

VARIABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO

Diferencias, relaciones
y oportunidades



**Deslizamientos
inducidos por lluvia**
Caso de estudio en Brasil

**Observación estructurada
del entorno.** Fundamento
para el crecimiento sostenible

GeoSURA, un ecosistema
de aplicaciones para la gestión
de tendencias y riesgos

CONTENIDO

04	VARIABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO: DIFERENCIAS, RELACIONES Y OPORTUNIDADES
14	OBSERVACIÓN ESTRUCTURADA DEL ENTORNO: FUNDAMENTO PARA EL CRECIMIENTO SOSTENIBLE
20	DESLIZAMIENTOS INDUCIDOS POR LLUVIAS: CASO DE ESTUDIO EN BRASIL
26	GRANIZO: ORIGEN Y CONSECUENCIAS EN EL SECTOR AGRÍCOLA
32	HURACÁN MARÍA: OPORTUNIDADES PARA DESARROLLAR RESILIENCIA
40	GEOSURA: UN ECOSISTEMA DE APLICACIONES PARA LA GESTIÓN DE TENDENCIAS Y RIESGOS



COMITÉ EDITORIAL

Gonzalo Alberto Pérez Rojas
Presidente Suramericana S.A.

Adelaida Del Corral Suescún
Dirección. Taller de Edición S.A.

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

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

Gestión de la variabilidad y el cambio climático para la sostenibilidad

Grandes esfuerzos en investigación y mejoramiento de técnicas de monitoreo se han venido realizando en décadas recientes en el ámbito mundial para mejorar nuestro entendimiento sobre la variabilidad y el cambio climático. Por esto, comprender las bases conceptuales de esta megatendencia y sus diferentes manifestaciones en el entorno local, regional y global, resulta esencial para la búsqueda del desarrollo sostenible de las actividades humanas.

En SURA estamos convencidos de la importancia de la variabilidad y el cambio climático, así como de sus interrelaciones con otras megatendencias como escasez de recursos y urbanización y movilidad. En este contexto, la cuarta edición de la revista *Geociencias SURA* se enfoca no solo en generar conciencia sobre los fenómenos asociados a la variabilidad y el cambio climático, sino también a impulsar métodos de observación estructurada del entorno que generen un mayor entendimiento del mismo, y permitan tomar decisiones sobre los procesos industriales y comerciales, la generación y el uso de energía, respondiendo a los nuevos hábitos de consumo que las personas pueden adoptar como respuesta a la necesidad de proteger el medioambiente.

Nuestra compañía, en su interés de crear valor para las personas y empresas, participa activamente en el desarrollo, apropiación y difusión de este conocimiento, para que las estrategias de las instituciones públicas y privadas de los diferentes sectores de la economía y de la sociedad en general, conlleven a materializar acciones concretas que respondan al cambio climático con un enfoque real de sostenibilidad de largo plazo.

Dada la gran relevancia del carácter local de los fenómenos de variabilidad climática, resulta muy útil analizar casos reales como los deslizamientos inducidos por lluvias torrenciales en Brasil, los impactos del granizo en el sector agrícola, y el reciente huracán María, con influencia en las islas del Caribe.

En contraste con el cambio climático, los fenómenos de variabilidad climática requieren una mirada de corto y mediano plazo, cuya gestión debe tener implícita la anticipación y planeación del largo plazo. Por esto resulta fundamental que las personas, empresas e instituciones desarrollen el camino para avanzar con respuestas tácticas y estratégicas frente a las realidades objetivas de las megatendencias y sus interrelaciones, que orienten el desarrollo de la sociedad hacia un camino de bienestar y sostenibilidad.

Para esta gestión de las megatendencias, las personas y empresas necesitan tomar decisiones con la mejor información posible que reduzca las incertidumbres. Eso requiere procesamiento y análisis de gran cantidad de fuentes de información, para lo cual GeoSURA se presenta como un ecosistema de aplicaciones para crear valor facilitando interconexión de bases de datos temáticas, análisis interactivos en un ambiente geográfico, estimación de indicadores de diferentes variables de los negocios, el medio natural, los proveedores y los consumidores.

GONZALO ALBERTO PÉREZ ROJAS
Presidente Suramericana S.A.

Variabilidad y cambio climático: diferencias, relaciones y oportunidades

Emisión de gases de efecto invernadero, calentamiento global, tiempo atmosférico, energías limpias, riesgos de transición, adaptación, mitigación, entre otros, son solo algunos de los muchos conceptos que a menudo encontramos cuando escuchamos hablar de un tema tan complejo y extenso como lo es el cambio climático. Sin embargo, no siempre la interrelación de estos conceptos y su relación con la variabilidad climática son bien entendidos, a pesar de su enorme impacto sobre las diferentes dimensiones científicas, económicas, sociales, políticas, morales y éticas.

Interrelaciones del sistema climático

CRIÓSFERA

Hace parte de la hidrósfera y está compuesta por las partes de la superficie terrestre donde el agua se encuentra en estado sólido como el hielo marino, glaciares, plataformas de hielo, terreno congelado y icebergs. Sin la criósfera la temperatura del aire sería mucho mayor, debido a que la superficie terrestre absorbería más energía.

Los huracanes son fenómenos atmosféricos que se forman e intensifican a partir de la energía disponible en las aguas cálidas de los océanos.

Las grandes erupciones volcánicas lanzan a la atmósfera gases y polvo que reducen la radiación solar entrante a la Tierra, lo que hace que se baje la temperatura media, con implicaciones directas sobre el clima que pueden durar varios años.

EL ENOS (El Niño Oscilación del Sur) consiste en un fenómeno macroclimático por la interacción océano - atmósfera en el Océano Pacífico tropical centro - oriental, y tiene grandes repercusiones en la respuesta hidrológica en muchas regiones del mundo.

ATMÓSFERA

Es una capa de gases que rodea el planeta. Su composición hace posible la vida en la tierra. Los gases que componen la atmósfera son los encargados de protegernos de los rayos solares además de retener el calor suficiente para hacer el planeta habitable.

BIÓSFERA

Está formada por las partes de la Tierra donde existe vida. Se extiende desde los más profundos sistemas de raíces de árboles, hasta el oscuro entorno oceánico, pasando por los bosques tropicales y las altas montañas. La biósfera está presente en todas las partes del sistema climático.

LITÓSFERA

Es la capa más rígida y fría de las capas internas de la Tierra. En esta se produce la tectónica de placas que da origen, en tiempo geológico, a los procesos de formación del relieve orográfico, el cual incide en el clima.

HIDRÓSFERA

El agua se mueve a través de la hidrósfera en un ciclo, acumulándose como vapor de agua en la atmósfera; como líquido en ríos, océanos, lagos y acuíferos; y en estado sólido en icebergs, glaciares, entre otros.

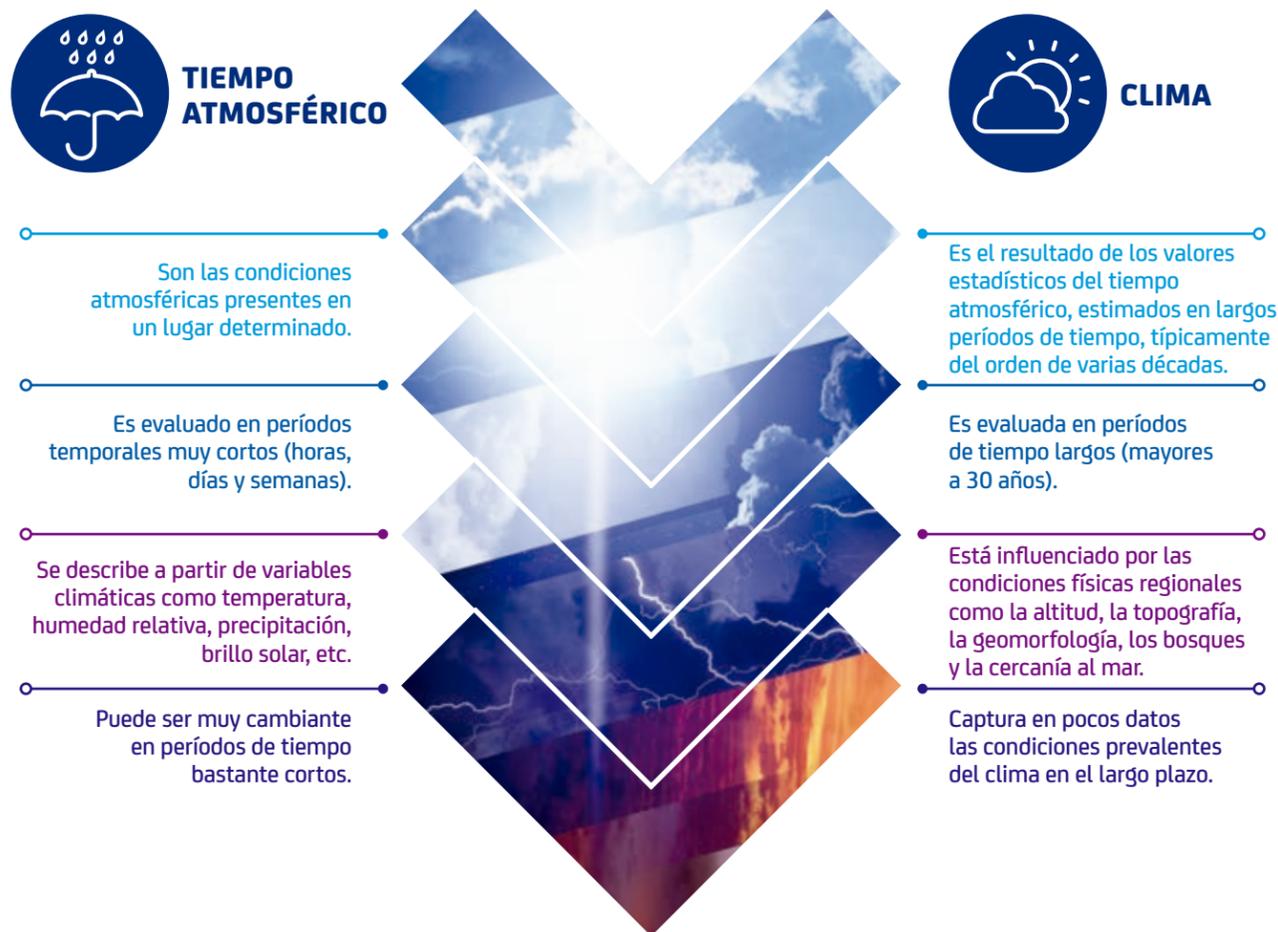
Lo primero que deberíamos entender para poder explicar el significado y la importancia del cambio climático, es la definición de tres conceptos que son absolutamente cotidianos para todos: tiempo atmosférico, clima y variabilidad climática. Para ello, conviene definir estos conceptos a la luz de uno más general que los enmarca a todos: el sistema climático.

El sistema climático global depende primordialmente de la energía del sol, y está conformado por la interrelación de todos los subsistemas que hacen parte de nuestro planeta: la hidrósfera, la atmósfera, la criósfera, la litósfera y la biósfera. Cualquier perturbación en alguno de estos puede repercutir en el balance total del sistema, causando una alteración del estado atmosférico en una determinada escala espacio temporal. Si pensamos en los huracanes como fenómenos

atmosféricos que se forman e intensifican a partir de la energía disponible en las aguas cálidas de los océanos, o en el ENOS (El Niño Oscilación del Sur), el cual consiste en un fenómeno que tiene consecuencias climáticas importantes en muchas regiones del mundo, y cuyo origen se presenta como consecuencia del calentamiento o enfriamiento de las aguas superficiales del Océano Pacífico tropical, tendríamos dos claros ejemplos de la interrelación entre la hidrósfera y la atmósfera dentro del sistema climático.

Ahora bien, las perturbaciones atmosféricas causadas como consecuencia de la interrelación de los diferentes subsistemas climáticos pueden ocurrir a diferentes escalas temporales: horas, días, meses, años, décadas o siglos, y es aquí donde comenzamos a hablar de tiempo atmosférico, clima, y variabilidad climática.

¿CUÁL ES LA DIFERENCIA ENTRE EL CLIMA Y EL TIEMPO ATMOSFÉRICO?



En su definición más simple, el tiempo atmosférico se entiende como el estado presente de la atmósfera en un punto geográfico y en un momento determinado, representado por variables como la precipitación, la temperatura, la nubosidad, la humedad relativa, etc. Pensemos por ejemplo en un día particularmente soleado, el cual se ve interrumpido por un aguacero de unas pocas horas de duración, o imaginemos una semana de verano en la cual nos vemos sorprendidos por varios días de precipitaciones y nublados. ¿Es correcto atribuir estas variaciones inesperadas al cambio climático? ¡Definitivamente no!

El sistema climático es altamente sensible a las perturbaciones en el sistema, razón por la cual Edward Lorenz, considerado como el padre de la

Teoría de Caos, describió el tiempo atmosférico como un sistema caótico, en el cual, cualquier mínima perturbación puede desencadenar resultados muy diferentes. Es por esta razón que parece ser tan difícil predecir el tiempo atmosférico con precisión.

El siguiente concepto importante por definir es el clima, entendido como el tiempo atmosférico predominante en una región particular en el largo plazo (horizontes temporales de no menos de 30 años). El clima está influenciado por variables físicas regionales como la ubicación geográfica, la altura media sobre el nivel del mar, las formas del relieve, la cercanía al mar y el tipo de vegetación. Esto último nos señala que entre el clima y la vida se presentan interacciones de doble vía, es decir, que ambos procesos se retroalimentan.



FUENTE: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. Conocer: el primer paso para adaptarse. IDEAM, 2016.

Para entender la relación entre el tiempo atmosférico y el clima, existe en la literatura una analogía bastante clara. Pensemos en el tiempo atmosférico como los estados de ánimo que experimenta una persona a lo largo de su vida: alegría, tristeza, melancolía, euforia, ira, nostalgia, etc. Todas estas emociones pueden presentarse en momentos específicos; incluso en un mismo día. Sin embargo, la personalidad de este individuo no está determinada por su estado de ánimo momentáneo sino más bien por su comportamiento habitual; de manera que el clima es análogamente igual a la personalidad, de la misma forma que el tiempo atmosférico lo es a las diferentes emociones experimentadas.

VARIABILIDAD CLIMÁTICA

Hemos definido el tiempo atmosférico como el estado de la atmósfera en escalas temporales de horas, días y unas pocas semanas; mientras que el clima corresponde al estado medio del tiempo atmosférico en una región geográfica particular durante un período mayor a 30 años. ¿Cómo podemos, entonces, definir el comportamiento del tiempo atmosférico en escalas intermedias como 20 años?

La variación de las condiciones atmosféricas en períodos de uno o varios meses, años, lustros o períodos más extensos (hasta dos décadas) está explicada por la variabilidad climática. El clima varía de forma natural y estas variaciones se presentan de manera cíclica debido a factores como la rotación y traslación de la Tierra, las manchas solares (regiones del sol con alta actividad magnética) o la actividad volcánica.

Ejemplos de variabilidad climática son el ciclo diurno de temperatura, las estaciones climáticas en las regiones extratropicales, las temporadas de invierno y verano durante el ciclo anual en las regiones tropicales, las temporadas de huracanes, la oscilación de Madden - Julian, y el ENOS.

¿QUÉ ES EL CAMBIO CLIMÁTICO?

Una vez definido el concepto del clima, podríamos decir que el cambio climático no es más que el cambio en las condiciones normales del tiempo atmosférico en horizontes temporales no menores a 30 años. Sin embargo, su definición exacta es mucho más compleja que esto.

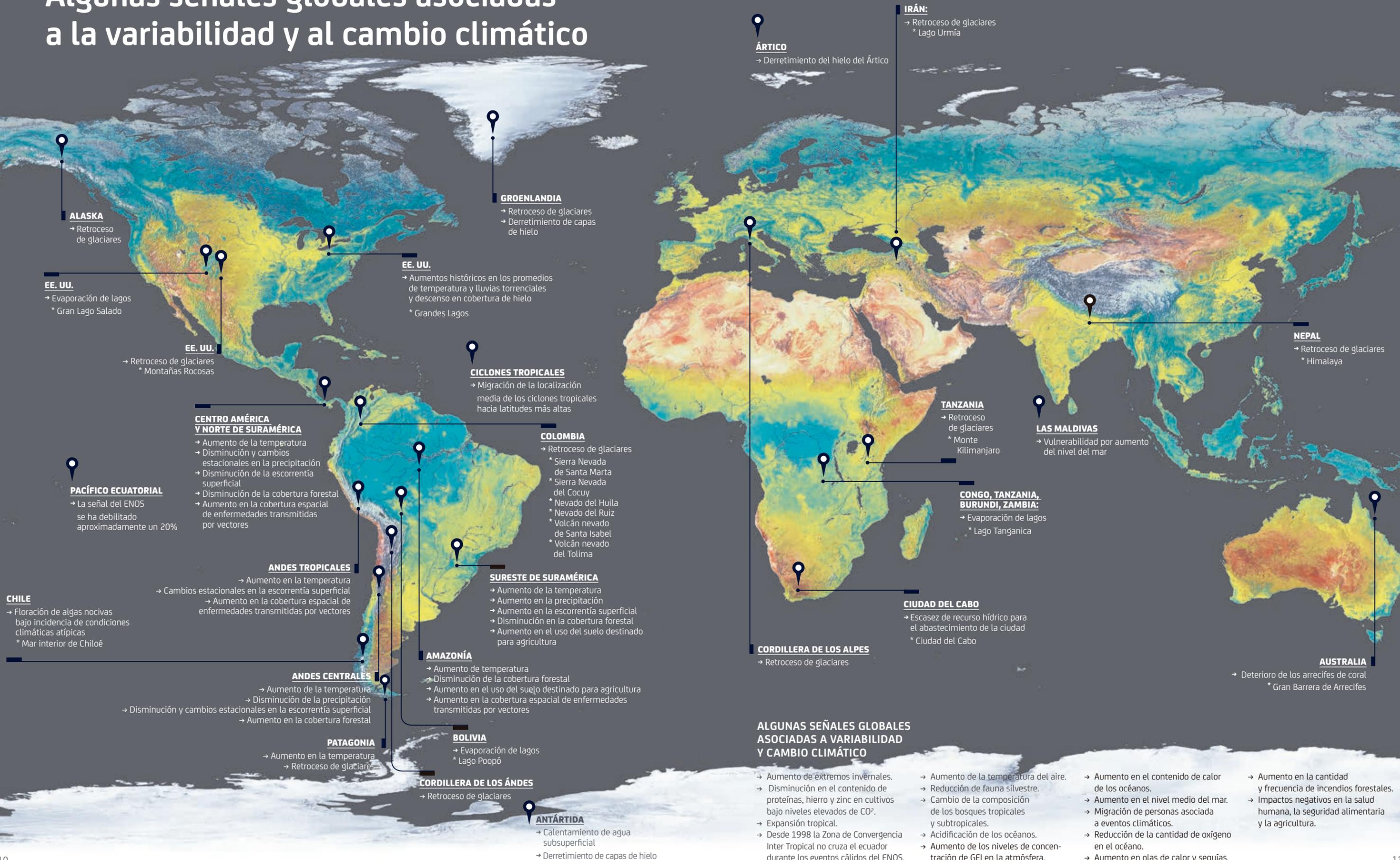
El clima ha cambiado de forma natural en horizontes temporales de millones de años. Dichos cambios obedecen a fenómenos que han ocurrido a escalas de tiempo geológico: caída de meteoritos, megaerupciones volcánicas, cambios en la intensidad lumínica del sol, cambios en la inclinación en el eje de rotación de la Tierra, cambios en la excentricidad de la órbita terrestre, orogénesis (procesos de formación de las montañas), el ciclo del carbón a largo plazo, entre otros. Estos cambios naturales se han visto reflejados en la historia de la Tierra con los períodos glaciares e interglaciares.



Podemos concebir el clima como el resultado en el largo plazo del comportamiento colectivo de todos los componentes del sistema climático terrestre. La atmósfera, la hidrósfera, la criósfera, la biósfera; todos están en retroalimentación constante, y es esta interacción la que da como resultado la variabilidad climática natural a diferentes escalas espacio-temporales, desde el tiempo atmosférico, hasta el clima de largo plazo”.

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

Algunas señales globales asociadas a la variabilidad y al cambio climático



Oportunidades y riesgos asociados con el cambio climático

El cambio climático es la suma de un conjunto de factores asociados al aumento de Gases de Efecto Invernadero en la atmósfera debido a la quema de combustibles fósiles, la ganadería y la deforestación, que dan como resultado final la alteración en el largo plazo del clima con todo lo que ello implica, y cada uno de estos factores tiene un riesgo asociado y una oportunidad que puede ser potencialmente aprovechada. Los riesgos asociados al cambio climático pueden ser agrupados en dos categorías: riesgos físicos y riesgos de transición.

Los riesgos físicos son aquellos derivados de la materialización de las amenazas de origen hidrometeorológico, mientras que los riesgos de transición son aquellos que surgen a partir de la implementación de políticas públicas y cambios regulatorios enfocados en reducir la emisión de Gases de Efecto Invernadero. Estos últimos tienen un gran potencial de transformar la tecnología industrial y los mercados, y es en esta transformación donde surgen las oportunidades para nuevos mercados emergentes y el desarrollo de nuevas tecnologías que garanticen la sostenibilidad del medioambiente.

¿Qué se está haciendo en el mundo para luchar contra el cambio climático?

Este problema ha centrado la atención de la comunidad científica, así como de todo tipo de entidades gubernamentales y no gubernamentales, que permanentemente unen esfuerzos para establecer acciones que nos permitan entender, financiar y gestionar todas las acciones que lleven a mitigar o adaptarnos a las implicaciones del cambio climático.

Entre ellos, algunos de los muchos organismos que lideran la lucha contra el cambio climático son:

- Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).
- Entidades Gubernamentales (Ministerios de ambiente y desarrollo).
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).
- Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF).
- Banco Mundial.
- Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio de los Estados Unidos de Norteamérica (NASA).
- The Global Energy and Water Exchanges project (GEWEX).

¿Cómo enfrentar las implicaciones del cambio climático?

El cambio climático no tiene una consecuencia única, ni afecta exclusivamente una región geográfica o un sector productivo. Este es un problema transversal, con un espectro tan amplio que impacta en gran escala a diversos sectores sociales, económicos y medioambientales.

Por esa razón, las soluciones no se pueden concentrar en un solo frente, como resalta el Ph.D Germán Poveda, profesor de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia al referirse a las estrategias para hacer frente a la variabilidad y el cambio climático: "Una de las mayores dificultades a la que nos enfrentamos es que para cada sector, e incluso para cada persona, el cambio climático puede tener una connotación totalmente diferente: sus implicaciones para la generación de energía no necesariamente son las mismas que para producir alimentos o protegernos contra inundaciones".

A medida que se ha venido profundizando en el entendimiento sobre el cambio climático, han surgido varias estrategias por parte de la comunidad científica y de los demás actores comprometidos para hacer frente a las implicaciones que trae consigo un clima cambiante para gobiernos y empresa privadas. Estas ideas están agrupadas principalmente en dos aproximaciones: mitigación y adaptación.

Las estrategias de mitigación del cambio climático se enfocan en definir lineamientos para reducir la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que alteran la composición atmosférica y aceleran el calentamiento global, y de igual manera garantizar la conservación de los ecosistemas que permiten absorber y almacenar los GEI. Consecuentemente, los riesgos de transición asociados con el cambio climático son derivados de las medidas de mitigación, dado que estas buscan incentivar cambios tecnológicos que permitan reducir sustancialmente las emisiones, y garantizar la conservación de bosques y que son aprovechados por ciertas industrias, llevándolas a plantear la necesidad de redefinir sus estrategias para cambiar los mecanismos de producción tradicionales.

Por otra parte, las estrategias que llevan a mitigar los riesgos físicos resultantes de eventos extremos del clima como lluvias más intensas y persistentes, sequías más largas, o aumentos en los niveles del mar, son agrupados dentro de lo que se conoce como medidas de adaptación al cambio climático. Estas pueden ser medidas estructurales, tales como la construcción de obras de protección contra eventos climáticos extremos; o medidas no estructurales, como programas de educación y concientización, o implementación de normas de urbanismo que limiten la construcción de complejos residenciales e industriales en zonas con alta amenaza a eventos extremos.

Ante el escenario planteado, es preciso que gobiernos y sectores productivos caractericen su vulnerabilidad ante aquellos riesgos de transición y físicos que podrían

¿CÓMO PODEMOS CONTRIBUIR?



impactarlos negativamente, con el fin de tomar las acciones necesarias que garanticen su sostenibilidad y resiliencia ante los nuevos desafíos asociados al cambio climático.

Finalmente, es importante destacar que, a pesar de que la mayoría de las medidas propuestas por las entidades mundiales que lideran la lucha contra el cambio climático están clasificadas en dos categorías (mitigación y adaptación), hay muchas otras estrategias que desde los diferentes actores

implicados se pueden comenzar a implementar para generar conciencia para un mundo sostenible, tales como el control del crecimiento de la población, la penalización de la deforestación, el consumo excesivo de recursos naturales y la contaminación de los sistemas de soporte a la vida (agua, aire, suelos, bosques, pesca), el ahorro de agua y energía y el cambio en la matriz de fuentes de energía contaminantes por limpias y renovables, como sugiere el profesor Germán Poveda.

FUENTES

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.

Juan Pablo Restrepo Ingeniero civil y especialista en Recursos Hidráulicos de la Universidad Nacional de

Colombia. Ha trabajado en consultoría en estudios hidrológicos para el diseño y dimensionamiento de centrales hidroeléctricas, y actualmente se desempeña en el área de Geociencias, realizando estudios hidrológicos e hidráulicos.

Luisa Fernanda Vallejo Ingeniera civil de la Escuela de Ingeniería de Antioquia y M.Sc. en Recursos Hidráulicos de la Universidad Nacional de Colombia. Tiene experiencia en proyectos de investigación relacionados con transporte de humedad atmosférico, desarrollados en el Instituto Nacional de Investigación Espacial de Brasil. Actualmente hace parte del equipo de Geociencias de Suramericana.



ESCANEA este código con tu smartphone y conoce las referencias de este artículo.
bit.ly/2EgufOW

¿CÓMO LO HACEMOS?

1. MAPEO DE SEÑALES



2. AGRUPACIÓN DE SEÑALES POR MEGATENDENCIAS

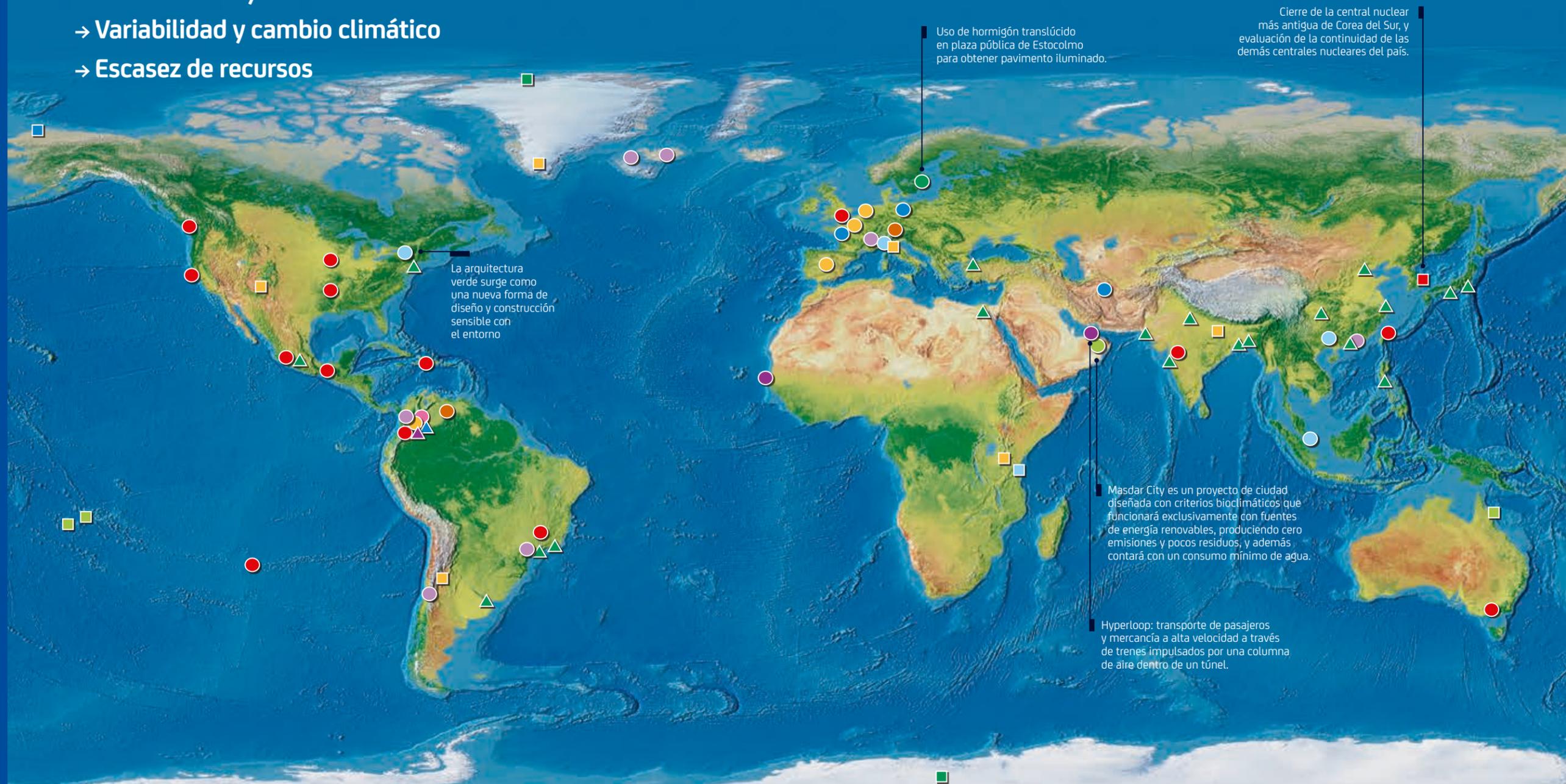


3. SÍNTESIS DE TENDENCIAS



- Identificación de nuevas tendencias.
- Conexión con tendencias ya existentes.

- ⌵ Observatorio de señales de:
- Urbanización y movilidad
 - Variabilidad y cambio climático
 - Escasez de recursos



SEÑALES DE CAMBIO CLIMÁTICO

- Aumento del nivel del mar.
- Aumento temperatura media superficial.
- Blanqueamiento de arrecifes de coral.
- Debilitamiento de capas de hielo.
- Prohibición procesos / productos contaminantes.
- Retroceso glaciares.

SEÑALES DE ESCASEZ DE RECURSOS

- ▲ Contaminación del recurso hídrico.
- ▲ Aumento demográfico.
- ▲ Protección de recursos naturales.

SEÑALES DE URBANIZACIÓN Y MOVILIDAD

- Arquitectura verde.
- Autos eléctricos a partir de energías renovables.
- Ciudades inteligentes (Master City).
- Construcciones con materiales 4.0.
- Construcción a partir de materiales reciclados.

- Edificaciones ecoeficientes.
- Masificación de bicicletas como transporte principal.
- Transporte autónomo.
- Optimización de infraestructura de transporte.
- Transporte público ecoeficiente.

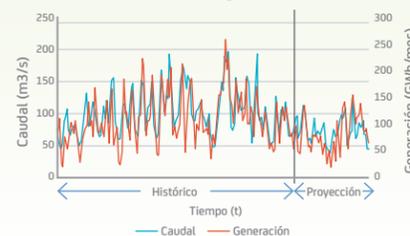
Análisis de variables relacionadas con el ingreso de los negocios

Las tendencias tienen implícitas oportunidades y riesgos. La observación estructurada del entorno permite anticiparse a los efectos de las tendencias, gestionarlas y crear valor, convirtiéndolas en una oportunidad para generar bienestar y competitividad en el corto plazo, y garantizar la sostenibilidad de los procesos productivos, el desarrollo social y la protección del medioambiente en el largo plazo.

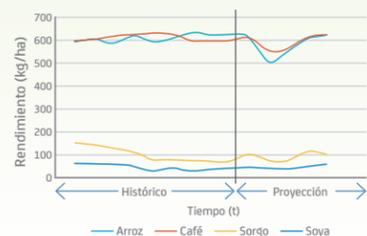
Monitoreo de algunas variables de los sectores Agrícola, Prestación de Servicios y Generación de Energía



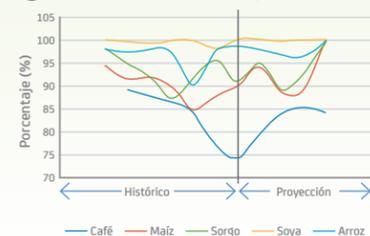
1 Caudales medios - Generación energía



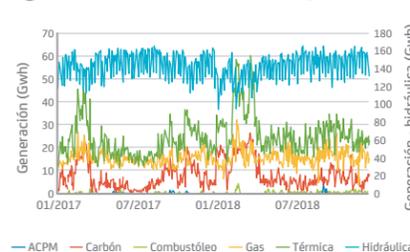
2 Relación área cultivada - área cosechada



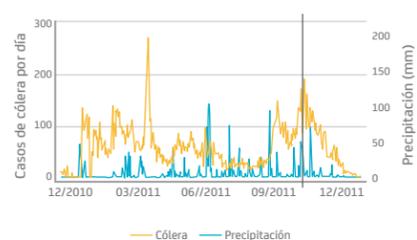
3 Rendimiento medio por cultivo



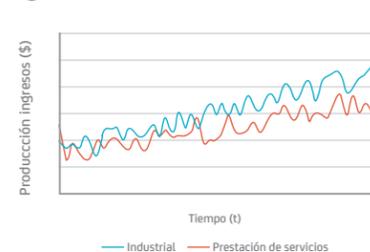
4 Consumo mundial de energía



5 Correlación de enfermedades con lluvias



6 Variación temporal de producción



Como parte de la observación estructurada del entorno resulta muy relevante el monitoreo de factores esenciales, tales como el uso de fuentes de energía limpia, disponibilidad de recursos naturales, procesos de producción y comercialización orientados a la protección del medioambiente, desarrollo urbano o que favorezca el bienestar y salud humana, que suministren elementos de decisión para la gestión de las tendencias relevantes en función de la variación temporal de estos factores.

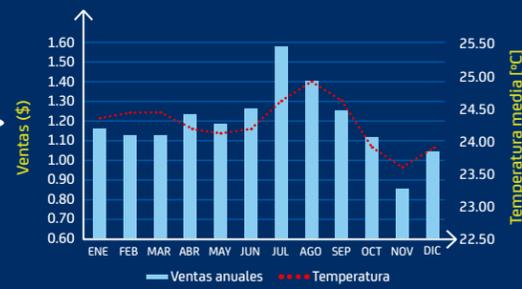


ESCAZOS DE RECURSOS

Disponibilidad de agua



VARIABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO



URBANISMO Y MOVILIDAD

Nivel de contaminación



FUENTES

Claudia Victoria Gutiérrez Mejía Ingeniera Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana. Especialista en Negocios Internacionales y en Administración de Riesgos y Seguros de la Universidad EAFIT. Especialista en Negocios Ambientales de la Escuela de Ingeniería de Antioquia. Ha trabajado durante 14 años en SURA y actualmente se desempeña como Gerente de Transferencia Alternativa de Riesgos de Suramericana S.A.

Elizabeth Cardona Rendón Ingeniera civil y especialista en Ingeniería Sismorresistente de la Universidad EAFIT. Trabaja en Suramericana desde 2008 y desde entonces se ha desempeñado en diferentes áreas. Actualmente es la directora de aplicaciones al negocio del área de Geociencias.

Paula Ochoa Botero Negociadora Internacional, y Especialista en mercado de la universidad EAFIT y Magíster en administración del Tecnológico de Monterrey. Actualmente se desempeña como directora de mercados y soluciones de Suramericana S.A.



ESCANEA este código con tu *smartphone* y conoce las referencias de este artículo.
bit.ly/2EriVQ4

Deslizamientos inducidos por lluvias: caso de estudio en Brasil

Un deslizamiento o movimiento en masa es el desplazamiento de cierta cantidad de volumen de material hacia niveles inferiores de una ladera. Este fenómeno ocurre por la pérdida del equilibrio entre los esfuerzos actuantes, impuestos por la gravedad u otras cargas, y los esfuerzos resistentes del material de la ladera.

Efectos del agua en el suelo y su potencial para inducir deslizamientos

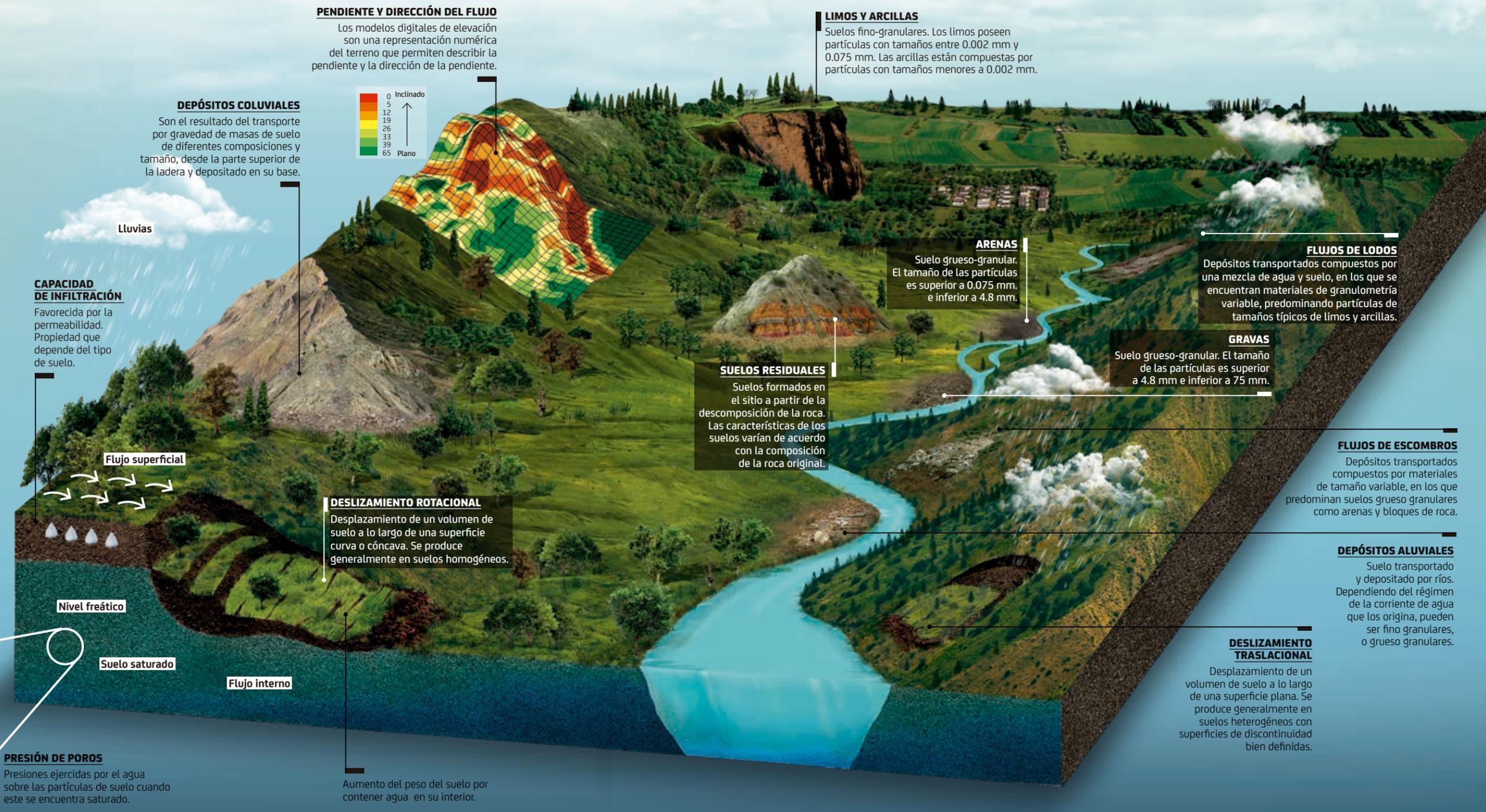
La presencia de agua en el suelo es un factor presente en la mayoría de los deslizamientos, puesto que este causa un aumento en los esfuerzos actuantes y pérdida de resistencia de los suelos de la ladera.

La relación entre la intensidad de lluvia y la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo, son determinantes de la ocurrencia de diferentes tipos de deslizamientos. Si la intensidad de la lluvia es mayor a la capacidad de

almacenamiento de agua del suelo, la saturación superficial ocurrirá rápidamente, situación que favorece los deslizamientos superficiales. Por otro lado, para el caso de lluvias de menor intensidad pero de mayor duración, la saturación del suelo puede llegar a estratos más profundos, propiciando deslizamientos de tipo profundo.

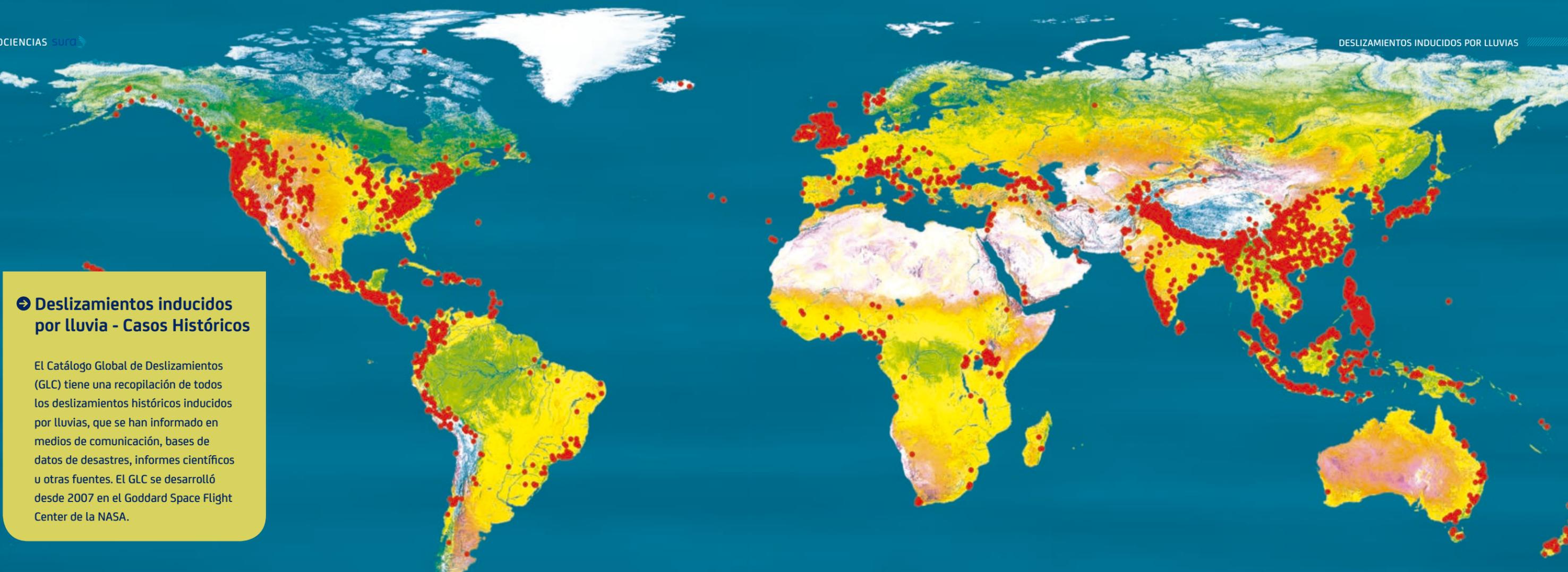
La tasa de movimiento del material deslizado cuando falla un talud puede variar desde unos pocos milímetros por hora hasta deslizamientos rápidos, en los que se generan grandes movimientos en unos pocos segundos.

- Los factores que influyen en la ocurrencia de deslizamientos se clasifican en:**
- Factores externos, que inciden en los esfuerzos que actúan sobre la ladera:**
 - **Factores antrópicos** (Actividades humanas):
 - Deforestación.
 - Reconformación de taludes para construcción de obras civiles.
 - Desarrollo urbano.
 - **Cargas externas:**
 - Sismos.
 - Régimen de lluvias.
 - Factores intrínsecos de la ladera que determinan sus esfuerzos resistentes:**
 - **Tipo de suelo:** propiedades mecánicas de los suelos y rocas que conforman la ladera (depósitos coluviales, suelos residuales, depósitos aluviales, etc.).
 - **Geometría de la ladera:** pendiente y dirección de la pendiente.
 - **Usos del suelo** (protección, urbano, de expansión, rurales, suburbanos).
 - **Congelamiento del agua** alojada en los poros del suelo.
 - **Cercanía a procesos activos** de inestabilidad.



➔ Deslizamientos inducidos por lluvia - Casos Históricos

El Catálogo Global de Deslizamientos (GLC) tiene una recopilación de todos los deslizamientos históricos inducidos por lluvias, que se han informado en medios de comunicación, bases de datos de desastres, informes científicos u otras fuentes. El GLC se desarrolló desde 2007 en el Goddard Space Flight Center de la NASA.



Los deslizamientos de tierra son un fenómeno global de frecuente ocurrencia y son favorecidos significativamente por condiciones climáticas y geomorfológicas. Diferentes instituciones como la *National Aeronautics and Space Administration (NASA)* o el *Sistema de inventario de efectos de desastres -DesInventar-*, se dedican al monitoreo y registro de deslizamientos históricos desde una escala local hasta una escala global. Los inventarios de deslizamiento desarrollados por estas instituciones representan una fuente valiosa de información para el entendimiento del fenómeno y las variables locales que inciden en su ocurrencia y facilitan el desarrollo de modelos de evaluación, monitoreo y gestión del riesgo.

Deslizamientos inducidos por lluvias en Rio de Janeiro el 11 de enero de 2011

Uno de los casos de mayor relevancia de deslizamientos inducidos por lluvias en Suramérica fue el ocurrido el 11 y 12 de enero de 2011 en la región serrana de Rio de Janeiro. Este caso fue catalogado por la ONU como el octavo mayor deslizamiento del mundo en los últimos 100 años.

Algunos aspectos clave en la ocurrencia de los múltiples deslizamientos en esta región de Rio de Janeiro en 2011, fueron:

- Topografía escarpada o montañosa con altas pendientes.
- Laderas conformadas por suelos con alta susceptibilidad de pérdida de resistencia por saturación del agua.
- Factores antrópicos que generaron deforestaciones y reconfiguración de taludes para permitir el desarrollo urbano de la zona.
- Lluvias intensas. De acuerdo con los datos del Instituto Nacional de Meteorología, se registraron precipitaciones de 280 mm en un período de 24 horas entre los días 11 y 12 de enero de 2011 en la ciudad de Nova Friburgo. Es importante, para fines comparativos, mencionar que el promedio de precipitación histórica asociada al mes de enero en esta ciudad es de 277 mm, lo que indica que las precipitaciones generadas en 24 horas fueron similares al promedio histórico del mes. Este alto volumen de lluvia provocó aproximadamente 3.500 deslizamientos de tierra en la zona, siendo principalmente de tipo traslacional superficial y flujos de escombros.

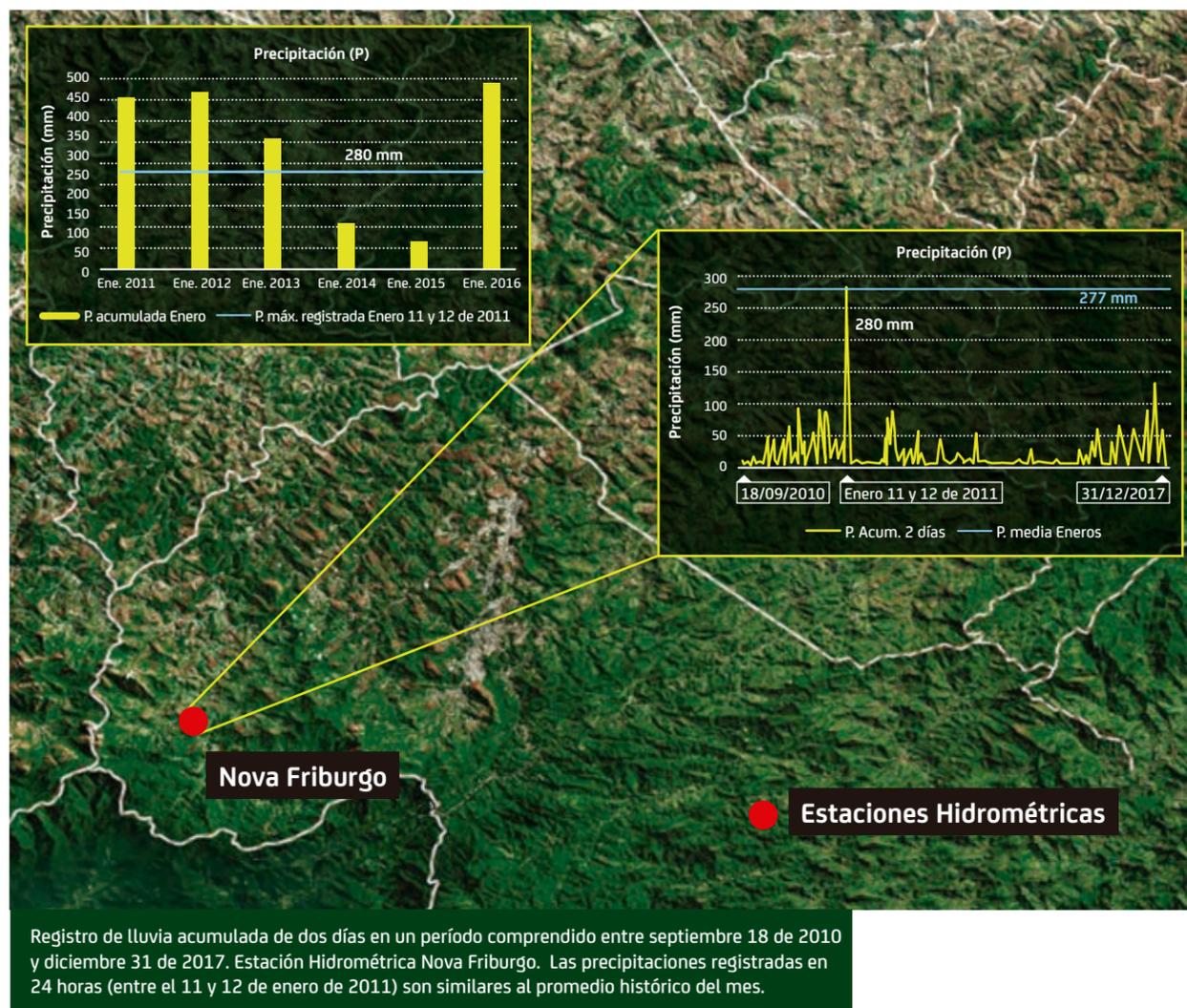
Deslizamientos inducidos por las lluvias del 11 y 12 de Enero de 2011 en Nova Friburgo - Brasil



Cicatrices de los deslizamientos en Nova Friburgo obtenidas a partir de imágenes satelitales



Imágenes generadas por Oton Barros desde twitter.com/dsrinpe a través de International Charter Space and Major Disasters con imágenes cedidas por GeoEye / USGS.



Fuente: Instituto Nacional de Meteorología INMET

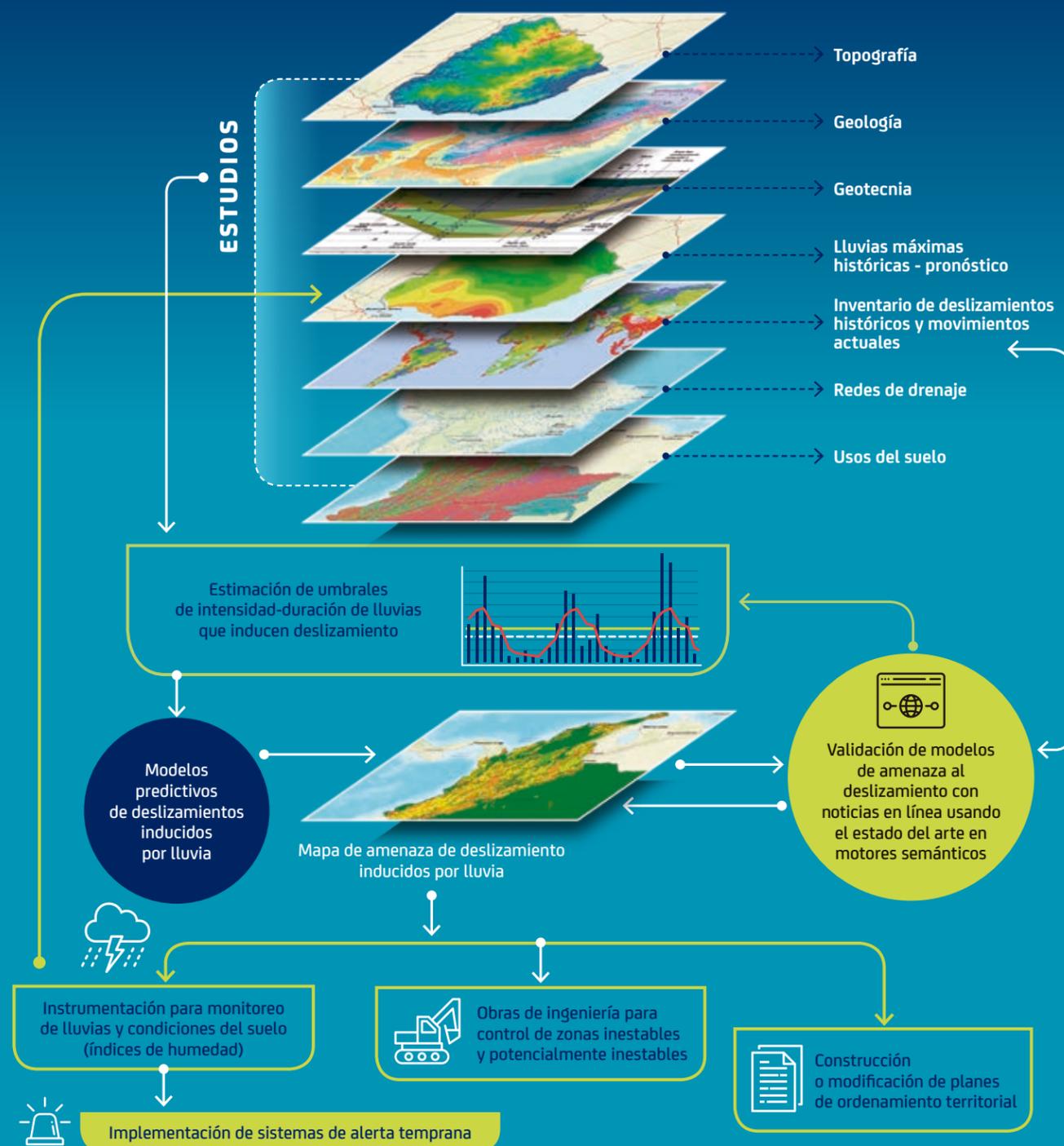
Gestión del riesgo de deslizamiento inducido por lluvias

En el contexto global y local existen numerosas investigaciones que unidas a avances tecnológicos de monitoreo de variables hidrometeorológicas y al estado del arte en motores semánticos de rastreo de noticias en línea, muestran un camino muy positivo para la gestión del riesgo de deslizamiento asociado a lluvias. La clave fundamental se centra en el procesamiento de información de los factores que controlan los esfuerzos actuantes y resistentes de las laderas, unido a la estimación de los umbrales representativos de intensidad-duración de las lluvias que pueden detonar deslizamientos en una zona específica. Este camino permite validar modelos predictivos de deslizamiento útiles para:

- Sistemas de alerta temprana de deslizamientos.
- Diseño y construcción de obras de ingeniería para control de zonas inestables o potencialmente inestables.
- Planes de ordenamiento territorial que orienten los usos más adecuados del suelo para zonas con susceptibilidad a sufrir deslizamientos.

Estas técnicas de análisis, sumadas a la instrumentación en tierra y los sensores remotos, muestran grandes posibilidades para entender mejor estos fenómenos, y así gestionar mejor sus riesgos relacionados. Con lo que se conoce hoy de los mecanismos de ocurrencia de los deslizamientos detonados por lluvias es posible planear e implementar acciones concretas con un buen nivel de información. Lo importante es no perder de vista que se trata de procesos dinámicos que dependen no solo de condiciones físicas de la naturaleza, sino también del desarrollo urbano en la zona de interés. Los modelos de análisis seguirán mejorando, para estimar cada vez con mayor confiabilidad los patrones de intensidad y duración de las lluvias que inducen deslizamientos. Lo importante es conocer que existen hoy mecanismos para analizar y gestionar este riesgo con una mirada que combina aspectos regionales y locales, y que a su vez permite guiar las decisiones en la dirección más favorable para proteger la vida, la propiedad y la productividad.

Gestión del riesgo de deslizamiento inducido por lluvias



FUENTES

Gabriel R. Toro
Ingeniero civil de la Universidad Nacional de Colombia, M.Sc. y Ph.D. en Ingeniería Civil del Instituto Tecnológico de Massachusetts. Investigador reconocido por sus aportes en áreas como la sismología, ingeniería sísmica y ciencias atmosféricas. Actualmente trabaja para compañías del sector privado en Estados Unidos en estudios relacionados con Ciencias de la Tierra.

Kevin B. Clahan
Licenciado en Ciencias de la Tierra de la Universidad de California y M.Sc. en Geología de la Universidad Estatal de San José. Ha trabajado en organizaciones públicas como el Servicio Geológico de California, CGS, y en diversas entidades privadas en la realización de estudios relacionados con la ingeniería geológica, geotecnia, estabilidad de taludes, hidrogeología, geofísica y otros. Ha realizado importantes publicaciones en áreas como la sismología y la ingeniería geológica.



ESCANEA
este código con tu smartphone y conoce las referencias de este artículo.
bit.ly/2GnYqGM

Granizo: origen y consecuencias en el sector agrícola

El granizo es un fenómeno natural de origen meteorológico que representa una amenaza para diferentes sectores productivos, siendo indudablemente el sector agrícola el más vulnerable debido su potencial para afectar cultivos y plantaciones. Es por esto que desde hace varias décadas se han concentrado esfuerzos en entender su física y establecer acciones que permitan mitigar su impacto.

Mecanismo de formación del granizo

Existen varios fenómenos naturales de origen meteorológico que presentan un gran potencial de afectación sobre las vidas humanas y los bienes materiales: huracanes, tornados, descargas atmosféricas, ráfagas de viento, lluvias torrenciales, granizadas, etc. Todos estos fenómenos tienen su origen en tormentas eléctricas, las cuales son sistemas con escalas espaciales que pueden variar desde unos pocos hasta algunos cientos de kilómetros y escalas temporales que fluctúan desde algunos minutos hasta varias horas. Los sistemas climáticos caracterizados por estas condiciones espacio temporales son conocidos en meteorología como sistemas de mesoescala, y están formados por masas de nubes cumulonimbus, comúnmente denominadas nubes de tormenta.

Las cumulonimbus corresponden al tipo de nubes con mayor altura que se pueden apreciar en la atmósfera. Son nubes convectivas, densas y potentes, que se diferencian de los demás tipos de nubes, debido a que su dinámica de formación hace que estas presenten estructuras de gran desarrollo vertical, pudiendo alcanzar alturas hasta de 22 km sobre la superficie terrestre, especialmente en el trópico. Su formación se presenta cuando hay un alto gradiente de temperatura entre la superficie terrestre u oceánica, y las capas superiores de la atmósfera, lo cual da como resultado un ascenso de masa de aire húmedo y cálido que incrementa la altura de la columna de estas nubes en un proceso conocido como convección.

La formación de las cumulonimbus es frecuente en regiones que presentan un alto relieve topográfico, ya que los efectos orográficos favorecen los procesos convectivos que dan origen a este tipo de sistemas, y una vez formados pueden viajar, dependiendo de la velocidad y dirección de los vientos hacia regiones de llanura, llegando incluso hasta zonas costeras, como explica el PhD Pablo Alberto Mercuri, Director del Centro de Investigación de Recursos Naturales del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina (INTA).

Es importante tener en cuenta que a pesar de que el fenómeno está directamente asociado a las cumulonimbus la formación de este tipo de nubes no implica necesariamente que haya procesos de formación de granizo. Stanley

A. Changnon, estimó por ejemplo que solo el 60% de las tormentas eléctricas pueden dar origen al fenómeno.

Adicionalmente, aun cuando una nube cumulonimbus presenta las condiciones que garantizan la formación de granizo, es posible que este nunca llegue a la superficie terrestre, debido a que puede entrar en contacto con parcelas de aire cálido que se concentran cerca al suelo y cambian su estado sólido a líquido, causando que se precipite en forma de lluvia. Es por esta razón que las tormentas eléctricas rara vez producen granizo en regiones climáticas cálidas.

Por otra parte, respecto a la proporción entre la precipitación sólida y líquida que puede generar una cumulonimbus, Gokhale, 1975, estimó en sus estudios que el volumen de granizo que llega a la superficie terrestre es menor al 10% del volumen de lluvia producido por una tormenta eléctrica, y que este se precipita a una velocidad aproximada de 150 km/h.

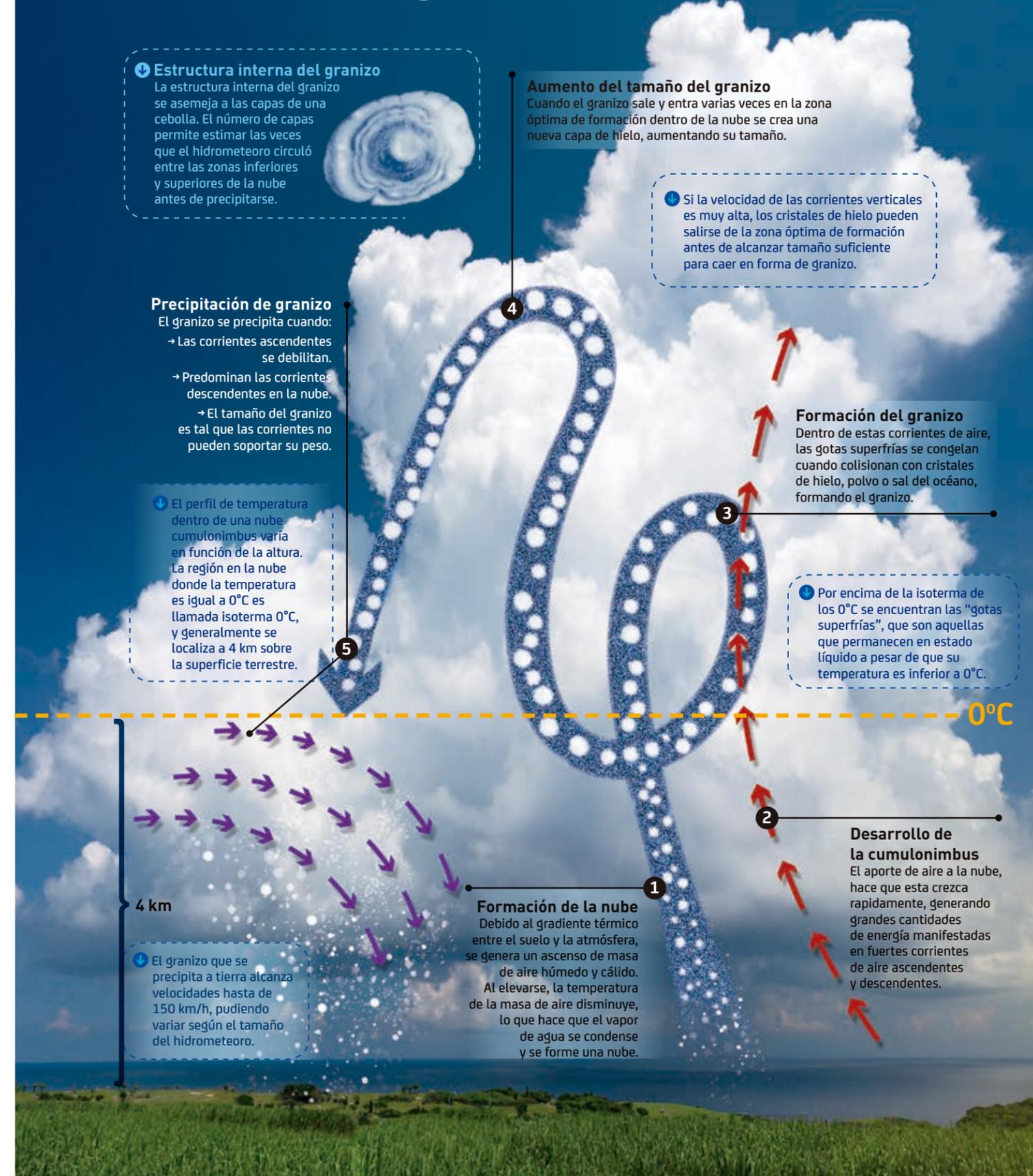
Granizo como riesgo agrícola

El granizo puede tener impactos negativos para bienes y propiedades como casas, autos, embarcaciones, aeronaves, y ocasionalmente puede ser peligroso para la ganadería e incluso de manera excepcional, para las vidas humanas. Sin embargo, es posible afirmar que el sector más vulnerable a este tipo de fenómeno natural es el agrícola.

El impacto que tiene el granizo para el sector agrícola se verifica en el caso de Argentina, donde la mayoría de la facturación de los seguros agrícolas corresponden a protección contra granizo (95%) y en menor medida, al seguro multi-riesgo, en este último caso vinculado al desarrollo de políticas integrales de riesgo, como expresa María Fernanda Muñoz, Subgerente de Riesgos Agrícolas de Seguros SURA Argentina.

De forma general, los daños que el granizo puede causar sobre los bienes y las propiedades dependen principalmente de las características del evento como tamaño del granizo, ángulo de precipitación, velocidad de los vientos, cantidad de granizo precipitado por unidad de área, y las características de la zona impactada. Sin embargo, para el caso específico del sector agrícola, los daños a los cultivos están asociados a dos factores adicionales: el tipo y la etapa del cultivo.

Formación del granizo



Escala de intensidad del granizo



Fuente: www.totro.org.uk/hscale.php

Existen tipos de cultivos que pueden ser más sensibles al granizo que otros. Por ejemplo, el té y el tabaco pueden sufrir ante la ocurrencia de eventos pequeños de granizo, mientras que otros cultivos como el maíz son un poco más resistentes y solo se ven afectados ante granizo con tamaños mayores a 19 mm (Bal S. K., 2014).

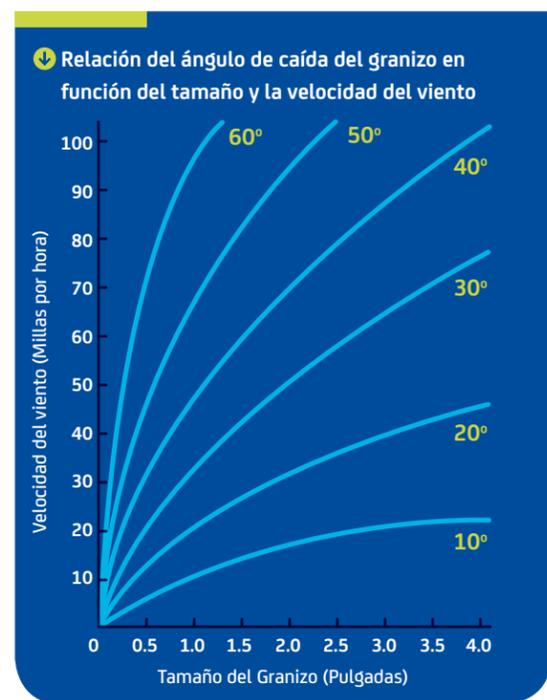
El otro factor determinante en los daños que puede sufrir un cultivo debido al granizo es la etapa en la cual se presente la afectación. Una tormenta puede causar daños mínimos al inicio de una campaña de un cultivo específico, mientras que la misma tormenta puede causar daños significativos si se presenta en la etapa media.

La intensidad del granizo en cierta región geográfica se puede definir como la combinación de cuatro factores principales que dan cuenta de la severidad del fenómeno: **Frecuencia del evento:** corresponde al número de veces que se registran eventos de granizo en una región geográfica específica.

Tamaño medio del granizo: el tamaño del granizo está directamente relacionado con los daños que puede causar. Entre más grandes sean los hidrometeoros, mayores pueden ser los daños ocasionados.

Número de hidrometeoros precipitados: estudios realizados muestran que en general, cuanto más frecuentes son las tormentas de granizo en un punto dado, mayores son los tamaños de los hidrometeoros y el número de elementos precipitados por unidad de área.

Velocidad del viento durante los eventos de granizada: el ángulo de caída del granizo depende del tamaño de la partícula y la velocidad del viento. A mayor ángulo de caída respecto a la vertical, las tormentas pueden causar más daños, ya que puede alcanzar superficies que de otra manera no se verían afectadas.



Fuente: Hailstorms Across the Nation: An Atlas about Hail and Its Damages. Changon, 2009.

Medidas de protección contra el granizo

Debido al alto impacto que tiene el granizo sobre el sector agrícola y a la dificultad que existe de anticiparse a la ocurrencia del fenómeno para tomar acciones que permitan mitigar su efecto, se han desarrollado varias técnicas, con el fin de reducir el daño que el granizo puede infligir sobre los cultivos. Algunas de estas técnicas están ligadas a la modificación artificial de las condiciones atmosféricas que dan origen al granizo, mientras que otras están enfocadas a medidas estructurales en tierra para proteger los cultivos:

Sembrado de nubes: se basa en la modificación de la microfísica de las nubes que da lugar a la formación y precipitación del granizo. Consiste en introducir una sustancia dentro de la tormenta ya formada (por medio de aeronaves, generadores en tierra o cohetes antigranizo), para que alrededor de estas partículas se formen cristales de hielo adicionales que compiten por el exceso de agua en la nube. Esto produce partículas de hielo más pequeñas, que en caso de precipitarse, es más probable que se derritan al entrar en contacto con aire más cálido, convirtiéndose en lluvia. Estos núcleos de hielo artificial son por lo general de yoduro de plata, aunque también se puede usar yoduro de potasio o dióxido de carbono sólido (hielo seco).

El sembrado de nubes también se puede realizar en una etapa temprana del sistema convectivo, y se hace con el objetivo de forzar la lluvia a caer prematuramente, de tal forma que no se alcance el potencial para la formación de hielo.

En Argentina, este sistema de mitigación es usado en la provincia de Mendoza desde hace varios años, y hace parte de un plan integral de lucha contra el granizo debido a la vocación agrícola que hay en esta región y a la alta amenaza de formación y precipitación de granizo de tamaños importantes que afectan principalmente los viñedos, perjudicando significativamente la calidad de las uvas.

Mallas antigranizo: son mallas protectoras, de alta resistencia mecánica y fabricadas generalmente en polietileno de alta densidad. Estas mallas soportan el impacto y el peso del granizo precipitado pero, en algunas ocasiones, pueden modificar el microclima del cultivo, factor a tener en cuenta en la factibilidad al momento de la instalación.

Sembrados de árboles: el sembrado de árboles contiguos a los cultivos es usado para interceptar el granizo y ayudar a disminuir la velocidad de los vientos y la velocidad de impacto del hidrometeoro sobre la superficie.

Sistemas de detección, medición y mitigación de granizo

 Detección  Medición  Mitigación

SATÉLITES

Mediante el uso de satélites se obtiene información sobre las condiciones meteorológicas en las que se desarrollan las tormentas severas con el potencial de producir granizo. Estos sensores permiten la medición de variables atmosféricas precursoras del fenómeno.

GRANIZÓMETROS

Placa de espuma rígida sobre la que quedan marcados los impactos del granizo al caer. A partir de esta placa es posible obtener información como el diámetro, la densidad del granizo (cantidad que ha caído), la intensidad del impacto (energía cinética) y/o el volumen total del hielo que ha caído en la zona.

DISDRÓMETROS

Se utilizan para medir todo tipo de precipitación, registrando el tamaño, la cantidad, el diámetro y la velocidad de caída del hidrometeoro. A partir de esta información es posible calcular el factor de reflectividad y la tasa de precipitación.

SEMBRADO DE ÁRBOLES

Los árboles interceptan el granizo y ayudan a disminuir la velocidad de los vientos y la velocidad de impacto del hidrometeoro sobre la superficie.

MALLAS ANTIGRANIZO

Las mallas protegen los cultivos contra el granizo y en algunos casos contra fuertes vientos. Pueden ser instaladas en forma de estructura tipo invernadero o sobrepuestas en los cultivos.

SEMBRADO ARTIFICIAL DE NUBES

Es una forma de modificación intencional del clima que implica el proceso de dispersión de una sustancia en particular en nubes en desarrollo. El objetivo es alterar las propiedades microfísicas de la nube, lo que resulta en un cambio en el tipo de precipitación que se producirá. El sembrado de nubes puede no eliminar el granizo pero reduce su tamaño, lo que genera menos daños.

El sembrado de la nube se puede hacer en una etapa temprana del sistema convectivo, evitando así la formación de granizo.

El sembrado de nubes generalmente se hace utilizando Yoduro de Plata. Las partículas son arrastradas por las corrientes cálidas ascendentes que entran a la nube.

RADAR METEOROLÓGICO

El radar mide distancias mediante ondas electromagnéticas. Se basa en la medición del tiempo que tarda en volver la onda emitida por el propio radar, una vez se refleja en la partícula. La mayoría de radares no detectan granizo de forma directa. Se debe inferir su presencia por medio de técnicas o criterios que usan los datos obtenidos por el radar y, en otros casos, estas mediciones se combinan con datos de sondeos o modelos numéricos.

FUENTES

Juan Pablo Restrepo. Ingeniero civil y especialista en Recursos Hidráulicos de la Universidad Nacional de Colombia. Ha trabajado en consultoría en estudios hidrológicos para el diseño y dimensionamiento de centrales hidroeléctricas, y actualmente se desempeña en el área de Geociencias, realizando estudios hidrológicos e hidráulicos.

Luisa Fernanda Vallejo Ingeniera civil de la Escuela de Ingeniería de Antioquia y M.Sc. en Recursos Hidráulicos de la Universidad Nacional

de Colombia. Tiene experiencia en proyectos de investigación relacionados con transporte de humedad atmosférico, desarrollados en el Instituto Nacional de Investigación Espacial de Brasil. Actualmente hace parte del equipo de Geociencias de Suramericana.

María Fernanda Muñoz. Ingeniera Agrónoma de la Universidad Nacional de La Plata, y especialista en Agronegocios de la Universidad de San Andrés. Se ha desempeñado como docente de cátedra en Economía

Agraria y en Cultivos Industriales en la Universidad Nacional de La Plata. Actualmente se desempeña como Subgerente de Riesgos Agrícolas en Seguros Sura Argentina.

Pablo Alberto Mercuri. Ingeniero en Producción Agropecuaria de la Universidad Católica Argentina, Msc en Aplicaciones Agrícolas de la Teledetección, y PhD en Ingeniería Agrícola y Biológica de la Universidad Purdue. Ha trabajado en varios proyectos de sistemas de información geográfica y de modelización física. Actualmente dirige el Centro de Investigación de Recursos Naturales del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina (INTA).



ESCANEA
este código con tu *smartphone* y conoce las referencias de este artículo.
bit.ly/2TLLbYI

Huracán María: oportunidades para desarrollar resiliencia

Los huracanes son fenómenos extremos recurrentes que hacen parte de la dinámica propia del planeta, son reguladores naturales del clima y estabilizan su temperatura; sin embargo, eventos como los ocurridos con el huracán María durante 2017, nos dejan importantes enseñanzas que se convierten en oportunidades para la gestión, reducción del riesgo y desarrollo de ciudades más seguras y resilientes.

El ciclón tropical María se originó a partir de una onda tropical del este que partió de la costa de África (Cabo Verde), hacia el océano Atlántico el 12 de septiembre de 2017, convirtiéndose en tormenta tropical el 16 de septiembre y 24 horas después se intensificó a huracán categoría 1 según la escala de Saffir-Simpson.

María se intensificó de manera rápida y se

convirtió en huracán categoría 5 antes de llegar a la isla de Dominica en la Antillas Menores. El 20 de septiembre entró a Puerto Rico con vientos máximos de 250 km/h y emergió en el Atlántico ya debilitado con vientos de 175 km/h. El sistema mantuvo el estatus de gran huracán hasta el 24 de septiembre y se disipó en el Atlántico Norte el 2 de octubre.

ESCALA SAFFIR-SIMPSON

Depresión tropical V 37 - 62 km/h	Huracán categoría 3 V 178 - 210 km/h P 964 - 945 (mbar)
Tormenta tropical V 63 - 117 km/h	Huracán categoría 4 V 211 - 250 km/h P 944 - 920 (mbar)
Huracán categoría 1 V 118 - 153 km/h P >980 (mbar)	Huracán categoría 5 V > 251 km/h P < 920 (mbar)
Huracán categoría 2 V 154 - 177 km/h P 979 - 965 (mbar)	Post ciclón tropical

V Velocidad km/h P Presión milibares



La estructura física de los huracanes, hace que estos fenómenos sean particularmente destructivos cuando presentan vientos muy fuertes cerca de superficie, en el sentido que pueden llegar a combinar 3 o hasta 4 amenazas: vientos fuertes, lluvias intensas y de gran acumulado que causan inundaciones súbitas y deslizamientos, y marejadas ciclónicas que pueden causar inundaciones considerables e incluso destruir infraestructura. En Puerto Rico ocurrieron todas. Esto resalta la necesidad de tener una buena estrategia de transferencia del riesgo, en la cual se considere el efecto conjunto e individual de cada una de estas amenazas.

Ph.D. Carlos David Hoyos, experto en hidrometeorología, profesor de la Universidad Nacional de Colombia y Gerente del Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá.

Trayectoria Huracán María por PUERTO RICO el 20 de septiembre



La mayor afectación a causa de María se presentó en los municipios de Yabucoa, Maunabo, Cañas, Corozal, Vega Baja, Manatí, Arecibo, Hatillo y Camuy.

CARACTERÍSTICAS DE MARÍA

- SEGUNDO HURACÁN más fuerte en PUERTO RICO**
- SEXTO HURACÁN de mayor intensidad en el ATLÁNTICO**
- CATEGORÍA 5**
- VIENTOS máximos sostenidos: 278 KM/H**
- DIÁMETRO máximo del ojo del huracán: 52 KM**
- Huracán más fuerte en la historia de la ISLA DE DOMINICA**
- PRESIÓN DEL SISTEMA mínima registrada: 908 MILIBARES**

TRAYECTORIA DEL CICLÓN TROPICAL MARÍA

- 16 SEP.**
 - > Velocidad: 55 km/h
 - > Presión: 1008 milibares
- 16 SEP.**
 - > Velocidad: 85 km/h
 - > Presión: 1002 milibares
 - > Extensión vientos tormenta tropical: 75 km
- 17 SEP.**
 - > Velocidad: 85 km/h
 - > Presión: 1002 milibares
 - > Extensión vientos tormenta tropical: 75 km
- 17 SEP.**
 - > Velocidad: 120 km/h
 - > Presión: 982 milibares
 - > Extensión vientos huracán: 30 km
- 18 SEP.**
 - > Velocidad: 195 km/h
 - > Presión: 959 milibares
 - > Extensión vientos huracán: 30 km
- 19 SEP.**
 - > Velocidad: 260 km/h
 - > Presión: 924 milibares
 - > Extensión vientos huracán: 45 km
- 20 SEP.**
 - > Velocidad: 240 km/h
 - > Presión: 921 milibares
 - > Extensión vientos huracán: 95 km
- 20 SEP.**
 - > Velocidad: 175 km/h
 - > Presión: 957 milibares
 - > Extensión vientos huracán: 95 km
- 21 SEP.**
 - > Velocidad: 185 km/h
 - > Presión: 959 milibares
 - > Extensión vientos huracán: 95 km
- 24 SEP.**
 - > Velocidad: 175 km/h
 - > Presión: 948 milibares
 - > Extensión vientos huracán: 95 km
- 25 SEP.**
 - > Velocidad: 130 km/h
 - > Presión: 957 milibares
 - > Extensión vientos huracán: 110 km
- 28 SEP.**
 - > Velocidad: 110 km/h
 - > Presión: 982 milibares
 - > Extensión vientos tormenta tropical: 390 km
- 30 SEP.**
 - > Velocidad: 85 km/h
 - > Presión: 991 milibares
 - > Extensión vientos tormenta tropical: 370 km
- 2 OCT.**
 - > Velocidad: 55 km/h
 - > Presión: 1016 milibares

Contexto histórico de huracanes en el Caribe

El alto nivel de amenaza por ciclones tropicales en Centroamérica y el Caribe es evidente a partir del registro histórico de huracanes disponible en el Centro Nacional de Huracanes de Estados Unidos, que data de 1851. Debido a sus características geográficas, los países costeros localizados en esta región se encuentran en la zona de influencia de ciclones tropicales, los cuales, en su mayoría, y en especial los más intensos (85% de los grandes huracanes), se forman a partir de ondas tropicales del este que viajan desde África hasta Centroamérica y el Caribe; sin embargo, también existen ciclones que se forman a partir de perturbaciones atmosféricas originadas en el Caribe americano.

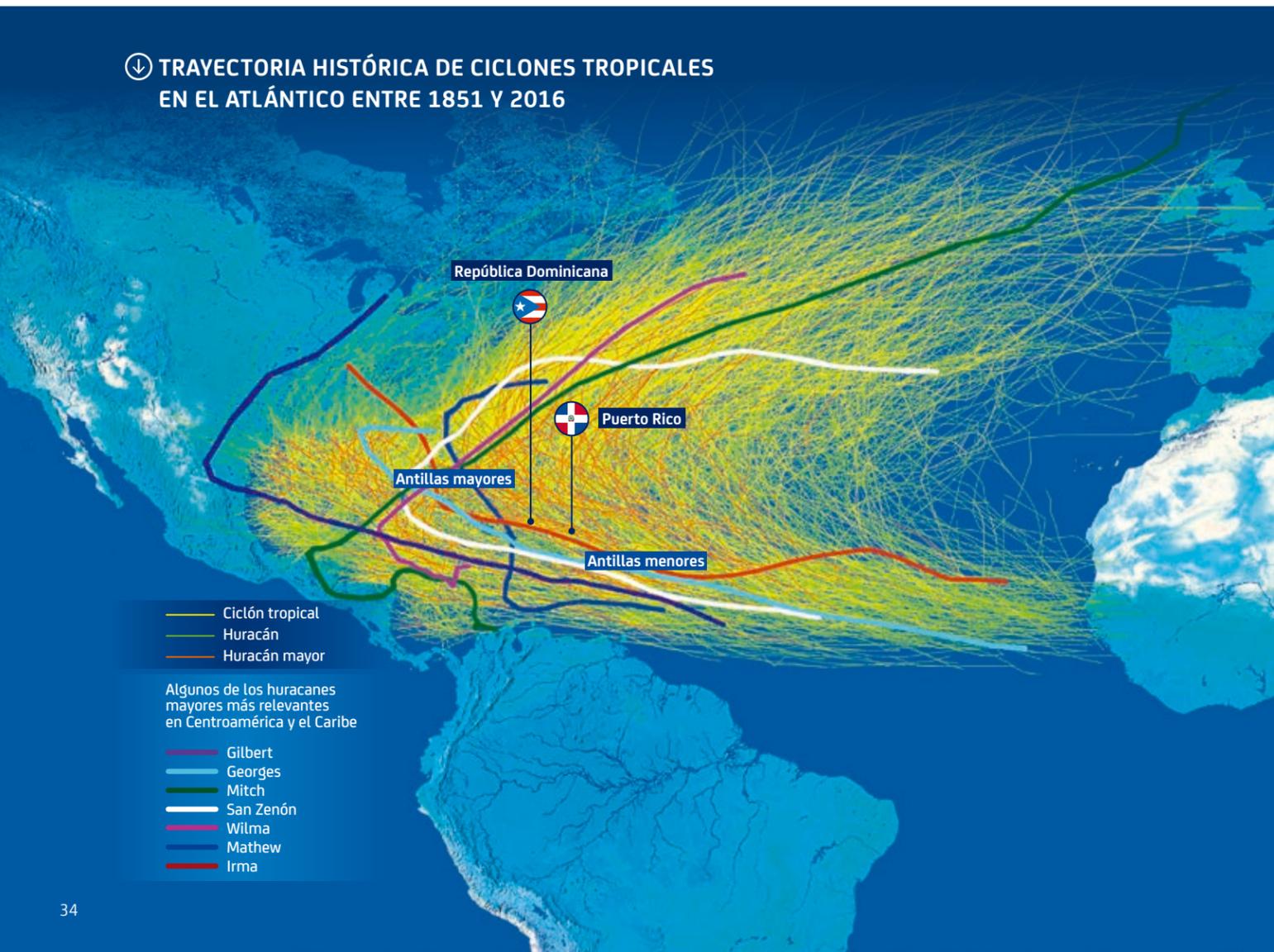
La formación de estas tormentas y su intensificación a huracán se presenta en las aguas cálidas tropicales y en condiciones atmosféricas especiales, con humedad elevada y vientos relativamente similares entre la parte alta y baja de la tropósfera (primera capa atmosférica).

Su eventual disipación ocurre comúnmente sobre las aguas más frías del Atlántico Norte o cuando los ciclones tocan tierra y se alejan de la fuente de energía que representa el océano.

La temporada oficial de huracanes del Atlántico, que abarca los ciclones que ocurren en el Océano Atlántico, Golfo de México y Mar Caribe, comienza el primero de junio y termina el 30 de noviembre. De acuerdo con la Administración Oceanográfica y Atmosférica de Estados Unidos (NOOA: National Oceanographic and Atmospheric Administration), en la cuenca del Atlántico entre 1966 y 2009 se presentan en promedio 11 tormentas tropicales por año aproximadamente, seis de las cuales se convierten en huracanes y dos de estos en huracán categoría 3 o superior.

Debido a la trayectoria que presentó el Huracán María por el Océano Atlántico, sus efectos se sintieron con mayor intensidad en Dominica y Puerto Rico, siendo este último donde ocasionó un mayor número de pérdidas en vidas humanas y materiales.

TRAYECTORIA HISTÓRICA DE CICLONES TROPICALES EN EL ATLÁNTICO ENTRE 1851 Y 2016



Comparación en la cobertura del sistema eléctrico en la Isla de Puerto Rico antes y después del paso del Huracán María

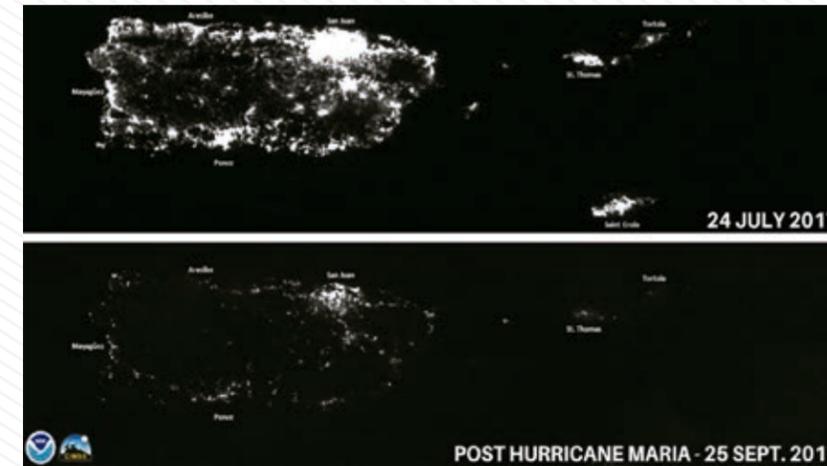
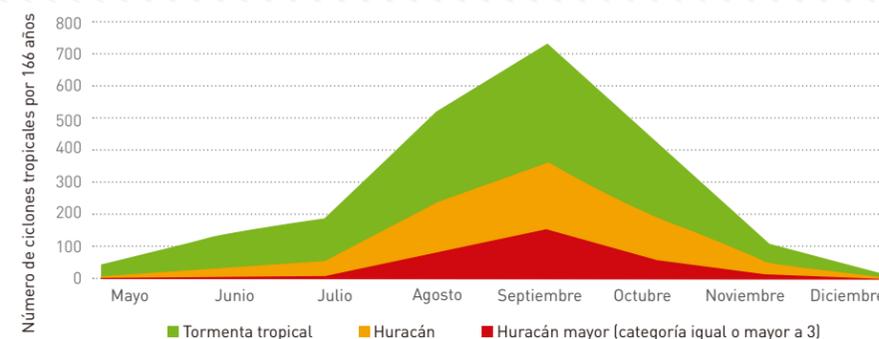


Foto: Servicio Nacional de Satélites Ambientales, Datos e Información de NOAA (NESDIS). Laboratorio de Visualización Ambiental NOAA.

El paso de María por la Isla de Puerto Rico dejó afectaciones en redes de servicios básicos como energía, agua y telecomunicaciones. Según reportes oficiales, el paso de María por Puerto Rico impactó entre el 80% y el 90% de la infraestructura de energía eléctrica en la isla. Sin embargo, más allá del colapso en las redes de servicio e infraestructura causadas por los fuertes vientos y las lluvias torrenciales inmediatamente después del paso del huracán, el factor que más incidió en las pérdidas asociadas a este evento fue la dificultad para reestablecer los servicios básicos de abastecimiento de agua y suministro de energía en el menor tiempo posible. Más del 80% de los residentes de la isla permanecieron sin energía 5 meses después del paso del huracán María, lo cual dificultó la atención oportuna a las personas afectadas.

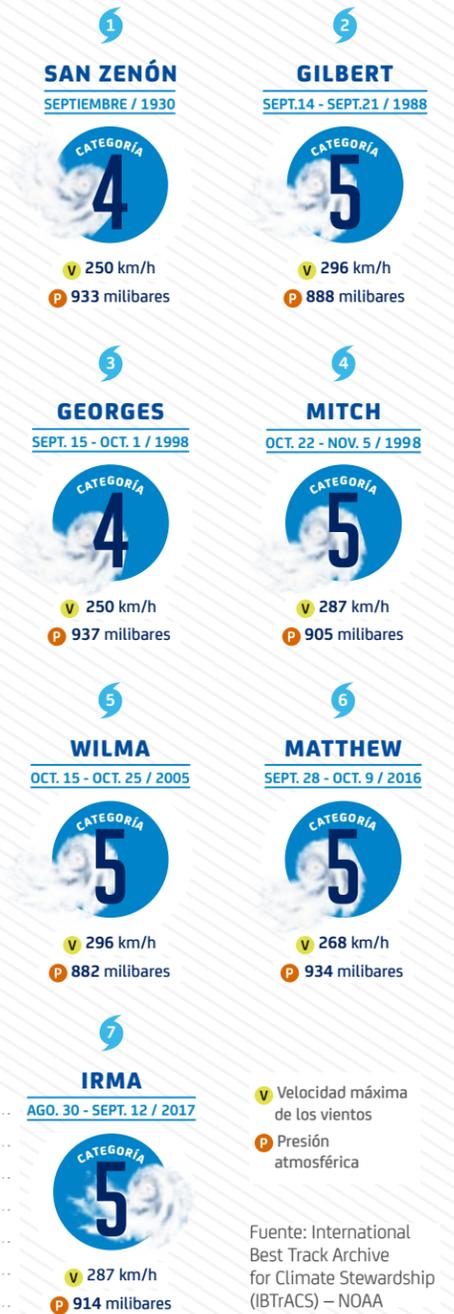
Los impactos en pérdidas humanas y económicas que dejó el huracán María sobre Puerto Rico, ratifican la amenaza por ciclones tropicales que presentan los países localizados en el Caribe, y deben ser aprendizajes útiles para trabajar en medidas para desarrollar capacidad de resiliencia en esta región del Caribe.

Número de ciclones tropicales entre 1851 y 2016



Distribución de ocurrencia de ciclones tropicales en la cuenca del Atlántico en un período comprendido entre 1851 y 2016, categorizadas como tormentas tropicales, huracanes y huracanes mayores.

ALGUNOS DE LOS HURACANES MÁS RELEVANTES EN CENTROAMÉRICA Y EL CARIBE



Fuente: International Best Track Archive for Climate Stewardship (IBTrACS) – NOAA

Efectos de los huracanes y gestión de tendencias y riesgos asociados

GESTIÓN

REGULACIÓN

- Actualización de códigos de diseño y construcción.
- Revisión e implementación de planes de ordenamiento territorial (POT) para la definición de usos del suelo que restrinjan la construcción urbana y rural en zonas de alto riesgo.

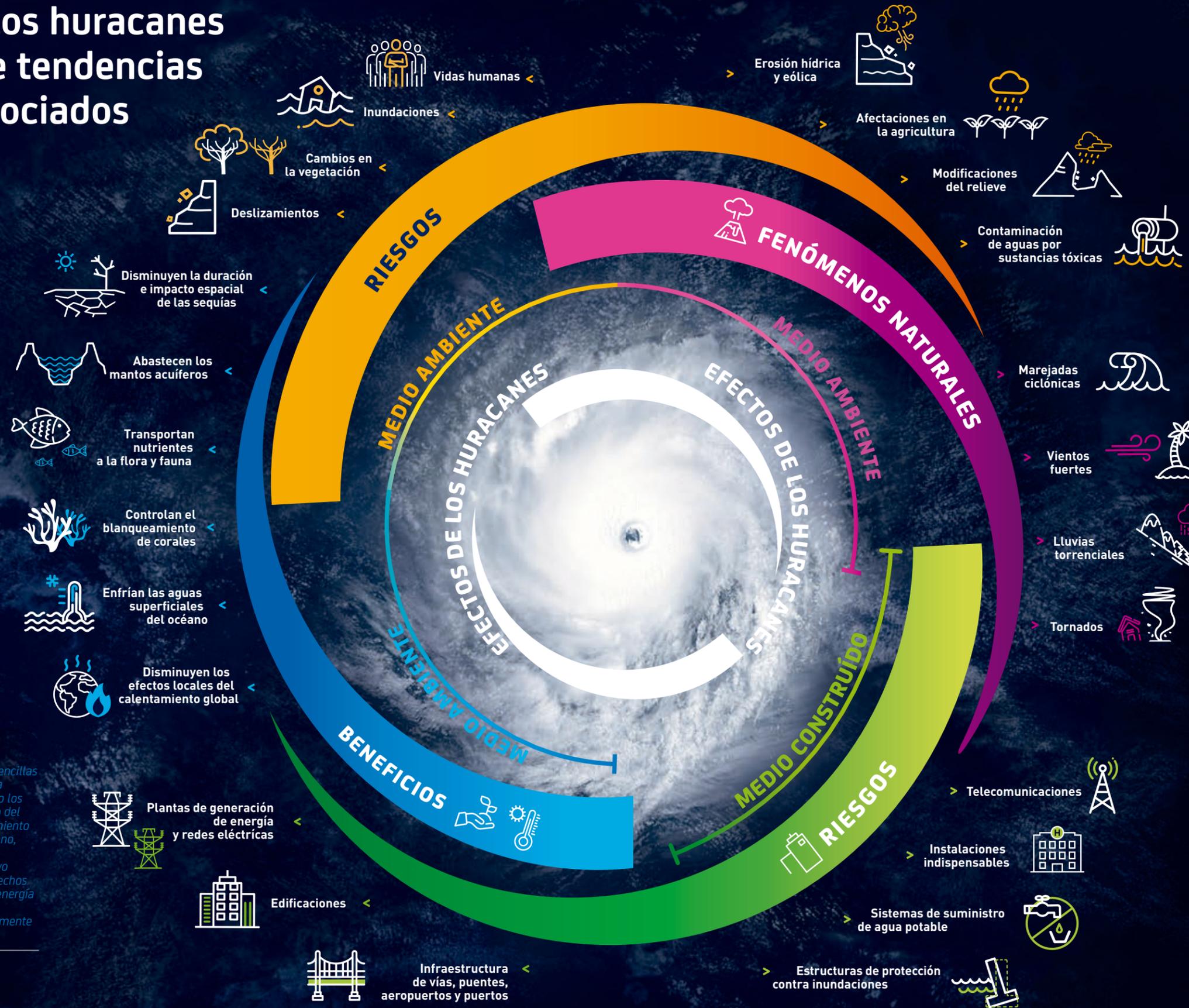
TECNOLOGÍA

- Mejoramiento de sistemas de monitoreo de variables meteorológicas y alerta temprana.
- Promover el diseño, construcción y actualización de redes de energía subterráneas.
- Incentivar diversificación en el uso de fuentes y tecnologías de generación de energía.



Es importante resaltar que las medidas sencillas del día a día también resultan claves para gestionar la resiliencia ante eventos como los presentados como consecuencia del paso del huracán María por Puerto Rico: mantenimiento periódico de los sistemas de drenaje urbano, limpieza de cauces naturales y canales, mantenimiento y reforzamiento preventivo de elementos vulnerables en viviendas (techos y ventanas), instalaciones de plantas de energía familiares y abastecimiento de agua y comida pueden minimizar considerablemente los impactos ante este tipo de eventos".

Ph.D. Carlos David Hoyos, experto en hidrometeorología, profesor de la Universidad Nacional de Colombia y Gerente del Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá.



Manifestaciones de los ciclones tropicales en las megatendencias



SALUD Y SEGURIDAD

- Promover iniciativas gubernamentales en el ámbito regional, nacional y global para el desarrollo de capacidad de resiliencia.
- Revisión y actualización de planes de acción en caso de ciclones tropicales.
- Fortalecimiento de instituciones de atención de emergencias.
- Apoyo e incentivos del gobierno a la investigación.
- Mejoramiento de planes de evacuación y emergencia.
- Mejoramiento de los sistemas de salud pública.

CONSTRUCCIÓN RESILIENTE

- Construcción de parques urbanos y corredores ecológicos que mitiguen los efectos de las inundaciones.
- Construcción de barreras de protección contra inundaciones.
- Construcción de albergues y sistemas de resguardo.
- Construcción de edificaciones resistentes a vientos.
- Revisión y actualización de edificaciones vulnerables a viento.
- Incentivos al sector privado para que adopten medidas encaminadas a la reducción del riesgo físico de sus edificaciones.



ESTRATEGIAS PARA TRANSFORMAR CIUDADES HACIA UN FUTURO RESILIENTE

Aprendizajes

Uno de los principales aprendizajes del paso del huracán María por Puerto Rico es la necesidad que tienen los países de desarrollar una infraestructura sostenible y resiliente frente a este tipo de eventos. Por ejemplo, daños en el sistema eléctrico originan afectaciones adicionales que se vuelven críticas en etapas posteriores, tales como la interrupción en los sistemas de potabilización y abastecimiento de agua, y la afectación a los sectores de transporte y salud, entre otros. Por consiguiente, el sistema eléctrico debe ser flexible, moderno, resistente, con gran capacidad de almacenamiento, conformado por microrredes inteligentes, los cuales están basadas en tecnología digital, integran diferentes fuentes de generación y pasan de ser solo sistemas centralizados a ser sistemas distribuidos y modulares, que permiten la continuidad de servicios vitales y minimizan los tiempos de interrupción del servicio de energía.

Los efectos de los ciclones tropicales en el medioambiente y el medio construido son manifestaciones de las megatendencias de urbanización y movilidad, escasez de recursos, y variabilidad y cambio climático. Por esto, es fundamental que los países expuestos a sus efectos implementen estrategias que permitan desarrollar ciudades cada vez más resilientes con medidas enfocadas en lograr la mitigación del riesgo y la protección de la vida, los bienes, los servicios básicos y la infraestructura.



OBJETIVOS

Conocer, cuantificar y monitorear el riesgo

- > Conocer datos de eventos históricos.
- > Estimar mapas de amenazas directas y asociadas a ciclones tropicales.
- > Evaluar la vulnerabilidad de la población e infraestructura.
- > Implementar o actualizar sistemas de alerta temprana.



QUIÉNES PARTICIPAN

Todas aquellas instituciones y/o personas que puedan aportar en la elaboración de planes para la reducción del riesgo

- > Gobierno.
- > Organizaciones regionales e internacionales.
- > Academia y centros de investigación.
- > Sector privado e inversionistas.
- > Sociedad civil.

MANIFESTACIONES POSITIVAS EN LAS MEGATENDENCIAS DE CIUDADES PREPARADAS PARA LOS CICLONES TROPICALES



VARIABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO

- ↓ Producción de gases de efecto invernadero.
- ↑ Incentiva a las comunidades a estar más preparadas.



ESCASEZ DE RECURSOS

- ↑ Continuidad suministro de agua potable.
- ↓ Tiempo de interrupción de negocios.
- ↑ Protección a la agricultura.
- ↑ Confianza para los inversionistas.



URBANISMO Y MOVILIDAD

- ↑ Continuidad en servicios de la infraestructura vital.
- ↑ Desarrollo urbano planificado.
- ↑ Construcciones más resistentes.
- ↑ Protección de la vida y el patrimonio.

FUENTES

Carlos David Hoyos Ortiz

Ingeniero Civil y Magíster en Recursos Hidráulicos de la Universidad Nacional de Colombia; Magíster en Ciencias Oceánicas y Atmosféricas de University of Colorado y PhD en Ciencias de la Tierra y de la Atmósfera del Georgia Institute of Technology. Actualmente es profesor de la Universidad Nacional de Colombia y Gerente del Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá-SIATA.

Esteban Herrera Estrada

Ingeniero civil de la Universidad de Medellín. Analista en el área de Geociencias; en la actualidad apoya el proyecto corporativo de información geográfica Geo SURA y los temas relacionados con SIG.

Victoria Luz González Pérez

Ingeniera Civil de la Universidad de Medellín, especialista y M.Sc. en Ingeniería de la Universidad EAFIT. Desde el 2015 se desempeña como especialista del área de Geociencias.

CÓMO

Implementando estrategias enfocadas en brindar protección y seguridad a:



POBLACIÓN

- > Programas de educación, capacitación y prevención para la reducción del riesgo.



BIENES Y SERVICIOS

- > Planes para garantizar continuidad de los negocios.
- > Incentivos al sector privado para propiciar inversión en reducción del riesgo.
- > Planes de contingencia que identifiquen proveedores, clientes y ubicaciones en zonas con amenaza alta.



De prestación de servicios básicos

- > Implementación de microrredes de energía inteligentes.
- > Proyectos de eficiencia energética.
- > Implementación de sistemas alternos de potabilización de agua.
- > Telecomunicaciones resistentes a efectos de los ciclones.
- > Sistemas de respaldo alternos.



De Transporte (vías, puentes, aeropuertos, puertos, entre otros)

- > Construcción de infraestructura de transporte nueva y adaptación de la existente para minimizar los efectos de los ciclones.



Instalaciones vitales (hospitales, estaciones policía y bomberos, instituciones educativas, refugios de emergencia, edificaciones de centrales de operación y control de líneas vitales, edificios gubernamentales)

- > Construcción de edificaciones nuevas y rehabilitación de existentes que sean resistentes a los efectos de los ciclones tropicales.
- > Reubicación de instalaciones vitales localizadas en zonas de mayor amenaza.



ESCANEA

este código con tu smartphone y conoce las referencias de este artículo.

bit.ly/257RwH0

GeoSURA: un ecosistema de aplicaciones para la gestión de tendencias y riesgos

Suramericana apoya a los clientes de los diferentes sectores económicos de la región en el desarrollo y potencialización de sus empresas, poniendo a disposición información relevante del entorno, que al conectarla con la realidad del negocio a través de la plataforma GeoSURA, brinda elementos adicionales que facilitan la gestión y alineación con la estrategia.

Desarrollo continuo

GeoSURA continúa evolucionando, haciendo una adecuada lectura del entorno, y aparte de ser un potente visor geográfico, se ha convertido en una plataforma compuesta por diferentes módulos

(Recolección de información, Visor geográfico e Inteligencia de negocio), que amplía los márgenes, permitiendo conectar y analizar la información con mayor nivel de detalle.



RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN - RECOLECTA

¿QUÉ HACE?

Permite la creación de formularios para la recolección de información en campo.

APLICACIONES

Formulario para recolectar información de satisfacción de clientes, trazabilidad de las cadenas logísticas, levantamiento de información en campo, entre otros.



VISOR GEOGRÁFICO

¿QUÉ HACE?

Permite visualizar gráficamente la información, realizar análisis y consultas geográficas.

APLICACIONES

Relación entre la ubicación de instalaciones o puntos de interés con mapas de amenazas naturales, potencial urbano, precios de la tierra, usos del suelo, densidad de clientes actuales y potenciales, etc.



INTELIGENCIA DE NEGOCIO

¿QUÉ HACE?

Permite consultar la información en forma de tablas y gráficas a través de un tablero de control para hacer inteligencia de negocio y correlación de variables.

APLICACIONES

Correlación de variables sociales, económicas, de mercado o de la naturaleza con indicadores del negocio tales como ingresos, gastos y utilidades.



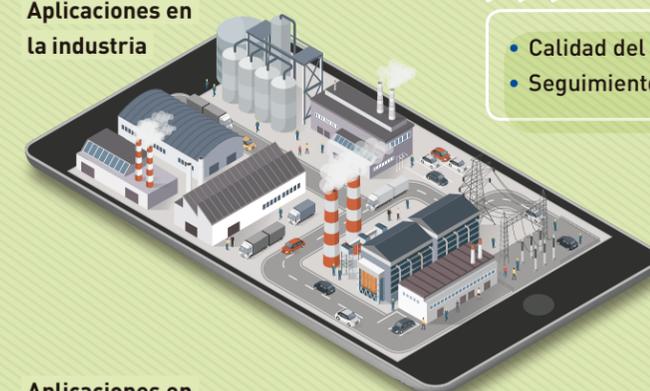
Recolección de información - RECOLECTA -

Uno de los grandes retos en el día a día de las empresas es la adquisición o recolección de información de forma estructurada, evitando los reprocesos y la digitalización, por esto SURA desarrolló un módulo de recolección de información que permite crear formularios de forma dinámica para capturar información desde dispositivos móviles o computadoras. Estos formularios a su vez permiten que a cada una de las preguntas se les asigne un peso o ponderación en caso de requerirse una calificación al finalizar el proceso de captura de información.

BENEFICIOS DEL MÓDULO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

- No es necesaria la conexión a internet o red celular para capturar la información.
- Realiza auditoría para validar el lugar donde se diligenció el formulario.
- Asocia formularios a coordenadas geográficas para su posterior consulta y análisis en el visor geográfico.
- Crea tableros de control en el módulo de inteligencia de negocio.
- Exporta la información en diferentes formatos (PDF y Excel).
- Genera reportes de información puntual o histórica.

Aplicaciones en la industria



- Calidad del producto.
- Seguimiento de inventarios.

Aplicaciones en el sector agrícola



- Crecimiento de las plantas.
- Estado de la siembra y cosecha.
- Aplicación fertilizantes o abonos.
- Área del cultivo.
- Control de plagas.

Aplicaciones en cadena logística



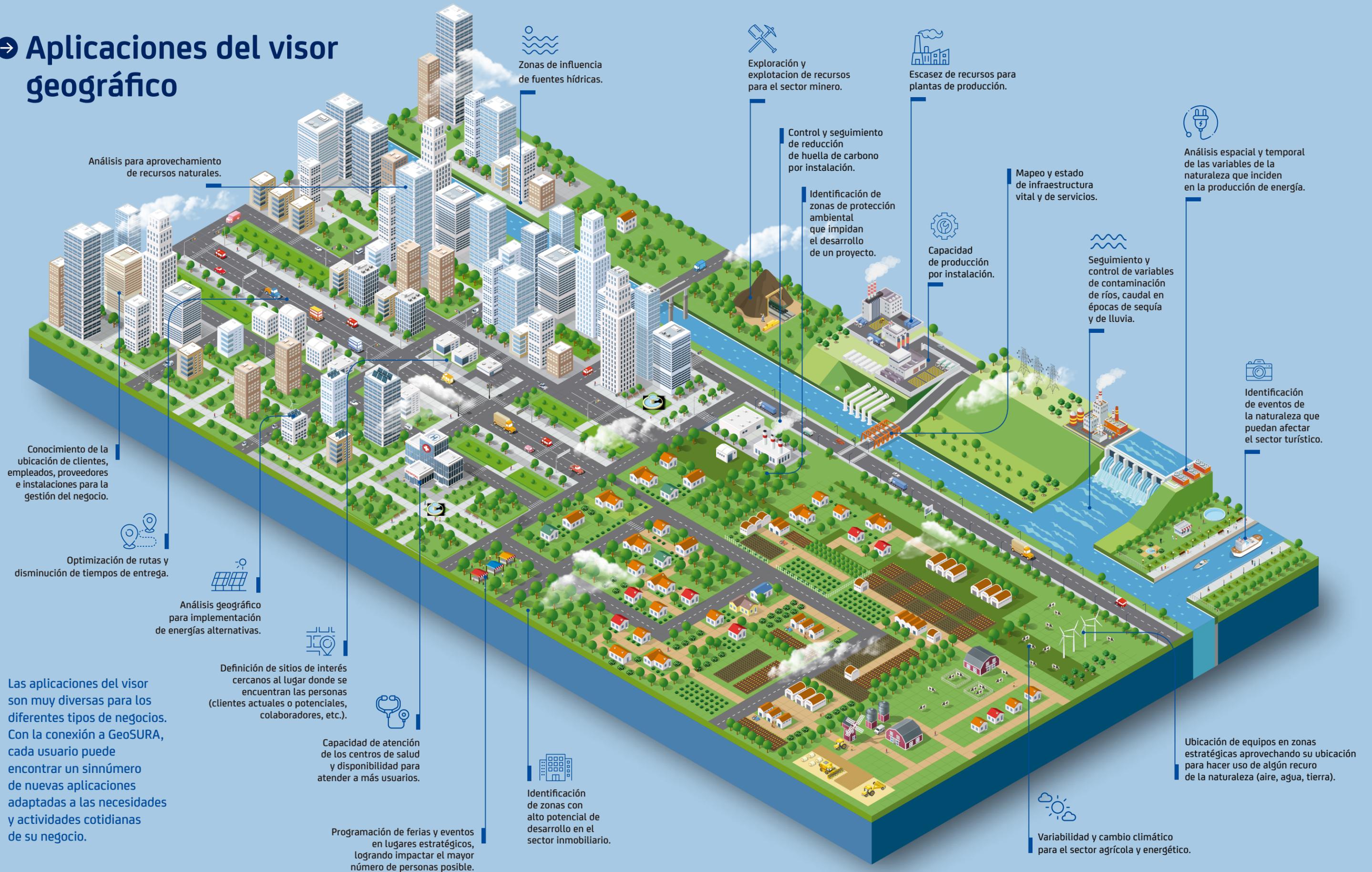
- Trazabilidad de entrega y despacho del producto.
- Reporte de incidentes en la vía.

Aplicaciones en prestación de servicios



- Encuestas de satisfacción de clientes.
- Cantidad de ventas.

➔ Aplicaciones del visor geográfico



Las aplicaciones del visor son muy diversas para los diferentes tipos de negocios. Con la conexión a GeoSURA, cada usuario puede encontrar un sinnúmero de nuevas aplicaciones adaptadas a las necesidades y actividades cotidianas de su negocio.

INTELIGENCIA DE NEGOCIO

SURA desarrolló el módulo de indicadores como respuesta a la necesidad de analizar gran cantidad de información, logrando, de esta manera, visualizar, sintetizar y correlacionar diferentes variables de forma simple, permitiéndole al usuario una interacción más ágil y amigable para entender la realidad de su negocio.

La aplicación de este módulo en los sectores productivos, canales de distribución y prestación de servicios, se hace tangible cuando en un tablero de control se relacionan diferentes variables del negocio con el ámbito espacial y temporal, permitiendo trazabilidad y seguimiento para anticiparse a cambios que se den en procesos, cadena logística, consumidores, entre otros.



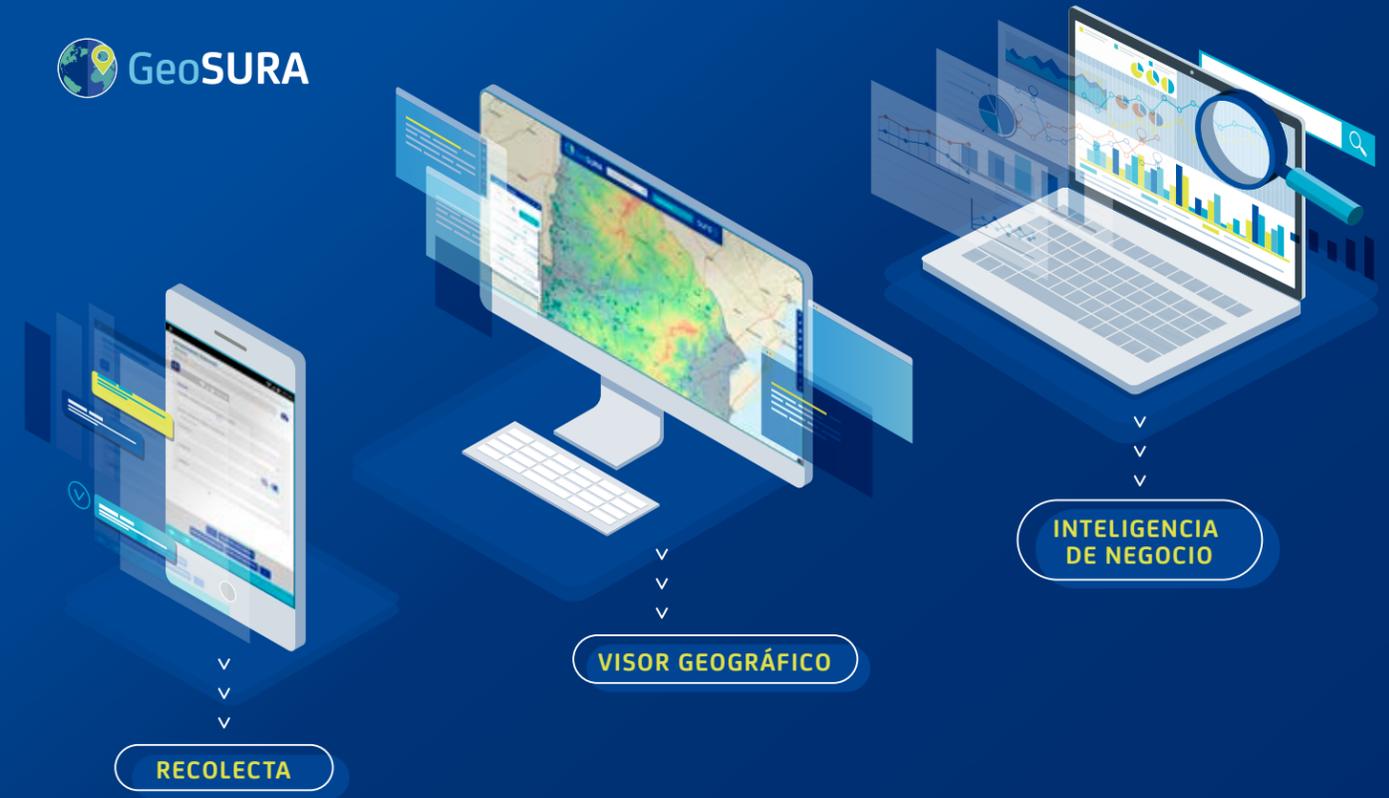
Ubicación de los puntos de venta y su distribución en la ciudad, clasificados por color según el tamaño de superficie.



Ingresos agregados por comuna proveniente de cada punto de venta.

Porcentaje de distribución de ventas por local comercial de la comuna con mayores ingresos.

Productos más vendidos para el local comercial seleccionado.



GeoSURA: un mundo de posibilidades a la interconexión

Hablar de GeoSURA es referirse a un ecosistema de aplicativos geográficos que permiten recolectar, integrar y consolidar todo tipo de información en una sola plataforma, poniendo a disposición del usuario funcionalidades de analítica y consultas geográficas, con el fin de apalancar y facilitar el desarrollo de las personas y empresas.

GeoSURA, al ser una plataforma flexible, permite conectar e integrar información de diferentes fuentes, facilitando su análisis y la toma de decisiones, teniendo todo al alcance del usuario para que con unos cuantos clics pueda interactuar, gestionar y hacer seguimiento de las variables o indicadores más relevantes de los negocios.

FUENTES

Jorge Santiago Victoria Domínguez

Ingeniero civil de la Universidad Nacional de Colombia. Ha trabajado con Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la compañía; actualmente hace parte del proyecto corporativo de información geográfica GeoSURA y apoya temas relacionados con SIG.

GeoSURA: un ecosistema por descubrir y explorar

A través de todo el ecosistema de GeoSURA se generan capacidades en las empresas de los diferentes sectores para gestionar sus riesgos, identificar señales y responder de forma oportuna a los requerimientos y exigencias actuales de los clientes, los cuales están cada vez más informados y buscan tener más conocimiento del “porqué” de las cosas. Adicionalmente, GeoSURA apoya la gestión de la información y el conocimiento al interior de las compañías, con el propósito de atender de forma dinámica, ágil y eficaz las oportunidades y cambios que se presentan en el entorno.

La plataforma brinda la posibilidad de sobrepasar los límites geográficos locales, que en muchos casos restringen una visión general del entorno, permitiendo tener disponible información específica, patrones de comportamiento y características del medio a nivel local, regional y global. Las megatendencias se evidencian en cualquier lugar del mundo. Tener una visión global de estas, conocer su origen, causas y efectos en las personas y empresas de diferentes sectores, y combinarlas con variables como indicadores macroeconómicos y de mercado, entorno regulatorio, riesgos de la naturaleza, entre otros, brinda una visión estructurada y holística que permite anticiparse con mayor información y criterio.

Victor Hugo Ángel Marulanda

Ingeniero de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional de Colombia, y especialista en gerencia de proyectos de la Escuela de Ingeniería de Antioquia. Trabaja en Suramericana desde 2010 y desde entonces se ha desempeñado en diferentes áreas de la compañía. Actualmente es el Director de Sistemas de Información Geográfica del área de Geociencias.

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 reconocidos mundialmente, en los temas de las interrelaciones de la naturaleza con los diferentes aspectos estratégicos de las empresas y la sociedad.

FUENTES INTERNAS

Claudia Victoria Gutierrez Mejía
Gerente de Transferencia Alternativa de Riesgos de Suramericana S.A.

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

María Fernanda Muñoz
Subgerente de Riesgos Agrícolas en Seguros SURA Argentina

Paula Ochoa Botero
Directora de mercados y soluciones de Suramericana S.A.

Equipo de Geociencias Suramericana S.A.

Ana María Cortés Zapata
Elizabeth Cardona Rendón
Esteban Herrera Estrada
Juan David Rendón Bedoya
Juan Pablo Restrepo Saldarriaga
Luisa Fernanda Vallejo Giraldo
Santiago Victoria Domínguez
Víctor Hugo Angel Marulanda
Victoria Luz González Pérez

DISEÑO Y EDICIÓN

Taller de Edición S.A.

Dirección
Adelaida del Corral Suescún

Edición
Óscar Correa Caicedo

Diseño
Verónica Sánchez Cuartas
Ana María Vargas Zapata

Imágenes
iStock, flaticon, Taller de Edición, Suramericana

Impresión
Litografía Francisco Jaramillo

FUENTES EXTERNAS

Carlos David Hoyos Ortiz
Ingeniero Civil y Magíster en Recursos Hidráulicos de la Universidad Nacional de Colombia; Magíster en Ciencias Oceánicas y Atmosféricas de University of Colorado y PhD en Ciencias de la Tierra y de la Atmósfera del

Georgia Institute of Technology. Actualmente es profesor de la Universidad Nacional de Colombia y Gerente del Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá - SIATA.

Gabriel R. Toro
Ingeniero civil de la Universidad Nacional de Colombia, M.Sc. y Ph.D. en Ingeniería Civil del Instituto Tecnológico de Massachusetts. Investigador reconocido por sus aportes en áreas como la sismología, ingeniería sísmica y ciencias atmosféricas. Actualmente trabaja para compañías del sector privado en Estados Unidos en estudios relacionados con Ciencias de la Tierra.

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.

Kevin B. Clahan
Licenciado en Ciencias de la Tierra de la Universidad de California y M.Sc. en Geología de la Universidad Estatal de San José. Ha trabajado en organizaciones públicas como el Servicio Geológico de California, CGS, y en diversas entidades privadas en la realización de estudios relacionados con la ingeniería geológica, geotecnia, estabilidad de taludes, hidrogeología, geofísica y otros. Ha realizado importantes publicaciones en áreas como la sismología y la ingeniería geológica.

Pablo Alberto Mercuri
Ingeniero en Producción Agropecuaria de la Universidad Católica Argentina, Msc en Aplicaciones Agrícolas de la Teledetección, y PhD en Ingeniería Agrícola y Biológica de la Universidad Purdue. Ha trabajado en varios proyectos de sistemas de información geográfica y de modelización física. Actualmente dirige el Centro de Investigación de Recursos Naturales del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina (INTA).





GONZALO ARIZA - Frailejones, s.f. (detalle) - Óleo sobre lienzo - Colección SURA

La obra de este artista colombiano, se crea a través de la representación de enormes y bellos paisajes, un reencuentro en el que gracias a las atmósferas y zonas climáticas que sabiamente representa y a los puntos de vista que plantea, produce una visión renovada del paisaje. Ariza recreó e intelectualizó el paisaje bajo premisas diversas a las que existían en el arte colombiano.

Este paisaje es una de las 900 obras de arte que hacen parte de la Colección SURA.

SURA siente el arte,
vive la cultura