notar esta situación fueron los pescadores de las costas peruanas, quienes asociaron el fenómeno con el nacimiento de El Niño Dios debido a la época en la cual se presentaba esta anomalía, razón por la cual comenzaron a referirse al fenómeno como El Niño. La comunidad científica adoptó este nombre para la fase cálida del ENSO, y nombró la contraparte del fenómeno (fase fría) como “La Niña”.

### Cómo se comporta

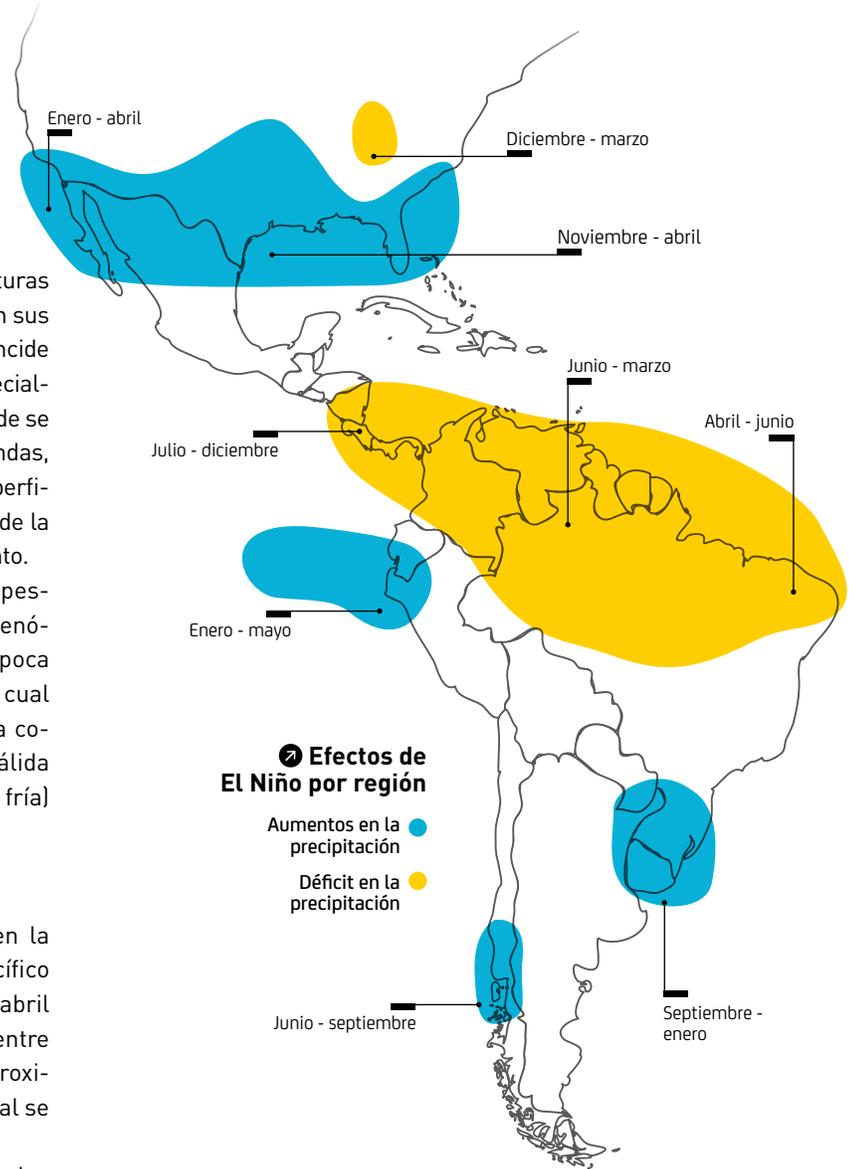
El fenómeno ENSO muestra sus primeras señales en la variación de la temperatura superficial del océano Pacífico ecuatorial, aproximadamente en el trimestre marzo – abril – mayo (MAM), se fortalece en el periodo comprendido entre junio y noviembre, y alcanza su máxima intensidad aproximadamente en el mes de diciembre, momento en el cual se comienza a debilitar.

La variación de las temperaturas medias mensuales del océano Pacífico ecuatorial, no inciden de manera inmediata en las perturbaciones climáticas de cada región donde se perciben los efectos de este fenómeno. Los descensos o aumentos en las precipitaciones medias pueden tardar algunos meses después de las señales del ENSO en el océano, dependiendo de la ubicación geográfica de cada región.

El ENSO exhibe un ciclo irregular, lo cual significa que sus fases no siempre son alternas, es decir, no necesariamente una fase El Niño es seguida de una fase La Niña y viceversa. Un ejemplo de la irregularidad que puede presentar la ocurrencia de cada una de sus fases es el periodo La Niña ocurrido en el año 2010 - 2011, de intensidad moderada, el cual fue seguido por otro periodo La Niña en el 2011 - 2012, de intensidad débil.

### ENSO y Cambio Climático

El oceanógrafo Rodney Guillermo Martínez Güingla, director del Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN), explica que la comunidad científica aún mantiene un debate abierto sobre el comportamiento del ENSO asociado a Cambio Climático, y pone como ejemplo las últimas discusiones del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC): “¿qué tanto incide el Cambio Climático sobre



ENSO? y ¿cómo afecta la frecuencia e intensidad del fenómeno? Hasta ahora no hay un consenso científico al respecto”. Sin embargo, un hecho tangible que hace que se perciban más los efectos del fenómeno -y que nos hace más vulnerables a sus efectos- es el desarrollo no planificado de la sociedad.

La ganadería extensiva, el asentamiento de la población en las ciudades de manera desordenada y en zonas de riesgo, así como la desinformación, entre otros aspectos, hacen que, al tener temporadas de precipitaciones intensas o de sequías prolongadas, se perciban más las consecuencias.

### Variabilidad de los efectos

Cuando hablamos del ENSO, encontramos que cada evento asociado a su fase cálida o fría puede presentar diferentes características en cuanto a su duración y severidad, razón por la cual las repercusiones climáticas de una temporada con el desarrollo de la fase El Niño en cierta región no son las mismas que podría generar otra temporada asociada a la misma fase.

Con relación a sus impactos, el fenómeno presenta un comportamiento diferenciado por regiones, incluso dentro de



*Se ha mejorado mucho la predictibilidad de los fenómenos, sin embargo, aún no se conoce el modelo en su totalidad. Hay patrones robustos, más o menos generales, pero cada fase tiene su particularidad en cuanto a duración, intensidad e impacto”.*

Ph.D. Germán Poveda, experto en hidroclimatología, cambio climático y profesor investigador de la Universidad Nacional de Colombia.

un mismo país. Por ejemplo, la fase El Niño genera excesos de precipitación en la costa peruana y un aumento de la temperatura del aire en la región andina. En Colombia, su comportamiento también es diferenciado, debido a que en la región andina hay un descenso marcado en las precipitaciones respecto a otras zonas del país.

Si nos referimos a países como Argentina, Uruguay Chile o Brasil, debemos explicar que, por sus características geográficas y el debilitamiento de los vientos alisios, es de esperar que se produzcan más lluvias cuando nos encontramos en la fase cálida (El Niño).

“Los efectos del ENSO se perciben con mayor intensidad en el norte de Suramérica que en el sur. Dependiendo de la región geográfica, los efectos varían. En Colombia, La Niña genera un aumento en las precipitaciones que causan inundaciones y deslizamientos; mientras que en Chile y en grandes zonas de las cuencas del Río Paraná y del Río de La Plata las sequías se intensifican”, explica el Ph.D. Germán Poveda, experto en hidroclimatología y cambio climático y profesor investigador de la Universidad Nacional de Colombia.

### **Sectores más afectados**

De acuerdo con la apreciación del Ph.D. Poveda, todos los sectores productivos se pueden ver impactados positiva o negativamente por este fenómeno; por ejemplo, los sectores agropecuario, pesquero, energético, turístico y de salud, entre otros.

Por esto, es muy importante conocer en tiempo real el estado de las variables climáticas que definen El Niño o La Niña, para mitigar sus efectos negativos mediante planeación urbana e implementación de medidas de protección, y para potencializar los efectos positivos en oportunidades de negocios y desarrollo económico.

### **Decisiones hidroclimáticas inteligentes**

El oceanógrafo Martínez, recalca que es vital asimilar el concepto de desarrollo climáticamente inteligente. “Eso conlleva que la información hidroclimática debe ser una entrada más para el árbol de decisión de los gobiernos nacionales y locales, así como para los líderes empresariales que quieran mantener su competitividad en el mercado y tener actividades económicas sostenibles. Por supuesto, esto implica mantenerse informado para tomar decisiones a tiempo”.

El objetivo es buscar soluciones que permitan tomar decisiones oportunas, porque América Latina debe transitar hacia el camino de la planeación estratégica, “de lo contrario estaremos improvisando en todo momento y, desde el punto de vista productivo, esto implicaría pérdidas y poca resiliencia en la actividad económica”, explica.

### **Gestionar el riesgo y las oportunidades, un desafío**

De acuerdo con el oceanógrafo Martínez, es necesario adquirir cultura frente al pronóstico, la mitigación y la preparación ante este tipo de eventos. “Tenemos el desafío de prepararnos adecuadamente para los efectos del ENSO, ese es el concepto de la gestión de riesgo, más cuando somos tan vulnerables”. Su lógica es simple: “Si se toma en cuenta ese principio de precaución, estaremos preparados en caso que se presente o no el fenómeno, y tendremos un territorio listo para afrontar las consecuencias del mismo”.

Los diferentes sectores productivos deben procurar tomar acciones tempranas que permitan mitigar los impactos negativos que puede generar cualquiera de las fases del ENSO. Sin embargo, estas medidas no deben limitarse solo a gestionar el riesgo de daños materiales directos, sino también a considerar el riesgo de las cadenas de abastecimiento (que com-

prenden proveedores, infraestructura, logística y clientes, entre otros) para tomar decisiones de carácter preventivo y garantizar la sostenibilidad de los negocios.

Un punto interesante en la discusión es que no todos los impactos del ENSO son negativos, como es el caso de El Niño para la industria turística del Caribe, debido a la disminución de huracanes, lo que invita a reflexionar sobre la forma en que pueden aprovecharse esas condiciones “y no solo anticiparse a las posibles pérdidas, sino también beneficiarse de la predicción del fenómeno”, como menciona el Ph.D. Germán Poveda. Por consiguiente, es posible tomar decisiones inteligentes respecto a la manera como se gestionan los negocios, al tener



la posibilidad de conocer a tiempo las perturbaciones climáticas asociadas a cada fase del ENSO.

Un claro ejemplo es el sector agrícola, altamente sensible a las condiciones climáticas de cada región, razón por la cual, al conocer a tiempo el desarrollo de las fases del ENSO y las perturbaciones climáticas asociadas, se pueden tomar decisiones oportunas relacionadas con aspectos tales como planear la disponibilidad del agua para los cultivos, implementar la siembra de variedades resistentes a sequías y alternar periodos de cultivos.

**FUENTES:**

**Rodney Guillermo Martínez Güingla** Oceanógrafo, director internacional del CIIFEN, Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño, oficial de la Marina del Ecuador en servicio pasivo. Ha sido jefe del Departamento de Ciencias del Mar del Instituto Oceanográfico de la Armada, coordinador regional de la Red de Datos e Información Marina para Latinoamérica y El Caribe de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la Unesco.

**Germán Poveda Jaramillo** Ingeniero civil y M. Sc. en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos de la Universidad Nacional de Colombia, M.Sc. en Ingeniería de la Universidad de California y Ph.D. en Ingeniería de Recursos Hídricos de la Universidad Nacional de Colombia y de la Universidad de Colorado. Profesor titular de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia. Miembro de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, integrante del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático.

**Referencias** Brenes, Alice; Bonilla, Adriana (2012, octubre). La Niña 2010-2012. Estudio de caso Costa Rica. Programa Institucional de Gestión del Riesgo de Desastres, Universidad Nacional. • Adams, Richard; Houston, Laurie; McCarl, Bruce; Tiscareño, Mario; Matus, Jaime; Weiher, Rodney (2003, marzo) The benefits to Mexican agriculture of an El Niño-southern oscillation (ENSO) early warning system. Agricultural and Forest Meteorology, Volumen 115, Números 3-4. • Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA, (s.f). El fenómeno de El Niño en la agricultura de Las Américas. • Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA, (s.f). El fenómeno de El Niño y la agricultura Latinoamericana. Aportes técnicos. • Justo, Marcelo (2014, julio). • National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA, (s.f) El Niño Southern Oscillation (ENSO). En: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/MJO/enso.shtml> • Opción Renovable (2015, marzo).



# El clima solar: Un riesgo ambiental en la Tierra

**El desarrollo tecnológico, industrial y científico puede verse afectado por el clima espacial. Las investigaciones buscan entender con mayor claridad la actividad del Sol y sus efectos, con el fin de mitigar los riesgos asociados en la Tierra.**

En el último siglo se ha presentado una evolución tecnológica, industrial y social sin precedentes en la historia. Los sistemas de comunicación y transporte, la conquista espacial y el uso de la energía eléctrica no solo mejoran la calidad de vida, sino que constituyen estructuras esenciales e interdependientes para la actividad humana, la seguridad de los países y la vitalidad económica.

La necesidad de entender y predecir la actividad solar va más allá del interés científico e impacta directamente las previsiones empresariales y gubernamentales, porque esta actividad puede llegar a afectar las redes eléctricas, la comunicación inalámbrica, las telecomunicaciones, los satélites de posicionamiento global o GPS, las misiones espaciales y las redes de transporte marítimo, aéreo y terrestre.

## **Actividad en la superficie del sol**

En la mañana del primero de septiembre de 1859, el astrónomo Richard Carrington observó por primera vez la erupción de las manchas solares. Horas después, se reportó el fallo masivo de las comunicaciones telegráficas y las coloridas auroras boreales en el sur de Hawaii, América Central y del Sur.

Ciento treinta años después, en 1989, una tormenta solar dejó sin electricidad por doce horas a cinco millones de personas en Quebec. Si bien no son los



únicos fenómenos solares que se han presentado en la historia, son los que mayor impacto han tenido por su trascendencia e incidencia en el planeta.

De acuerdo con un informe realizado por el mercado de seguros Lloyd's de Londres, en 2013, una tormenta solar extrema, del nivel de la tormenta Carrington, podría causar interrupciones mayores en las redes de energía eléctrica, con incidencia en una población entre 20 y 40 millones de personas en los Estados Unidos, y generar costos de recuperación que variarían entre 600 billones y 2,6 trillones de dólares.

Las eyecciones de masa coronal (*Coronal mass ejection* - CME) son expulsiones de nubes de plasma desde la capa más externa del sol o corona solar. Ocurren con mayor probabilidad en el periodo de máxima actividad del ciclo solar, el cual oscila entre 10 y 12 años.

La generación de las eyecciones de masa

coronal está relacionada con la rotación y las líneas de campo magnético del Sol. Cuando la rotación en el ecuador solar genera el estiramiento de las líneas de campo, estas interactúan con campos magnéticos locales, llamados regiones activas, creando manchas solares, las cuales eventualmente generan una tormenta solar que emite partículas altamente energéticas, que se desplazan en una dirección aleatoria y ocasionalmente pueden llegar a la Tierra.

En ese sentido, el profesor e investigador de la Universidad Nacional de Colombia, Ph.D Santiago Vargas Domínguez, explica que "entender el comportamiento de las manchas solares -regiones en el Sol de alta actividad magnética- es importante porque son los puntos por donde se emite el magnetismo solar" y, por ende, están muy relacionadas con las erupciones solares.

**Las tormentas solares pueden interferir en el posicionamiento por GPS de los vuelos internacionales, generar descargas eléctricas e interrumpir el servicio de los satélites.**

# ☼ Tormentas solares



En una tormenta, las partículas del Sol pueden viajar hasta

**2.000** kilómetros por segundo,

llegar a la Tierra en el transcurso de hasta dos días e impactar con el campo magnético terrestre.

En el núcleo del Sol se alcanzan temperaturas de hasta **15 millones** de grados centígrados.

Las tormentas solares se dividen en cuatro categorías, según su nivel de actividad:



**B**

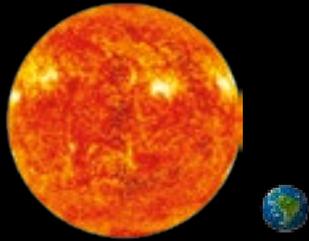
**C**

**M**

**X**

Las de clase B, con las menores consecuencias.

Las de clase X son las más grandes y las que mayores efectos ocasionan en la Tierra.



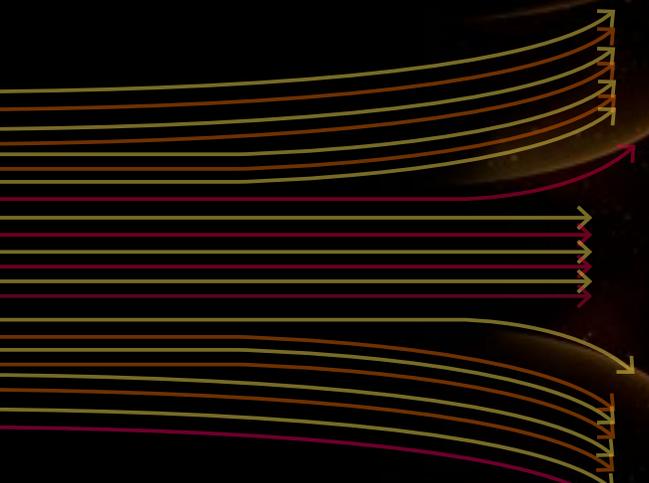
**110 veces**

el tamaño de la Tierra.

El **90%** del campo magnético de la Tierra procede de su centro.

El **10%** restante tiene su origen en el exterior, básicamente en el Sol. Esto facilita que ante una tormenta solar los GPS se alteren y generen información errónea.

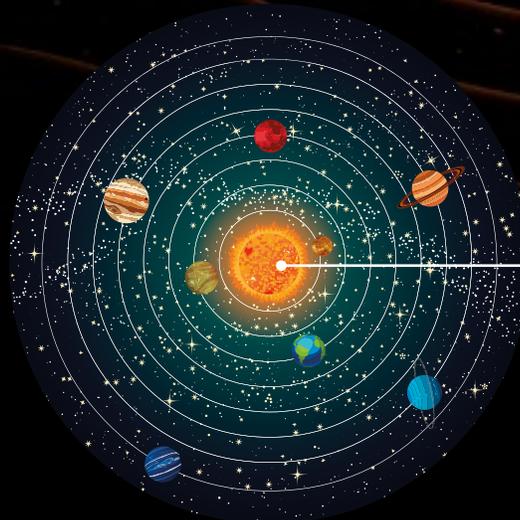
El campo magnético permite la interacción del Sol con todo el sistema solar.



**150 MILLONES DE KILÓMETROS**

1 2 3 4 5 6 7 8 9

A su vez, existen nueve subcategorías, del 1 al 9 de manera progresiva, para definir su escala de clasificación e intensidad.



El Sol es una de las más de 2.000 millones de estrellas de la Vía Láctea y la más cercana a la Tierra.



### Afectaciones en la Tierra

La Tierra cuenta con un escudo natural generado por su campo magnético o magnetósfera, que la protege de las partículas cargadas eléctricamente provenientes del exterior. Por esto, gran parte de las partículas liberadas en una tormenta solar son deflectadas por la magnetósfera y otras son dirigidas hacia los polos. Las partículas que llegan a los polos tienen la capacidad de interactuar con la atmósfera de la Tierra, como explica el Ph.D. Rualdo Soto-Chavez.

Para el profesor e investigador de física del Instituto Tecnológico de Nueva Jersey, Ph.D. Louis J. Lanzerotti, quien ha dedicado más de cuatro décadas al estudio de los plasmas espaciales, “en los últimos 150 años el sistema tecnológico de la humanidad se ha hecho más complejo y, por lo tanto, cada vez somos más vulnerables a los efectos del clima espacial”.

En caso de que las eyecciones de masa coronal interfieran en el campo magnético de la Tierra, se pueden afectar las redes de transmisión de energía eléctrica, las misiones espaciales y los sistemas de comunicación. Adicionalmente, las ráfagas de radiación solar perturbarán sistemas de comunicación, radares y GPS presentes en teléfonos, aviones, barcos y automóviles.



*Si se invierten recursos suficientes en tecnologías de protección, pueden mitigarse los efectos de las tormentas solares, pero el costo puede ser muy alto. Este es un dilema al que se ven enfrentadas constantemente las industrias”.*

Ph.D. Louis J. Lanzerotti,  
investigador de física  
del Instituto Tecnológico  
de Nueva Jersey

Para la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de Estados Unidos (*National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA*), “las industrias potencialmente afectadas por el clima espacial deberían evaluar los posibles impactos de estos eventos en sus operaciones, de tal manera que identifiquen e implementen posibles medidas de mitigación que garanticen la confiabilidad y sostenibilidad de sus negocios. Los sectores que deberían usar la información del clima espacial incluyen operadores de satélites, infraestructura eléctrica, aerolíneas, compañías de perforación petrolera, agricultura de precisión y entes gubernamentales”.

### Mitigación del riesgo

En los últimos años, países como Estados Unidos han realizado diversos esfuerzos para mitigar, responder y recuperarse de los efectos potencialmente devastadores del clima espacial.

La Estrategia Nacional del Clima Espacial, presentada simultáneamente con el Plan de Acción del Tiempo Espacial Nacional (*National Space Weather Action Plan*) de Estados Unidos en 2015, promueve una mayor coordinación y cooperación nacional e internacional entre sectores públicos y privados –Gobierno,



Tras la tormenta solar del primero de septiembre de 1859, se observaron auroras boreales desde el Polo Norte hasta el Caribe.

academia, organismos de emergencia, medios de comunicación e industrias de seguros, entre otros– para mejorar las redes de observación, realizar investigaciones, desarrollar modelos de estimación y aumentar los esfuerzos de protección y mitigación de los riesgos asociados a la actividad del Sol.

Según el investigador Ph.D. Louis J. Lanzerotti, quien también es miembro de la Academia Nacional de Ingeniería de Estados Unidos y de la Academia Internacional de Astronáutica, “realmente, más que un problema técnico, es un problema de costo - beneficio. Siempre hay que enfrentarse a la decisión de cuánto queremos gastar en la mitigación del riesgo contra la posibilidad de padecer el problema”.

Empresas de comunicaciones, como AT&T, rediseñaron partes del sistema de energía para mitigar los efectos de las tormentas solares en los voltajes. Se conocen también otras medidas como apagar los transformadores para evitar que sufran daños como consecuencia de estos fenómenos.

El Ph.D. Louis J. Lanzerotti desarrolló un instrumento, RBSPICE, para la misión “Van Allen Probes” de la NASA, con el fin de entender el ambiente de radiación espacial asociado a la actividad solar. La nave

espacial y sus instrumentos fueron diseñados para operar continuamente entre seis y ocho años en ambiente de radiación solar. Este es otro ejemplo de mitigación de los efectos de tormentas solares, explica el Ph.D. Rualdo Soto-Chavez.

Los retos en el futuro no solo se concentran en entender y estimar con mayor claridad los fenómenos solares y sus posibles impactos, sino también en mejorar la capacidad de gestión de las industrias directamente afectadas por el comportamiento del clima espacial. Estos retos varían desde la estimación representativa de la vida útil de los satélites, teniendo en cuenta la actividad solar, hasta la mitigación de las pérdidas económicas que esta puede ocasionar en sociedades hiperconectadas.

Planes como los del gobierno de Estados Unidos, son apenas el comienzo de un esfuerzo político para mejorar la preparación estatal ante los inevitables fenómenos espaciales. Los países de América Latina y sus organizaciones públicas y privadas no deberían ser ajenos a dichas iniciativas, para proteger y conservar la dinámica de la economía global en tanto se entienda la actividad solar como un riesgo de la naturaleza al igual que los terremotos, la actividad volcánica o las inundaciones.

#### FUENTES:

##### **Louis J. Lanzerotti**

Profesor e investigador de física del Instituto Tecnológico de Nueva Jersey y Ph.D. de la Universidad de Harvard. En 2011 recibió la Medalla William Bowie, otorgada anualmente por la Unión Geofísica Americana. En 2004, fue nombrado miembro del Consejo Nacional de Ciencias de Estados Unidos. Actualmente se desempeña como presidente de la Junta Directiva del Instituto Estadounidense de Física (American Institute of Physics – AIP).

##### **Rualdo Soto-Chavez**

Profesor e investigador del Instituto Tecnológico de Nueva Jersey. Investigador en la Universidad de Princeton entre 2012-2014. Ph.D. de la Universidad de Texas en 2010. Se graduó como ingeniero electrónico de la Universidad de San Carlos, Guatemala. Integra el equipo de investigación del Ph.D. Lanzerotti.

##### **Santiago Vargas Domínguez**

Profesor e investigador del Observatorio Astronómico de la Universidad Nacional de Colombia y asesor científico del Planetario Distrital de Bogotá. Físico de la Universidad de Los Andes, Ph.D. en Astrofísica de la Universidad de Canarias, con postdoctorados del University College London, la Universidad de Utrecht en Holanda, el Big Bear Solar Observatory en Estados Unidos y la Universidad de Los Andes en Colombia.

##### **Referencias**

- Lanzerotti, Louis J. (2012). “Space weather: affecting technologies on Earth and in space”, Dynamics of the Earth’s radiation belts and inner magnetosphere geophysical monograph series 199, 2012.
- Baker, Daniel N. y Lanzerotti, Louis J. (2016, marzo). “Space weather”, Resource Letter.
- National Oceanic and Atmospheric Administration – NOAA (2016, junio). “Space weather: Storms from the Sun”.
- Corbella, Josep (2012, abril). “Ruge el sol”, La Vanguardia.
- National Science and Technology Council (2015, octubre) National Space Weather Action Plan.
- Lloyd’s (2013). “Solar Storm Risk to the North American Electric Grid”, AER Atmospheric and Environmental.

La revista Geociencias SURA cuenta con un equipo de trabajo especializado que apoya las actividades de redacción, edición y diseño, conformado por fuentes internas de Suramericana e investigadores externos ampliamente reconocidos a nivel mundial, en los temas de las interrelaciones de la naturaleza con los diferentes aspectos estratégicos de las empresas y la sociedad.

#### FUENTES INTERNAS

---

##### **Gloria María Estrada Álvarez**

Gerente de Geociencias Suramericana S.A.

##### **Equipo de Geociencias Suramericana S.A.**

Elizabeth Cardona Rendón  
Victoria Luz González Pérez  
Juan Pablo Restrepo Saldarriaga  
Richard Perdomo Arcila  
Ana María Cortés Zapata  
Juan David Rendón Bedoya  
Santiago Victoria Domínguez  
Esteban Herrera Estrada

##### **Nicolás Bedoya Zapata**

Gerente de Administración de Riesgos Sura Colombia

#### REDACCIÓN, DISEÑO Y EDICIÓN

---

##### **Taller de Edición S.A.**

###### **Dirección**

Adelaida del Corral Suescún

###### **Edición**

Andrés Cadavid Quintero

###### **Diseño**

Verónica Sánchez Cuartas, Susana Medina Restrepo,  
Rudy Chavarría Chavarría, Ana María Vargas Zapata

###### **Periodistas**

Josefina Aguilar Ríos, Óscar Correa Caicedo,  
Felipe Sosa Vargas, Aldemar Echavarría,  
María Camila Duque Escobar, Mónica Jiménez Ruiz

###### **Corrección**

Carlos Palacio

###### **Imágenes**

Shutterstock, Taller de Edición, Suramericana

#### Impresión

Litografía Francisco Jaramillo

#### FUENTES EXTERNAS

---

##### **Germán Poveda Jaramillo**

Profesor Titular de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia y Miembro de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

##### **John Schneider**

Secretario General de GEM (Global Earthquake Model)

##### **Lixión Ávila**

Especialista Senior en huracanes del Centro Nacional de Huracanes de Estados Unidos

##### **Louis J. Lanzerotti**

Profesor e investigador de física del Instituto Tecnológico de Nueva Jersey (Estados Unidos) y Presidente de la Junta Directiva del Instituto Estadounidense de Física (AIP)

##### **María Mónica Arcila Rivera**

Especialista en amenaza sísmica del Servicio Geológico Colombiano

##### **Patricio Bonelli**

Investigador y docente de la Universidad Técnica Federico Santa María – Valparaíso, Chile

##### **Rodney Guillermo Martínez Güingla**

Director Internacional del CIIFEN (Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno del Niño)

##### **Rualdo Soto-Chavez**

Profesor e investigador del Instituto Geofísico de Nueva Jersey, Estados Unidos.

##### **Santiago Vargas Domínguez**

Profesor e investigador del Observatorio Astronómico de la Universidad Nacional de Colombia.

An aerial night photograph of a mountain range, likely the Andes, with city lights glowing from the valleys and along the coast. The sky is dark blue, and the mountains are illuminated by a mix of natural light and artificial city lights.

**LA NATURALEZA,**  
FACTOR CLAVE EN LA GESTIÓN  
DE TENDENCIAS Y RIESGOS



ASEGURAMIENTO,  
TENDENCIAS Y RIESGOS



**SURA**, con más de **70 años** de experiencia, adquiere a **RSA Seguros en América Latina** para seguir acompañando a millones de clientes **en 9 países**, que como tú no paran de avanzar.

Somos aseguramiento,  
tendencias y riesgos.