

# IV

S E C C I Ó N

## Miradas sobre Centroamérica en el largo plazo





## CAPÍTULO

## 6

## MIRADAS SOBRE CENTROAMÉRICA EN EL LARGO PLAZO

## Análisis espacial de desastres en el largo plazo: aproximación sobre el riesgo a partir de variables seleccionadas

### HALLAZGOS RELEVANTES

- Las inundaciones y los deslizamientos son las amenazas más recurrentes, y constituyen el tipo de riesgo que más se materializa en desastres en Centroamérica y República Dominicana en el período 1950-2020; representan el 86% del total de los registros.
- Desde los años noventa, la cantidad anual de desastres registrados aumenta abruptamente en relación con el período 1950-1990, llegando al punto más alto en el año 2010, con 2.544 registros, y con una disminución posterior.
- Un 70,7% de todos los registros de desastres se encuentran por debajo de los 1.000 m s. n. m. En cierto grado, este porcentaje puede ser explicado por las altas concentraciones de población que existen por debajo de dicha altitud, aunque dos de las principales áreas metropolitanas de la región (Ciudad de Guatemala y San José) se ubican por encima de esa cota.
- Las sequías son más comunes en los meses de marzo y abril, mientras que los superávits de precipitación suelen suceder en octubre y noviembre. En paralelo, en la base de datos DesInventar<sup>2</sup> sobre desastres, se evidencia que un 54% de las sequías, inundaciones y deslizamientos ocurren en esos cuatro meses.
- Es muy habitual que en los mismos territorios se den condiciones opuestas, como déficit o exceso de precipitación.
- La mayoría de los territorios críticos por incidencia de los desastres coinciden con zonas de densidad de población media o alta (76 o más habitantes por km<sup>2</sup>), situación que se intensifica en las capitales y las ciudades más importantes.

### IMPORTANCIA DEL TEMA

El estudio aquí presentado aprovecha bases de datos internacionales sobre desastres con información del período 1950-2020, lo que permite obtener un panorama espacial y temporal de su incidencia, según el conjunto más recurrente de amenazas registradas en la región centroamericana y República Dominicana. Además, aporta un análisis sobre fenómenos como inundaciones, deslizamientos y sequías asociados con algún grado de daño y pérdida para un largo período y con una delimitación espacial sobre los puntos de mayor recurrencia (territorios críticos).

El análisis relaciona los niveles de incidencia de desastres con un conjunto seleccionado de variables (precipitación, relieve, población y tipo de uso del suelo), para una aproximación territorial sobre los escenarios multiamenaza de la región.

Finalmente, se plantean retos de investigación futura, que con base en la identificación espacial de territorios críticos, profundicen en las amenazas (naturales, socionaturales, tecnológicas, bióticas, antropogénicas y otras) y la construcción social de riesgos, para ayudar en la elaboración de políticas de prevención y reducción de la vulnerabilidad y exposición de la población al riesgo de desastre.

## RECONOCIMIENTOS

**Insumos:** *Dinámicas territoriales del clima y los desastres en Centroamérica (1950-2019)*; investigación elaborada por Rudy Muñoz Jiménez.

Se agradece el acompañamiento técnico de Vladimir González para la realización de este estudio.

**Coordinación:** Alberto Mora Román.

**Borrador del capítulo:**  
Leonardo Merino Trejos.

**Edición técnica:**  
Alberto Mora Román y Leonardo Merino Trejos.

**Revisión y corrección de cifras:**  
Sebastián González.

**Lectores críticos:** El borrador del estudio que sirvió de insumo para este capítulo fue revisado y comentado por Alice Brenes, Karen Chacón, Luis Rolando Durán, Pascal Giro, Allan Lavell, Vladimir González, Leonardo Merino, Alberto Mora y Rudy Muñoz (Costa Rica) y Eduardo Vélez (Guatemala).

**Corrección de estilo y edición de textos:**  
Juan Bejarano.

**Diseño y diagramación:**  
Erick Valdelomar/Insignia Ng.

## /// MIRADAS SOBRE CENTROAMÉRICA EN EL LARGO PLAZO ///

# Resumen

Este capítulo presenta un ejercicio de análisis espacial sobre la incidencia de los desastres en la región centroamericana desde 1950 y estudia su relación con variables seleccionadas desde las perspectivas física, demográfica y territorial. Se muestra un panorama general de ocurrencia de desastres, y además se identifican territorios críticos<sup>1</sup> en los cuales hay recurrencia de eventos y se reportan algunas de las condiciones de vulnerabilidad propias del territorio y de la población.

El estudio encuentra un importante traslape entre la incidencia de desastres y las metrópolis de los países, en las cuales la concentración de habitantes combinada con las amenazas físicas favorecen la recurrencia de desastres, en especial los relacionados con riesgos de tipo hidrometeorológico. También se destacan algunas zonas costeras, en las cuales se denota una gran vulnerabilidad frente a estos fenómenos. La investigación refuerza la necesidad de conocer a fondo

el proceso de la construcción del riesgo, junto a las condiciones físicas y naturales de las amenazas con que conviven Centroamérica y República Dominicana. Además, evidencia importantes limitaciones y diferencias de registro de la información entre los países, que debilitan el estudio comparado. En suma, sin ser un abordaje integrado sobre el riesgo de desastres, este ejercicio presenta una aproximación espacial sobre el escenario multiamenaza de la región.



## 6

## / Análisis espacial de desastres en el largo plazo: aproximación sobre el riesgo a partir de variables seleccionadas

INDICE		Introducción
Introducción	239	<p>Centroamérica y República Dominicana registran una intensa ocurrencia de desastres a lo largo del tiempo, fruto de una compleja combinación de amenazas naturales, siconaturales, tecnológicas y antropogénicas, propias de la zona en la que se ubican.</p>
Antecedentes	241	
Metodología y fuentes de información	242	
Principales hallazgos	244	
Panorama general del registro de desastres en Centroamérica y República Dominicana	244	<p>A esto se unen otros factores de riesgo, derivados de la exposición y vulnerabilidad de su población, impulsadas por elementos socioeconómicos de pobreza, exclusión social, ausencia de ordenamiento territorial y planificación, así como limitaciones de infraestructura pública y de vivienda, con profundas debilidades en la gestión y prevención de riesgos. Pese a innegables avances normativos y conceptuales en la mayoría de los países, en estas circunstancias, Centroamérica y República Dominicana comparten la existencia de escenarios multiamenazas.</p> <p>La región posee un conjunto de características geofísicas, la confluencia de varias placas tectónicas importantes, múltiples sistemas de fallas locales y una bipolaridad climática<sup>3</sup> que generan la aparición de fenómenos físicos: terremotos, erupciones volcánicas, sequías e inundaciones, todos ellos eventos generadores de desastres (Lavell, 1993). A ello se suman factores antrópicos que aumentan la incidencia de amenazas siconaturales y la vulnerabilidad, como la deforestación extensiva, la destrucción de cuencas hidrográficas y altos niveles de degradación ambiental general.</p> <p>Por otro lado, la situación socioeconómica de la región genera una exposición creciente de poblaciones a esos fenóme-</p>
Implicaciones: oportunidades y desafíos	263	
		<p>nos. Tal como lo plantea el capítulo 4 de este Informe, a inicios del año 2021, seis de cada diez habitantes de la región afirmaban tener dificultades socioeconómicas y que no tienen suficientes ingresos para vivir. Esta situación, unida a los persistentes y elevados niveles de pobreza, restringe el acceso a los bienes y servicios básicos para su desarrollo integral, limita la calidad de la vivienda y la inversión en reducción de riesgos, y favorece que las amenazas se tornen en desastres con especial efecto sobre este tipo de personas y hogares. Como se analizó en el <i>Quinto Informe Estado de la Región</i> (PEN, 2016), a ello se suma un crecimiento urbano poco planificado o sin criterios de sostenibilidad y riesgo establecidos con claridad.</p> <p>Sin duda, es difícil analizar el tema con visión de conjunto y de forma comparada para toda la región. En efecto, los registros sobre los eventos de desastre no siempre son comparables entre los países debido a diferencias en las definiciones y la calidad de la información obtenida, lo que limita el alcance del análisis. Cada base sobre este tema utiliza elementos teóricos y metodológicos distintos, así como criterios de captura diferenciados. Algunas fuentes prestan atención a tipos de eventos muy concretos, en especial los</p>

más destacados, y ofrecen algunas pistas generales sobre los demás.

De acuerdo con la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR, por su sigla en inglés), desde 1950 hasta 2014, Centroamérica y República Dominicana habían experimentado al menos 350 desastres regionales, es decir, aquellos en que tres o más naciones se vieron muy afectadas por el mismo evento (UNDRR, 2014). Según dicha fuente, en promedio, cada año cinco eventos de esta escala afectan a la región. Si a esto se suman los acontecimientos locales que causan efectos negativos en poblaciones más pequeñas a menor nivel territorial (no necesariamente con menores pérdidas o impactos), se visualiza la alta vulnerabilidad presente en estos países.

Este capítulo utiliza dos fuentes particulares sobre desastres, que se detallan en el apartado metodológico. Sin embargo, por las diferencias en el registro de datos, los resultados aquí presentados deben tomarse con precaución. En primer lugar, los datos reflejan una imagen de lo que el registro más detallado disponible permite, pero ello no quiere decir que siempre se puedan establecer comparaciones en la cantidad y magnitud de los eventos entre países o la combinación de factores que inciden en ellos. Lo que sí permiten estas fuentes es una visión espacial sobre el peso que tienen en el territorio las amenazas más recurrentes, y cómo se relaciona esto con algunas de las variables seleccionadas para el análisis.

En segundo lugar, no es parte de los alcances de este capítulo profundizar en todos los elementos que conforman la construcción social de riesgo en Centroamérica y República Dominicana. Se trata de una aproximación exploratoria sobre la relación entre la ocurrencia de eventos de desastre y aspectos concretos del territorio y de la población, que permiten una base para profundizar en el futuro, ampliando la consideración de las condiciones y medios de vida de las personas. La presente investigación no desconoce la existencia de factores complejos que construyen el riesgo y la vulnerabilidad, sino que se concentra en el análisis espacial ilustrativo, para dar

pistas sobre las características de los territorios en los que se materializa el riesgo y se registra un desastre.

Para la consideración de su vínculo con la incidencia de los desastres, el estudio aborda cuatro variables: precipitación, relieve/altitud, población y uso del suelo. Dicha selección permite observar la relación con la recurrencia de varios tipos de desastres, y responde a dos criterios: a) la disponibilidad de series de datos de largo plazo desagregadas a nivel municipal para los países analizados y b) su rol como ejemplos relevantes sobre condiciones que generan vulnerabilidad en tres áreas: i) factores físicos relacionados con la amenaza (precipitación, relieve y altitud); ii) elementos de exposición (población, crecimiento y densidad) y iii) procesos de uso del suelo (que implican a la vez exposición y vulnerabilidad). Se trata por tanto de variables ilustrativas, para realizar una aproximación general con visión espacial, y no para formular una valoración integrada del riesgo de desastre en la región.

Debe entenderse que estas variables no abarcan todos los elementos posibles de análisis y, sobre todo, que será relevante en el futuro profundizar en aspectos de la construcción social del riesgo a partir de otras fuentes de información complementarias y algún trabajo de campo en los territorios, que no se incluyen en este ejercicio. Como plantea el Informe de evaluación regional sobre el riesgo de desastres en América Latina y el Caribe, “se registran avances en la disponibilidad de información sobre riesgos y desastres, pero aún es insuficiente. Resulta necesario mejorar la calidad de los datos, así como actualizar y ampliar la cobertura de países para tener una mayor comprensión de las tendencias en las manifestaciones de los riesgos y el impacto de los desastres” (UNDRR, 2021). Similar señalamiento plantea el Banco Mundial (2019), en torno a que “...hay una gran necesidad, pero también una oportunidad sobre la base de las iniciativas y colaboración existentes, de fortalecer la provisión de información hidrometeorológica y climática para la gestión efectiva de reducción de desastres y apoyo a los diferentes sectores productivos, así como

las capacidades disponibles de análisis y pronóstico tanto en los niveles nacionales como regional en Centroamérica”.

En suma, este capítulo es un ejercicio de análisis espacial sobre la incidencia de los desastres y de identificación de amenazas, a partir de registros de un largo período y del estudio de la relación con variables seleccionadas. Abarca la región que comprende Centroamérica (Belice, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá), grupo de países al que en esta edición se incorpora República Dominicana. Sobre este último caso, no siempre ha sido posible obtener la información necesaria para algunos apartados del capítulo. El período de análisis abarca del año 1950 al 2020, gracias a la disponibilidad de datos climáticos, poblacionales y de uso de suelo que cubren de manera eficiente, tanto espacial como temporalmente, el área de interés.

La cuestión central de la investigación consiste en indagar cuál es la distribución espacial de los desastres registrados en la región durante el período 1950-2020, y su vínculo con variables seleccionadas sobre el contexto físico, demográfico y territorial. Para responder esta pregunta se realizaron los siguientes aportes:

- Se identificaron y caracterizaron territorios críticos en los que se concentran los desastres registrados en la región por las bases de datos utilizadas, en especial los asociados con los fenómenos hidrometeorológicos de mayor recurrencia, como se define más adelante.
- Se determinó en qué medida los territorios con alta incidencia de desastres coinciden con aumentos en la densidad de población<sup>4</sup>.
- Se analizó la incidencia de desastres según la altitud y relieve de los territorios.
- Se analizó la incidencia de desastres y cambios en el uso del suelo<sup>5</sup> durante el período de estudio.

El capítulo está organizado en cuatro

secciones principales. Primero se plantean los antecedentes, repasando algunos estudios que se han realizado en el marco de los informes regionales sobre desarrollo humano en materia de riesgo y desastres, así como algunos usos que se han hecho, fuera de ese contexto, de las bases de datos que alimentan la investigación. Posteriormente se expone con brevedad la metodología, con detalles de interés sobre los procedimientos seguidos, las fuentes y las limitaciones. En tercer lugar, se desarrollan los principales hallazgos de la investigación, con un panorama general sobre los desastres en la región, la identificación de territorios críticos y el desglose de las relaciones entre estos y un conjunto de variables de interés, como precipitación, relieve, población y uso del suelo. Para finalizar, se presentan unas breves implicaciones, oportunidades y desafíos que derivan del estudio.

## Antecedentes

En los últimos treinta años, Centroamérica ha sido objeto de múltiples estudios de gestión del riesgo de desastres desde diferentes ópticas, a lo cual ayudó además la creación del Cepredenac en 1987 (UNDRR, 2014) o de La Red en los años noventa. Existe una amplia literatura en materia de riesgo y desastres para la región, imposible de reportar acá. No obstante, para efectos del estudio que se presenta, se comentan algunos antecedentes de cómo se ha tratado el tema en los Informes regionales previos a esta edición, así como otros trabajos que han utilizado las principales fuentes de información aquí aprovechadas.

En 1999, el *Primer Informe Estado de la Región* incorporó un capítulo sobre el desafío del agua en Centroamérica, en el que se alertaba que “el estilo de desarrollo socioeconómico de la región no toma en cuenta cómo se reducen la disponibilidad de agua y su capacidad de renovarse como recurso natural, [...] [de tal manera que] la degradación y pérdida del recurso hídrico en Centroamérica comienza a limitar la calidad de vida de la población y hasta las opciones para el desarrollo futuro del istmo”.

Ese mismo capítulo también observaba que durante las décadas de los ochenta y noventa en muchos lugares de Centroamérica la vida de los ríos se había reducido a la temporada de lluvias, dejando amplios territorios rurales sin fuentes de agua cercanas durante casi medio año (Proyecto Estado de la Nación, 1999).

En el citado Informe también se analizó en profundidad el tema de la gestión de riesgo y la vulnerabilidad, estudiando la incidencia de desastres durante el período 1970-1991. Se llamó la atención sobre la importancia de abordar este tema desde una perspectiva regional y encarar los factores que magnifican o intensifican los efectos de un desastre. Todo ello, mediante la aplicación de instrumentos de ordenamiento territorial, la educación ambiental y el cumplimiento de normas ambientales en los procesos asociados a la construcción de infraestructura y crecimiento urbano (Proyecto Estado de la Nación, 1999).

Como insumo para el *Segundo Informe sobre Desarrollo Humano en Centroamérica y Panamá*, publicado en 2003, se elaboraron diversas investigaciones relacionadas con desastres y la gestión del riesgo y la vulnerabilidad: i) “La gestión ambiental urbana y los esfuerzos en materia de gestión del riesgo en áreas metropolitanas”, preparada por Mario Lungo; ii) “La gestión local del riesgo y las experiencias de alerta temprana en Centroamérica”, elaborada por Luis Rolando Durán; iii) “Estudio sobre riesgos y desastres en Centroamérica: incidencia, consecuencias y aspectos de la intervención social”, de Allan Lavell; y iv) “Riesgos y desastres en Centroamérica: evolución reciente de políticas y acciones”, de Luis Romano. En esa ocasión, el Informe planteó que, si bien el discurso sobre la gestión del riesgo y la gestión ambiental se modificó con rapidez después de la experiencia vivida por el huracán Mitch, las prácticas y las instituciones lo han hecho más lentamente. Pese a que se documenta un aumento en los esfuerzos de coordinación regional en materia de prevención y mitigación de desastres y gestión del riesgo, muchos de ellos se han realizado con la premura impuesta por la emergencia, sin crear las

condiciones de sostenibilidad ambiental y social necesarias.

Uno de los factores que se identifica como determinante de los crecientes niveles de riesgo y vulnerabilidad de la región es el crecimiento desordenado de las zonas urbanas, sobre todo en las áreas metropolitanas principales y que, en general, implica una concatenación de crecientes amenazas físicas y poblaciones vulnerables dado que los asentamientos precarios a menudo coinciden con las zonas de mayor amenaza de inundaciones, deslizamientos y derrumbes en las ciudades (PEN, 2003).

Centroamérica es señalada como una de las regiones más vulnerables del mundo a sufrir los impactos del cambio climático, lo que agudiza los altos niveles de riesgo a desastres que ha tenido históricamente. En el capítulo sobre cambio climático del *Cuarto Informe Estado de la Región* (PEN, 2011), se alerta sobre los impactos de una creciente cantidad de desastres que han afectado al Istmo durante el período 1980-2000 y los efectos que el cambio climático está provocando en la agricultura y la producción de energía.

Lavell y Lavell utilizaron la base de datos DesInventar para realizar una caracterización de los desastres ocurridos hasta 2009, en el *Informe técnico sobre desastres en la región: 1999-2009*, realizado para el *Cuarto Informe Estado de la Región* en 2010. Esta investigación dio como resultado una modelación de los perfiles de los desastres en Centroamérica, concluyendo que los eventos hidrometeorológicos se duplicaron en el período 1990-2008.

Siguiendo la misma línea, Girot y Brenes (2018), analizaron la evolución de los registros de la base de datos DesInventar para Costa Rica, enfatizando de forma relacionada la inclusión de la gestión del riesgo en las políticas públicas. El principal punto concluido indica que debido a los factores antropogénicos asociados a los desastres, la participación ciudadana en políticas de adaptación es un elemento ausente y necesario en las políticas de gestión del riesgo. En ese sentido, el Programa Estado de la Nación ha profundizado en el caso de ese país,

estudiando la construcción social del riesgo y la institucionalidad encargada de la gestión.

Además de las publicaciones elaboradas por el PEN, el primer estudio que describió a profundidad la base de datos DesInventar fue “El daño y la evaluación ambiental en América Central: Una propuesta metodológica tomando como caso de estudio a Costa Rica” en 1999. En él, se expusieron las fortalezas y las debilidades de la misma, pero no se puso en práctica.

En el año 2009 se realizó una investigación impulsada por la Flasco para DARA que construyó un “Índice de condiciones y capacidades para la reducción del riesgo de desastre”, que incluyó completa o parcialmente en once países de Centroamérica y el Caribe, con un componente nacional y otro subnacional, formado con una metodología basada en una encuesta local con un análisis que integra métodos cuantitativos y cualitativos.

Por último, el artículo “Fuentes estadísticas para el estudio de la gestión del riesgo de desastres en Centroamérica. La base de datos DesInventar y sus aportes para la investigación histórica” analiza la distribución de los datos y el proceso de descarga, concluyendo que si bien esta base de datos tiene discontinuidades temporales y espaciales importantes, es el esfuerzo regional más completo disponible.

En cuanto a la base de datos Numerosa (que se describe más adelante), ha sido utilizada en cuatro investigaciones. La primera de ellas fue el estudio “Vulnerabilidad de las comunidades rurales frente a la sequía en Centroamérica: Matagalpa, Nicaragua y Choluteca, Honduras”, donde se evaluaron los impactos de la sequía en regiones de alta vulnerabilidad. Muñoz utilizó esta base de datos para identificar los efectos de la sequía en el sector turismo de la región centroamericana, en el estudio “La sequía meteorológica provocada por El Niño y algunos de sus efectos en el sector turismo. Centroamérica, 1950-2014”, mientras que Muñoz et al. utilizaron dicha base para identificar las tendencias del comportamiento espacial

de este fenómeno en Centroamérica, en el artículo *Spatial and temporal patterns, trends and teleconnection of cumulative rainfall deficits across Central America*. Por último, Quesada et al. (2020) utilizaron esta base de datos para identificar impactos socioproductivos en el Pacífico de Costa Rica.

En el caso del catálogo del CCP, este ha sido plenamente usado por investigadores desde hace bastantes años. Existe un trabajo que reúne los aportes académicos que este instituto y sus distintas herramientas han posibilitado, cuyo nombre es “Estadística elemental para Ciencias Sociales”. Dicho compilado muestra la importancia que este instituto ha tenido para realizar cientos de investigaciones en diversos campos de las ciencias sociales.

Como se puede ver, las bases aquí utilizadas se han aprovechado para diversos estudios publicados más allá de este Informe, y han mostrado su valor como fuentes para el análisis de la incidencia de desastres en la región, lo cual se amplía en este capítulo con el abordaje de algunas variables asociadas a la información que contienen esas fuentes.

## Metodología y fuentes de información

La presente investigación se divide en tres fases, que buscan construir una lectura sobre la relación entre algunas variables físicas y sociales con la incidencia de desastres en Centroamérica y República Dominicana. A continuación se describen esos pasos y los aspectos metodológicos implicados.

### Fase I. Análisis de base de datos DesInventar

Los datos sobre desastres utilizados en esta investigación provienen del Proyecto DesInventar (DesInventar.net). Creado por La Red en 1994, fue expandido por EIRD-UNDRR en muchos países y utilizado en los Informes de Evaluación Global (GAR, por su sigla en inglés) de 2009 a 2017 y disponible en DesInventar.net. Posteriormente fue aceptado por la Unión Europea como base oficial y en la actualidad se encuen-

tra en un proceso de transición importante. Se trata de una base de datos gratuita y en línea, con el objetivo de hacer pública la información sobre desastres en el contexto del Marco de Sendai.

Con dicha base, para el proceso de descarga y tabulación de los datos se escogen las naciones de las que se desee descargar información (existen 84 países disponibles), junto con algunos elementos adicionales adjuntos que se desee obtener. Para la presente investigación se descargó el tipo de evento, el nombre y código de la unidad geográfica<sup>6</sup> y la fecha en que sucedió. El resultado de este proceso es un archivo de Excel (xls) por cada país en estudio. Una vez que los ocho archivos (uno por cada país) fueron descargados, se unen en un solo archivo y se aplica un filtro de consistencia que incluye un estudio visual y estadístico, con el objetivo de valorar la calidad de dichos datos.

Para poder aplicar los análisis espaciales, se asocia la información descargada con un archivo Shapefile (shp), lo cual permite su tratamiento en un sistema de información geográfica (SIG). Lo anterior se realiza por medio de la herramienta Join, utilizando los códigos de cada unidad geográfica.

Una vez que los datos están asociados al territorio correspondiente, se aplica un análisis espaciotemporal que incluye la elaboración de cuadros, gráficos (distribución por país y por tipo de evento, distribución temporal), mapas (distribución espacial general y por tipo de eventos) y sus correspondientes comentarios; para ello se utiliza el *software* ArcGIS 10.8.

Para establecer las categorías de los mapas de distribución espacial, se emplea el método de quiebres naturales de Jenks, que compara la suma de las desviaciones cuadradas entre clases con la media de la serie de datos.

### Fase II. Identificación de territorios críticos

Con el objetivo de especificar el estudio, se determinan los territorios críticos (o puntos calientes) de los tres tipos de desastres más comunes, asociados con inundaciones, deslizamientos y sequías. En el contexto del análisis espacial, un

territorio crítico es una zona estadísticamente significativa de alta incidencia de determinada variable (Hernández, 2009). Para determinar este tipo de territorios se aplican tres herramientas, que se explican a continuación.

**1. Índice de Moran global:** Mide la autocorrelación de un conjunto de entidades espaciales y un atributo asociado a ellas, basado en sus ubicaciones y valores de manera simultánea. Evalúa si el patrón expresado está agrupado, disperso o si es aleatorio y es calculado por medio de la herramienta Spatial Autocorrelation del software ArcGIS 10.8.

Los resultados del análisis se interpretan en el contexto de una hipótesis nula. En este caso, la hipótesis nula establece que el atributo que se analiza está distribuido de forma aleatoria entre las entidades del área de estudio (ArcGIS, 2020). Si el valor del I de Moran es positivo, indica que existe una tendencia hacia la agrupación espacial de los datos; por el contrario, si el valor es negativo, se puede inferir una tendencia hacia la dispersión de los datos. Entre más alejado de cero esté el valor, más intensa es la agrupación o dispersión, según corresponda.

**2. G general de Getis-Ord:** En caso de que el I de Moran sea positivo, esta herramienta identifica si los clústeres espaciales corresponden a valores altos o bajos. Si es positivo, las agrupaciones corresponden a valores altos de la variable, mientras que si es negativo, las agrupaciones son de valores bajos. Su cálculo se realiza por medio de la herramienta High/Low Clustering de ArcGIS 10.8.

**3. Índice de Moran local:** Calcula el I de Moran para cada unidad geográfica en estudio, de manera que se obtiene un nuevo archivo en formato Shapefile (shp) con los territorios de mayor incidencia de cada tipo de evento. Para su cálculo se utiliza la herramienta Cluster and Outlier Analysis.

El resultado de esta fase son tres mapas que muestran los territorios críticos para los tres tipos de desastres más comunes. Como complemento, se identifican los territorios multiamenaza, es decir, aquellos donde coinciden más de uno de los tipos de desastres a la vez según esta modalidad de análisis.

### Fase III. Análisis de otras variables

Se estudiaron las siguientes variables:

**Altitud.** Para analizar la altitud de cada país de la región centroamericana y de República Dominicana, se utiliza un Modelo de Elevación Digital descargado del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS, por su sigla en inglés). A partir de esta información se calcula la distribución de la altitud de los territorios críticos según rangos de altitud cada 1.000 m s. n. m.

**Población.** La información de población por unidad geográfica fue obtenida del catálogo del CCP, que consta de aproximadamente sesenta censos y estadísticas vitales en formato pdf de los países de la región. Una vez que estos documentos fueron descargados, se inició el proceso de digitalización de la información en un archivo shp, lo cual permite su análisis en un SIG. Tras digitalizar los datos, se calculó el porcentaje de crecimiento poblacional interdecadal y la densidad de población a nivel regional y en lo referido a territorios críticos, para después cruzar esta información con la base de datos DesInventar. Los rangos utilizados en la densidad de población se basaron en el trabajo de Granados (1986).

**Precipitación.** Para el análisis de la precipitación se utiliza, principalmente, la base de datos Numerosa y como complemento, un producto global. Este último se refiere a una fuente de información meteorológica en línea, que tiene una cobertura espacial y una temporalidad específicas, según su origen. Numerosa se constituyó en 2004 y contiene información climatológica de veintiún países de América Latina. La versión utilizada para esta investigación posee 133 estacio-

nes con datos de precipitación promedio mensual. Para aproximar los valores de los registros faltantes y así llenar los vacíos de información meteorológica de Numerosa, se utiliza la base de datos de precipitación y temperatura de la Universidad de Delaware, proveniente de interpolaciones realizadas a partir de estaciones de la Red Mundial de Clima Histórico (Willmott y Matsuura, 2001). Esta base de datos cubre todo el mundo con una resolución de 0,5° y sus registros empiezan en el año 1949. Esta fuente fue descargada de la página oficial del Earth System Research Laboratory.

Una vez que ambas bases de datos están homogeneizadas, se procede a calcular el índice estandarizado de precipitación (SPI, por su sigla en inglés), que fue desarrollado para monitorear sequías, ya que permite determinar la intensidad de un evento en estaciones con información histórica de precipitación. Posee la ventaja de tomar en cuenta el promedio de precipitación de cada estación, por lo que los resultados de estaciones en distintas zonas geográficas son comparables entre sí. Matemáticamente, se define como la división entre la precipitación total de un determinado período menos la media aritmética y la desviación típica; a continuación se muestra su ecuación, donde  $P$  es la precipitación total,  $\bar{\mu}$  la media aritmética y  $\sigma$  la desviación típica.

---

### ECUACIÓN DEL SPI

$$SPI = \frac{\sum P - \bar{\mu}}{\sigma}$$

Fuente: Muñoz, 2019.

---

Para el cálculo del SPI se utilizó el editor de programado de R, que por medio del paquete SPEI genera una matriz con los valores mensuales del índice por estación meteorológica, normalizando la escala de colores bajo los valores mostrados en la figura 6.1.

Según la OMM (2016), los SPI entre -0,5 y 0,5 representan los valores neutros de cualquier serie de precipitación anali-

Figura 6.1

### Rango de SPI según color en la cartografía

Color	Rango de SPI 12
	-6 a -4
	-4 a -2
	-2 a -0,5
	-0,5 a 0,5
	0,5 a 2
	2 a 3
	3 a 4

Fuente: Muñoz, 2019.

zada. Para establecer el resto de rangos se toman en cuenta los valores extremos de la base de datos, en este caso -5,416 y 3,358. Así, se establecen tres rangos proporcionales hacia cada uno de los valores extremos; entre más bajo sea el valor de SPI, mayor es el déficit de precipitación.

Tallaksen (2004) definió un nombre para cada uno de los rangos de SPI: de 3 a 4 se refiere a un superávit de precipitación extremo; de 2 a 3 muy severo; de 0,5 a 2 severo y de -0,5 a 0,5 se refiere a los valores neutros. Al contrario, de -0,5 a -2 se considera un déficit de precipitación severo, de -2 a -4 muy severo y de -4 a -6 extremo.

Una vez que el SPI hay sido calculado para todas las estaciones de la base de datos Numerosa, se aplica una interpolación espacial para toda la zona de estudio con el fin de determinar la relación entre estos valores y la ocurrencia de sequías en la región. Por último, se cuantifica dicha relación por medio del índice  $r$  de Spearman, que es una medida de correlación entre dos variables aleatorias continuas (Hernández, 2009). En su ecuación,

$D$  es la diferencia entre los rangos  $X$  e  $Y$ , y  $N$  es el número de datos.

**Uso de suelo.** Con el objetivo de obtener el uso de suelo se siguen tres pasos. El primero es descargar las cuatro imágenes satelitales Landsat que cubren toda la región para los años 1990, 2000, 2010 y 2018. Para esto se utiliza el Earth Resources Observation and Science (EROS) Center del USGS. Una vez que las imágenes están descargadas, se procede a crear cuatro mosaicos (uno por cada año) y georreferenciar los mismos utilizando la herramienta Georeferencing, del *software* ArcGIS 10.8. Para el proceso de categorización de cada píxel, se utiliza el método de clasificación supervisada, con las herramientas Create Signatures y Maximum Likelihood. Las categorías fueron escogidas con base en el estudio "Mapa Centroamericano de cobertura y uso de la tierra. Cambios de cobertura y uso de la tierra 1980-1990-2000-2010" (Cathalac, 2010).

### Algunas limitaciones metodológicas

A excepción de la contenida en Numerosa, toda la información necesaria para realizar esta investigación es de libre acceso. Las bases de datos utilizadas se pueden dividir en dos grupos: i) DesInventar, que no está disponible para todo el territorio bajo estudio, y ii) Numerosa y la base de datos de población construida con la información del CCP-UCR, disponibles para toda la región.

Aunque estas bases (en especial DesInventar) constituyen la mejor aproximación disponible sobre la distribución de desastres a nivel mundial (Zúñiga, 2019), cabe resaltar una importante diferencia en la cantidad de registros por país en Centroamérica y

República Dominicana debido a que no existe una misma fuente o entidad encargada de la captura de datos. Por ejemplo, en materia de desastres, Costa Rica acapara poco menos de la mitad de todos los eventos de la región, lo cual, como se deriva del análisis presentado más adelante, no siempre refleja la realidad, pues esa consideración está condicionada por la capacidad del sistema para la captura y el registro de los datos. Todo ello determina que no es conveniente sacar conclusiones comparadas, sino aprovechar la base para caracterizar a cada país, o a la región en su conjunto.

### Principales hallazgos

#### Panorama general del registro de desastres en Centroamérica y República Dominicana

Esta sección resume los resultados del análisis espacial sobre la incidencia de los desastres, según los datos registrados en las fuentes utilizadas. Tal como se advirtió en el apartado metodológico, la fuente central es DesInventar, que se levanta en cada país. Debido a las importantes diferencias en la cantidad de registros y algunas inconsistencias tanto temporales como espaciales, no se toman sus datos para una lectura comparada de la incidencia de desastres entre las naciones. Sin embargo, sí permite un acercamiento a las características generales y a la distribución de desastres y su relación con las variables estudiadas.

#### Distribución espacial y temporal según la base DesInventar

Como panorama general, para el período 1950-2020 un 45% de los registros de DesInventar corresponden a Costa Rica, seguido de lejos en cantidad de reportes por El Salvador (14,7%), Honduras (14,1%) y Guatemala (12,7%), y Panamá, Nicaragua, República Dominicana y Belice, con menos del 10% cada uno (Muñoz, 2021, con base en DesInventar, 2020). Según Zúñiga et al. (2019), esta heterogénea distribución de los registros se debe a distintos niveles de eficiencia en la recolección de datos sobre desastres en los diferentes territorios de la región, y en muchos casos ha dependido de la

### ECUACIÓN DEL COEFICIENTE D CORRELACIÓN R DE SPEARMAN

$$r = 1 - \frac{6 \sum D^2}{N(N^2 - 1)}$$

Fuente: Muñoz, 2019.

## Cuadro 6.1

## Cantidad de desastres registrados en DesInventar, según país y tipo. 1950 – 2020

País	Tipo de evento							Total
	Inundación	Deslizamiento	Sequía	Terremoto	Aluvión	Erupción volcánica	Tornado	
Costa Rica	8.699	3.901	439	374	251	45	1	13.710
El Salvador	2.192	1.162	195	608	177	148	1	4.483
Honduras	2.655	679	700	209	40	1	6	4.290
Guatemala	1.554	1.627	26	239	361	68	3	3.878
Panamá	1.903	625	15	72	1	0	9	2.625
Nicaragua	467	47	112	14	83	8	28	759
República Dominicana	464	34	160	16	12	0	0	686
Belice	29	0	0	1	0	1	0	31
<b>Total</b>	<b>17.963</b>	<b>8.075</b>	<b>1.647</b>	<b>1.533</b>	<b>925</b>	<b>271</b>	<b>48</b>	<b>30.462</b>

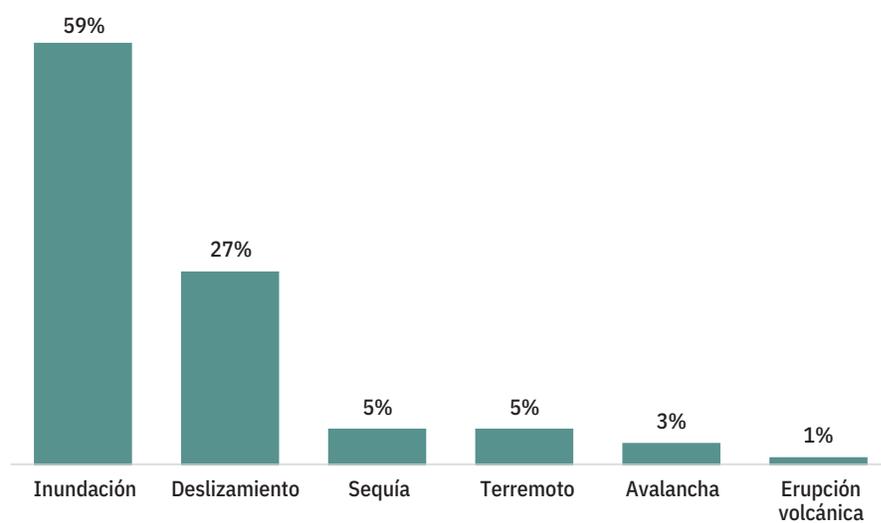
Fuente: Muñoz, 2021 con base en DesInventar, 2020.

voluntad de entidades o incluso de investigadores individuales que han impulsado este registro en países concretos. En el cuadro 6.1 se muestra la clasificación de esta base de datos según país y tipo de desastre.

Esta fuente evidencia el enorme peso de los desastres hidrometeorológicos en la región centroamericana y República Dominicana (gráfico 6.1). Las inundaciones y los deslizamientos abarcan el 85,4% de los registros (unos 26.000 casos para el período 1950-2020). Se trata de eventos que afectan a viviendas en zonas de ladera o a orillas de los ríos y también cultivos susceptibles a inundaciones que son golpeados en ocasiones por recurrentes situaciones de lluvias fuertes y no solo por eventos extremos. Esto último evidencia la noción de un impacto de los llamados "desastres extensivos", denominación acuñada por Lavell (2005) y derivada de una consideración de lo que se llamaba previamente "desastres pequeños y medianos" al iniciar el proceso de Desinventar por La Red casi treinta años, y difundido por los GAR de Naciones Unidas entre 2009 y 2019.

Estos desastres extensivos, con menor fuerza del fenómeno en cada caso, generan pequeñas pero constantes afectaciones sobre la población, medios de vida e infraestructura. Por su parte, las sequías y los terremotos abarcan un 5% de los registros cada uno. El resto está conformado por avalanchas<sup>7</sup>, erupciones

## Gráfico 6.1

Distribución de los desastres registrados en DesInventar para Centroamérica y República Dominicana, según tipo de evento<sup>a/</sup>.1950-2020

a/ Se excluyen tornados y aluviones, con porcentajes menores al 1% en cada caso.

Fuente: Muñoz, 2021 con base en DesInventar, 2020.

volcánicas, tornados y aluviones. Según el cuadro 6.1, es notorio que el comportamiento es similar para cada uno de los países, con algunos matices. En todos, los eventos hidrometeorológicos dominan y la distribución del resto de tipos es similar, con excepción de Guatemala y El Salvador, en los cuales hay más casos registrados de terremotos que de sequías.

Una riqueza de la base utilizada es la disponibilidad de obtener información a largo plazo. Si se observa solamente el comportamiento del conjunto de los datos, eso permite, tomando en cuenta posibles subregistros en períodos anteriores, identificar algunas tendencias regionales. El gráfico 6.3 presenta la distribución temporal de los registros de la base

de datos DesInventar en Centroamérica durante el período de estudio.

Una primera fase se desarrolla entre los años 1950 y 1970, caracterizada por una frecuencia de desastres registrados muy baja, en comparación al resto de la serie temporal (en promedio, cincuenta desastres por año). En esta etapa, los registros pertenecen sobre todo a El Salvador y Panamá (gráfico 6.2). La segunda fase comprende el período 1971-1989, en el que se da un aumento de los desastres registrados, pero sin superar aún los cuatrocientos registros anuales. Para ese momento, Honduras contaba con la mayor cantidad de registros, mientras que Costa Rica inició un crecimiento paulatino por la inclusión de otras fuentes más allá de la hemeroteca. La última fase inicia en 1990 y se extiende hasta el año 2020. En ella, la cantidad anual de desastres registrados aumenta abruptamente, llegando al punto más alto en 2010, con 2.544 registros a nivel regional. Este significativo crecimiento se dio con especial intensidad en la cantidad de registros de Costa Rica, que a partir de 1998 acaparó más de la mitad del total.

Aunque en los últimos años la cantidad disminuye (probablemente por ser años más secos, debido al fenómeno ENOS), el comportamiento a largo plazo semeja mucho lo registrado en el *Cuarto Informe Estado de la Región* (PEN, 2011), cuando se planteó (con base en la fuente EM-DAT) que el conjunto de desastres en Centroamérica crecía hacia la primera década del siglo XXI, aunque ello pudiera ser un efecto de conjunto en la recopilación de datos y la exposición creciente por aumento de población y de condiciones de vulnerabilidad.

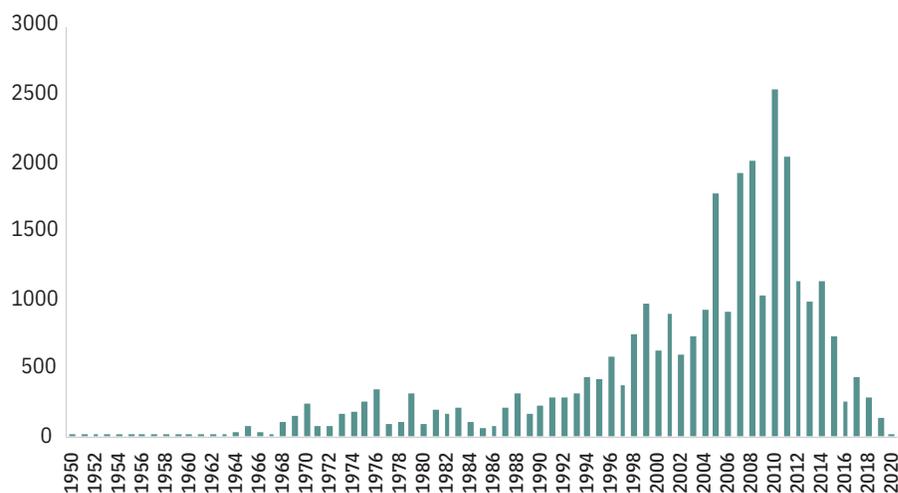
El análisis espacial tiene más dificultades y se debe tomar con prudencia, pues debido a la diferencia en la captura de información genera mapas que no siempre reflejan la realidad en materia de incidencia de desastres. El mapa 6.1 representa la distribución espacial de la totalidad de registros de DesInventar en Centroamérica y República Dominicana para el período 1950-2020.

Demanerageneral, lavisión cartográfica permite al menos destacar el hecho de que en la mayor parte de los países se ha

Gráfico 6.2

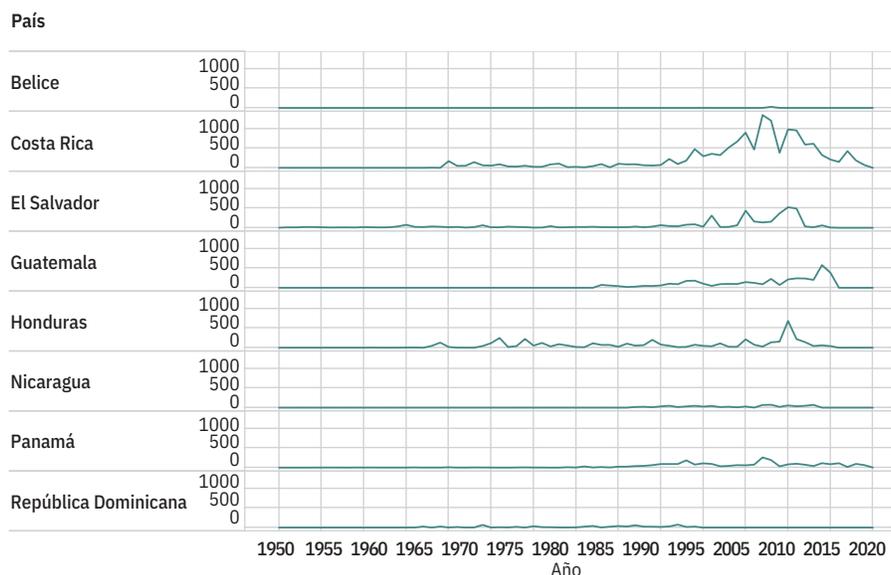
### Cantidad de desastres registrados en DesInventar, por año, según país. 1950-2020

#### a) Total, de Centroamérica y República Dominicana



Fuente: Muñoz, 2021 con base en DesInventar, 2020.

#### b) Total, por país



Fuente: Muñoz, 2021 con base en DesInventar, 2020.

presentado al menos un desastre durante el período de estudio. Sin embargo, algunas zonas no presentan registros, lo cual no siempre implica que no hayan sucedido, como por ejemplo en el norte de la vertiente Caribe de Nicaragua y en el

oeste de Panamá, tal vez fruto de un deficiente sistema de registro de desastres.

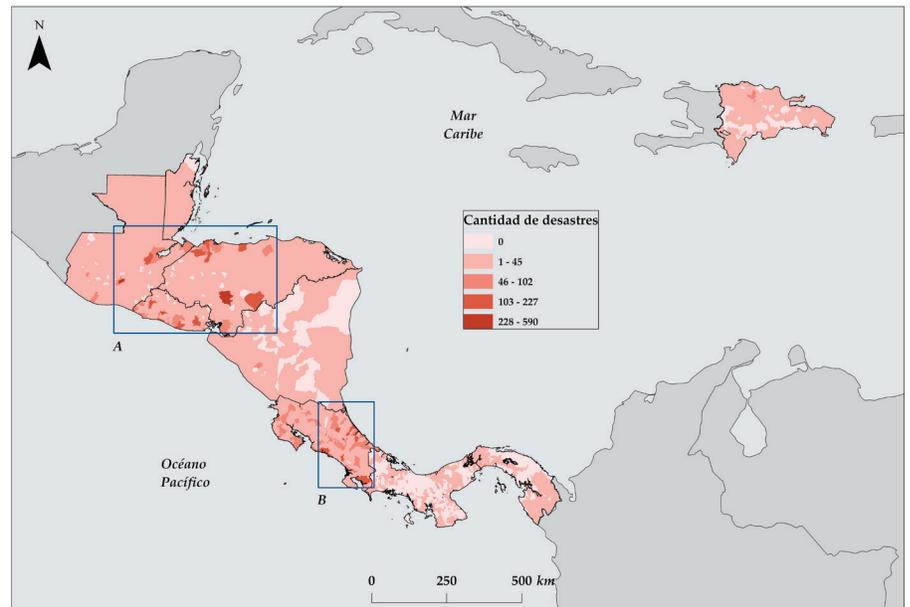
En atención a la concentración de registros en el territorio, se realizaron dos acercamientos que permiten observar algunas características generales.

El mapa 6.2a abarca todo el territorio de El Salvador, una tercera parte de Honduras y aproximadamente la mitad de Guatemala. El mapa 6.2b contiene la mayoría del territorio de Costa Rica y el 5,7% de Panamá. Ambos casos permiten analizar con mayor detalle áreas con una cantidad importante de datos, en categorías de 103 a 227 y de 228 a 590 desastres por unidad geográfica.

Este acercamiento ilustrativo permite identificar dos tendencias. Por un lado, en ambos casos las áreas ubicadas alrededor de las capitales tienen una concentración de desastres mayor al resto. Sin embargo, se debe considerar que también los registros son más fiables en zonas metropolitanas. De igual manera, algunas ciudades de vital importancia presentan una alta concentración; por ejemplo, Amatitlán en Guatemala, San Pedro Sula en Honduras o Santa Ana en El Salvador. Esto es consecuente con los señalamientos del Quinto Informe Estado de la Región (PEN, 2016) sobre el acelerado crecimiento urbano de las metrópolis centroamericanas, que en malas condiciones socioeconómicas para gran parte de sus poblaciones y ausencia de ordenamiento territorial, genera

Mapa 6.1

**Centroamérica y República Dominicana: cantidad de desastres registrados en DesInventar. 1950-2020**

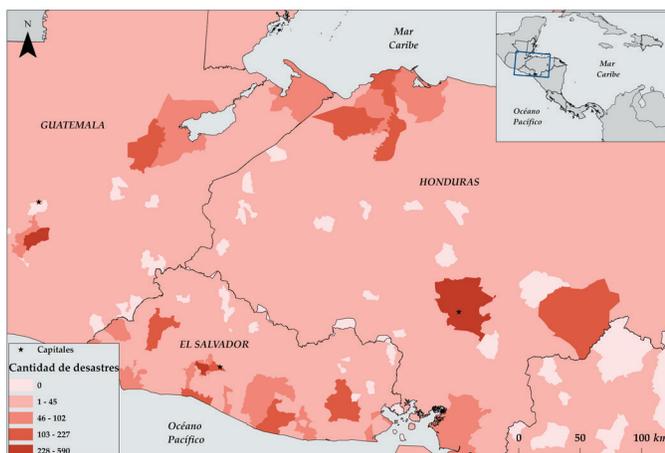


Fuente: Muñoz, 2021, con base en DesInventar, 2020.

Mapa 6.2

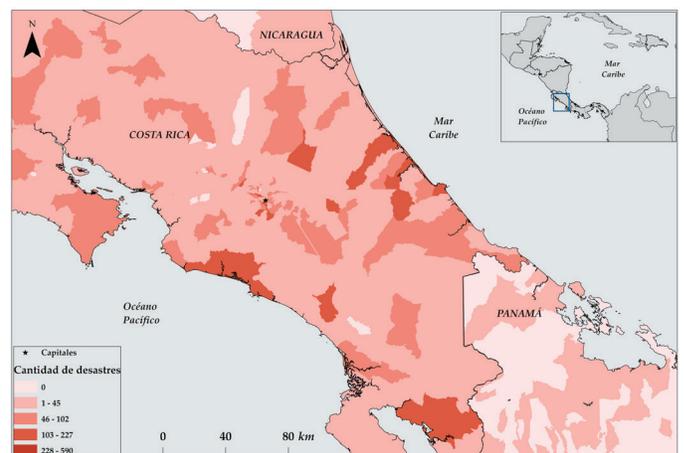
**Centroamérica y República Dominicana: cantidad de desastres registrados en DesInventar. 1950-2020**

a) Guatemala, Honduras y El Salvador



Fuente: Muñoz, 2021, con base en DesInventar, 2020.

b) Costa Rica y Panamá<sup>a/</sup>



a/ Incluye únicamente el 5,7% del territorio de este país.  
Fuente: Muñoz, 2021, con base en DesInventar, 2020.

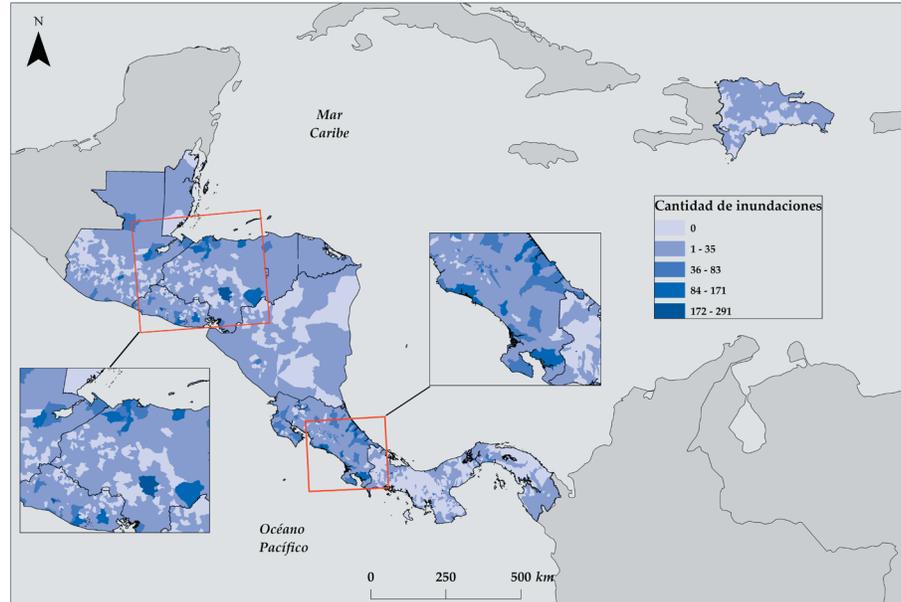
mayor exposición a los desastres. De manera paralela, en las zonas costeras de El Salvador, Honduras, Guatemala y Costa Rica se presentan una cantidad de registros de desastres alta. Además, la evidencia sugiere que ciudades en auge o medianas, tales como Turrialba en Costa Rica, Choloma en Honduras o Santa Ana en El Salvador también están sujetas a frecuentes desastres (E : Lavell, 2021).

Para terminar este panorama general, la base DesInventar permite identificar espacialmente los registros de desastre para cada tipo de evento, también para todo el período analizado. Si se consideran los más recurrentes, de perfil hidrometeorológico, el comportamiento territorial de las inundaciones y los deslizamientos es muy similar. Como ejemplo, en el caso de las inundaciones (mapa 6.3), al igual que en el agregado de registros mostrado antes, las áreas ubicadas alrededor de las capitales tienen una concentración de desastres con ese detonante mayor al resto del territorio. De igual manera, este tipo de evento (inundación) tiene más registros en Costa Rica, El Salvador, Honduras y Guatemala. En los casos de Belice, Nicaragua y República Dominicana, muestran zonas con valores de 36 a 83 desastres por unidad geográfica, lo cual se considera bajo en comparación con el resto de países. Existe una relación similar en el caso de los deslizamientos.

Por otro lado, los registros de DesInventar para eventos de sequía (mapa 6.4) se ubican casi en su totalidad en el Corredor Seco Centroamericano y en la costa noreste de República Dominicana, mientras que Belice, Guatemala y Panamá prácticamente no presentan registros, pese a formar parte de ese corredor. Cabe mencionar que tanto este tipo de evento, como otros hidrometeorológicos, son cambiantes en el tiempo por razones propias de la variabilidad climática, un elemento central para considerar en las políticas de reducción de riesgo y de adaptación al cambio climático. De hecho, como se planteó en el *Cuarto Informe Estado de la Región* (PEN, 2011), pese a que es una de las zonas del planeta con poco aporte en materia de emisiones, Centroamérica

Mapa 6.3

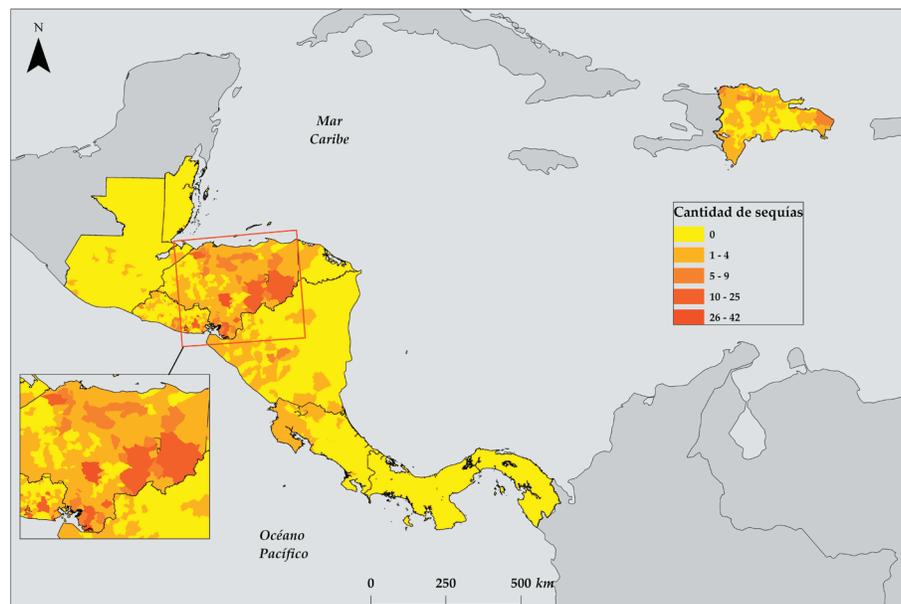
**Centroamérica y República Dominicana: distribución espacial de las inundaciones registradas en DesInventar. 1950-2020**



Fuente: Muñoz, 2021, con base en DesInventar, 2020.

Mapa 6.4

**Centroamérica y República Dominicana: distribución espacial de sequías registradas en DesInventar. 1950-2020**



Fuente: Muñoz, 2021, con base en DesInventar, 2020.

es muy vulnerable a los efectos adversos de ese fenómeno.

## Los registros señalan múltiples territorios críticos a los desastres en la región

Existen dos maneras de aproximar la identificación de territorios críticos a partir de la incidencia de desastres, lo cual constituye un valioso insumo para el diseño de políticas públicas de reducción de riesgos. Por un lado, se puede mapear la mayor concentración de desastres (sea general o para tipos específicos de eventos) en cada país; y por otro, se pueden realizar ejercicios de autocorrelación espacial, que permiten ubicar zonas con una importante asociación entre varios tipos de desastres. Pese a ser reiterativo en el capítulo, es fundamental recordar que este ejercicio tiene más relevancia al observar datos por país, que en una visión comparada, por las diferencias señaladas en los registros de cada nación. Sin embargo, con esa advertencia, se realizó un ejercicio regional ilustrativo y otro para cada país en diferentes eventos.

En primer lugar, se analizó la confluencia de los tres principales tipos de amenazas en la región (inundaciones, deslizamientos y sequías), para identificar territorios multiamenaza, según los desastres registrados en la base DesInventar. Para ello se utilizaron inicialmente tres herramientas geoestadísticas de autocorrelación espacial: el I de Moran global, la G de Getis-Ord y el I de Moran local (recuadro 6.1).

El análisis permitió un primer ejercicio que muestra los territorios críticos identificados con los registros disponibles de inundaciones y deslizamientos, a nivel regional (mapa 6.5). La distribución es bastante similar en los dos tipos de eventos, y se concentran en Costa Rica, Honduras, Guatemala y El Salvador, con algunas diferencias de menor escala. Como se analizó anteriormente, es notoria la concentración de registros en pocas zonas, pero también, que estos puntos de alta recurrencia y correlación espacial coincidan con zonas metropolitanas y costeras en todos los países, lo cual evidencia que no se trata de impactos aislados, de manera que constituye una característica relevante que considerar para el diseño de políticas públicas.

### Recuadro 6.1

#### Autocorrelación espacial para la identificación de territorios críticos por tipo de evento

La autocorrelación espacial indica, entre otras cosas, el tipo de asociación existente entre unidades espaciales vecinas (Celemin, 2009). En el contexto de este capítulo, es el primer paso para la identificación de territorios críticos. El cuadro 6.2 muestra los resultados del I de Moran global y la G de Getis-Ord para los tres principales tipos de desastres identificados en Centroamérica y República Dominicana mediante la base de datos DesInventar.

El I de Moran estima si los valores de un grupo de datos se distribuyen en el espacio de manera agrupada, dispersa o aleatoria, mientras que la G de Getis-Ord determina si los valores agrupados son altos o bajos. Por otro lado, en materia estadística, los valores z y p indican si los índices son significativos.

Dado que el valor del I de Moran es positivo y relativamente alto para los tres tipos de desastres analizados, se infiere que dichos datos tienden a la agrupación espacial, situación que es posible visualizar en los mapas de distribución espacial mostrados en las secciones previas. De igual manera, el valor de la G de Getis-Ord es positivo

para los tres casos, lo cual indica que los datos de estas series se agrupan en valores altos.

Los valores z de ambos índices son positivos y altos, mientras que los valores p tienden a 0, lo cual refleja la significancia estadística de dichos índices. En otras palabras, hay menos de un 1% de posibilidad de que este patrón de agrupamiento sea el resultado de la casualidad.

Esta interpretación constituye la base teórica para poder definir los territorios críticos de ocurrencia de desastres, sin olvidar que estos dependen en parte de la disponibilidad y diferencia de registros de la base de datos utilizada.

Por medio del I de Moran local se identifican espacialmente agrupaciones de valores altos concentrados y atípicos (Anselin, 1995). Estas zonas de valores altos o territorios críticos, poseen significancia estadística, por lo que pueden ser utilizados para correlacionarse con otras bases de datos.

Fuente: Muñoz, 2021.

### Cuadro 6.2

#### Resultados del cálculo de la I de Moran global y la G de Getis - Ord para inundaciones, deslizamientos y sequías

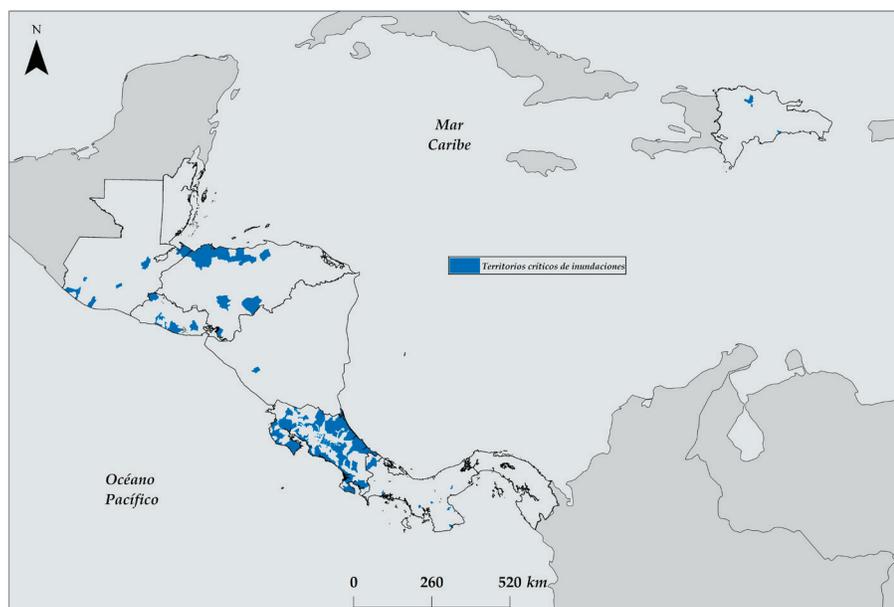
Tipo de evento	I de Moran			G de Getis - Ord		
	Valor del índice	Valor z	Valor p	Valor del índice	Valor z	Valor p
Inundaciones	0,128445	43,024461	0,0	0,000007	22,546550	0,00000
Deslizamientos	0,202745	71,602924	0,0	0,000010	28,656680	0,00000
Sequías	0,088801	30,884874	0,0	0,000003	2,411668	0,01588

Fuente: Muñoz, 2021 con base en DesInventar, 2020.

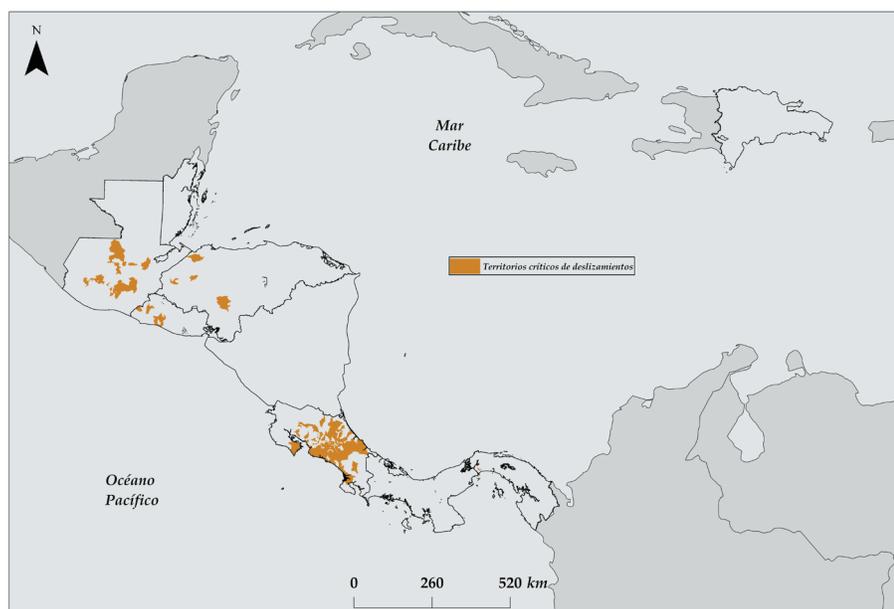
### Mapa 6.5

#### Centroamérica y República Dominicana: territorios críticos<sup>a/</sup> para inundaciones y deslizamientos registrados en DesInventar. 1950-2020

##### a) Inundaciones



##### b) Deslizamientos



Al aplicar el ejercicio a los territorios críticos de sequía (mapa 6.6), se comprueba que ese tipo de eventos están concentrados en Honduras, República Dominicana, Nicaragua y El Salvador, mientras que Costa Rica presenta un pequeño polígono en el sur de su territorio. Como es de esperar, una importante parte de los territorios críticos en este tipo de evento coinciden con la ubicación del llamado Corredor Seco Centroamericano. Cabe recordar aquí que algunos países poseen pocos registros en la base de datos DesInventar, y esto es particularmente notorio en lo que a sequías se refiere. El subregistro puede ocasionar que la costa del Pacífico en Nicaragua y la provincia de Guanacaste en Costa Rica, que por definición forman parte del Corredor Seco Centroamericano, no aparezcan marcados como territorios críticos en el mapa 6.6.

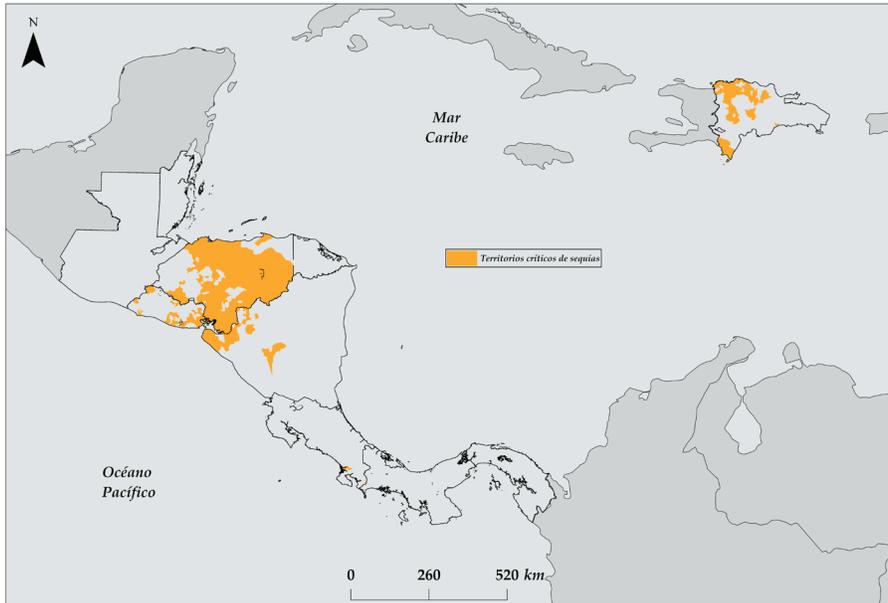
Considerando la combinación de estos tipos de eventos y su correlación espacial, se pueden identificar ciertas áreas que son territorios críticos tanto de inundaciones como de deslizamientos y sequías. De nuevo, con las limitaciones de registro que impiden la comparación, el mapa 6.7 ubica las unidades geográficas que son territorios críticos de más de un tipo de evento, constituyendo lo que se puede considerar como multiamenaza. La mayoría de estos puntos comparten inundaciones y deslizamientos (119 casos), que podría explicarse por ser desastres en general provocados por el mismo fenómeno: la precipitación. También hay veinticuatro casos de territorios que comparten inundaciones y sequías, y tres en los que se presentan altas concentraciones de los tres desastres analizados: el cantón de Osa en Costa Rica, el municipio de San Pedro Sula en Honduras y el Distrito Central en República Dominicana.

#### Algunas variables relacionadas con la incidencia de desastres

La incidencia de desastres en Centroamérica y República Dominicana es multifactorial, y para un análisis amplio de todos sus elementos habría que integrar estudios sobre las amenazas siconaturales y su contexto físico, desde

### Mapa 6.6

#### Centroamérica y República Dominicana: territorios críticos<sup>a/</sup> para sequías registradas en DesInventar. 1950-2020

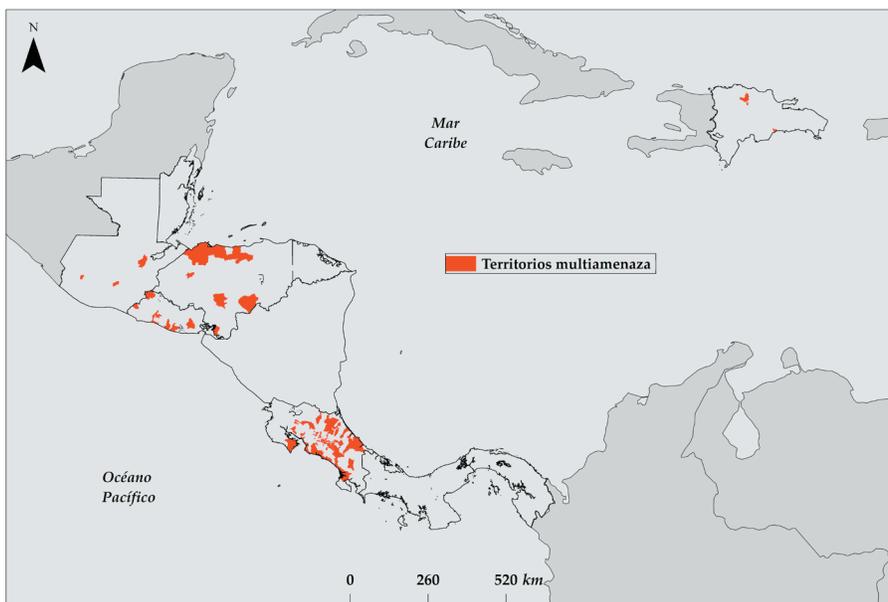


a/ Por territorios críticos se entiende a los territorios con mayor concentración de desastres a partir del cálculo de tres herramientas geoestadísticas: La I de Moran global, la G de Getis – Ord y la I de Moran local; por lo que son estadísticamente significativos.

Fuente: Muñoz, 2021, con base en DesInventar, 2020.

### Mapa 6.7

#### Centroamérica y República Dominicana: territorios multiamenaza<sup>a/</sup> según desastres registrados en DesInventar. 1950-2020



a/ Incluyen territorios con una elevada frecuencia de al menos dos tipos de eventos, considerando inundaciones, deslizamientos y sequías.

Fuente: Muñoz, 2021, con base en DesInventar, 2020.

una perspectiva de la construcción social de riesgos, que integra amenazas, condiciones y procesos sociales juntos. En este capítulo se toman cuatro variables que son ilustrativas de ambos aspectos, sin abarcar todas las posibles aristas; en especial las de tipo socioeconómico y las enfocadas en las políticas territoriales y urbanas de la región, elementos que requerirían información más compleja. Las variables analizadas en esta ocasión son precipitación, relieve/altitud, población y uso del suelo. Cada una de ellas se indaga como parte de los elementos que pueden ser detonantes o estar asociados a la incidencia de desastres como variables explicativas, medidas de exposición o condicionantes de la incidencia registrada en la base de datos DesInventar. Es preciso aclarar que la información no permite incluir otros factores que intervienen (por ejemplo, en el caso de las inundaciones, además de la precipitación son relevantes la deforestación y la erosión, entre otros).

### Precipitación

El istmo centroamericano está ubicado en el área de influencia de la zona de convergencia intertropical, región del globo terrestre donde confluyen los vientos alisios del hemisferio norte con los del hemisferio sur. Esta zona se caracteriza por ser una franja de bajas presiones, en la cual concurren masas de aire cálido y húmedo, dando origen a una abundante nubosidad y a fuertes precipitaciones (NOAA, 2016).

La interacción entre la zona de convergencia intertropical y la cadena montañosa que atraviesa el istmo de noroeste a sureste define dos regímenes de lluvias diferentes: el de la vertiente del Pacífico y el de la vertiente del Caribe. En el primero se distingue una estación seca y una lluviosa, con ligeras variaciones al norte y al sur de la provincia de Guanacaste, en Costa Rica. Al norte de ese punto la estación lluviosa se extiende de fines de mayo a principios de octubre, mientras que al sur abarca de abril a fines de noviembre. A mitad de la estación, durante los meses de julio y agosto, se presentan períodos secos conocidos como veranillos o canículas (Bonilla, 2014).

Por su lado, en la vertiente del Caribe no existe una estación seca definida, ya que las lluvias se mantienen casi todo el año (aunque esto podría estar cambiando; E: Brenes, 2021); solo se presentan mínimos relativos en marzo y abril, correspondientes a una reducción de la precipitación, pero no a períodos de días secos. Los meses más lluviosos suelen ser julio y agosto.

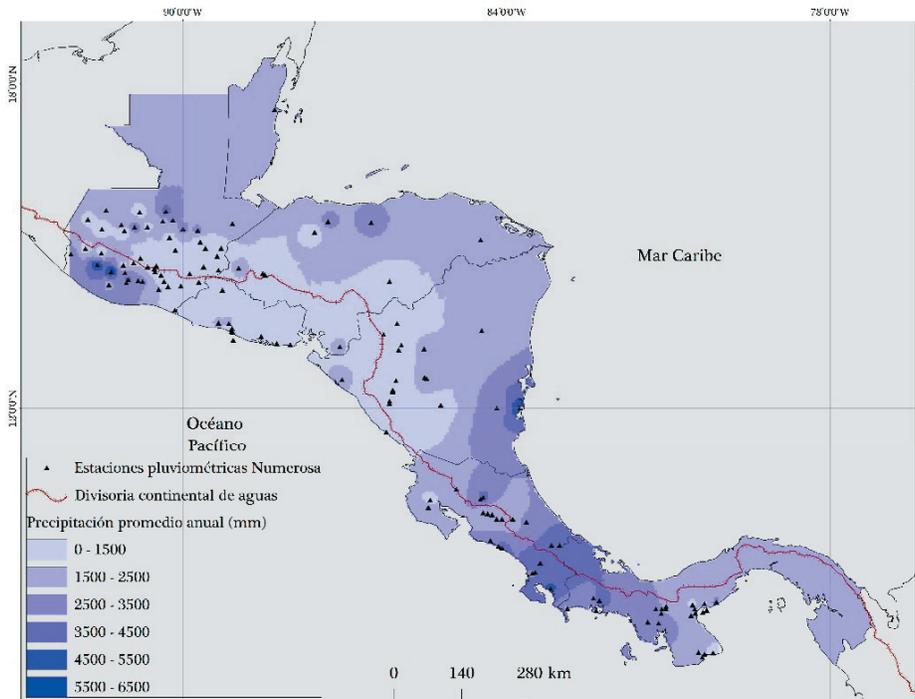
En síntesis, en toda la región (en este punto no se pudo incluir datos de República Dominicana), pero particularmente en la vertiente del Pacífico, la posición de la zona de convergencia intertropical es el principal factor en la distribución estacional de las lluvias. El desplazamiento hacia el norte o hacia el sur de esta zona define la estacionalidad de las lluvias sobre la misma y determina su distribución bimodal (FAO, 2012). Estas condiciones son afectadas en Centroamérica por la fase cálida del ciclo ENOS (en adelante, El Niño<sup>10</sup>), que implica un calentamiento superficial del océano Pacífico ecuatorial, que genera variaciones climáticas en los distintos territorios bajo su influencia. Por ejemplo, altera las precipitaciones en la mayor parte de la región, reduciéndolas de manera drástica en la vertiente del Pacífico e intensificándolas en la vertiente del Caribe (Muñoz *et al.*, 2018).

El mapa 6.8 muestra la interpolación espacial del promedio de precipitación anual, calculado a partir de la base de datos Numerosa (ver sección metodológica al inicio del capítulo). La imagen muestra que las zonas de mayor precipitación están ubicadas en la vertiente del Caribe de Nicaragua y en la frontera entre Costa Rica y Panamá. Por el contrario, el Corredor Seco Centroamericano, con precipitaciones promedio anuales menores a 1.500 mm, constituye el área más seca de la región.

Para el análisis detallado de la variable precipitación se realizó una modelación. A partir de los registros de Numerosa, se calculó el índice de sequía SPI, que es el más utilizado para identificar sequías (Tallaksen *et al.*, 2004). A continuación, se muestran dos tipos de información para cada país. En los gráficos se registra la evolución del SPI a lo largo del período

Mapa 6.8

### Interpolación espacial del promedio de precipitación anual. 1990-2010



Fuente: Muñoz, 2021, con base en Cigefi, 2004.

1950-2016, y en ellos se muestran por debajo de la línea del cero los momentos con mayor déficit de precipitación, y por encima de dicha línea aquellos con mayor presencia de esta. En los mapas se compara el mes con el valor más bajo y el mes con el valor más alto de toda la serie, señalando con los tonos hacia el azul más oscuro aquellos con mayor precipitación, y hacia el rojo más intenso los de mayor sequía (bajo nivel de precipitación).

En primer lugar, Belice presenta un comportamiento espacial muy homogéneo en cada momento climático. Según el gráfico 6.3, en junio de 1958 el SPI oscilaba entre -1,9 y -2, valores catalogados como sequía severa; mientras que en marzo de 2002, los valores de SPI se ubicaron entre 2,1 y 3, lo que significa condiciones húmedas muy severas. Como se observa en los mapas 6.9, tanto en su mes más seco como en el más húmedo, la condición de precipitación estaba generalizada en todo su territorio, por lo que no

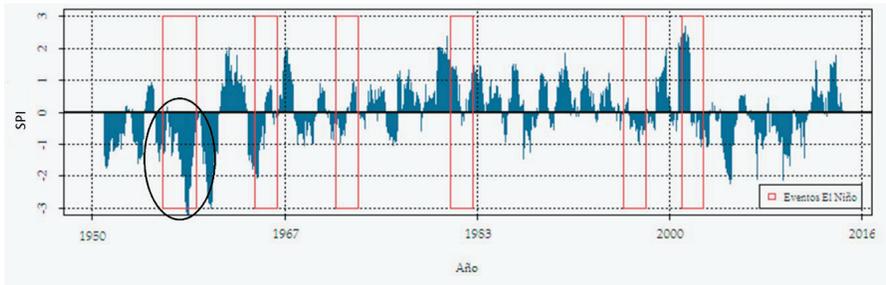
se perciben muchos matices en cada uno de los mapas presentados.

En Guatemala, según la evolución del SPI (gráfico 6.4), en el mes con el déficit de precipitación más alto (mayo 2003) los focos de sequía se concentran en la frontera con El Salvador y Honduras, aunque para ese momento más del 90% del territorio experimentaba una sequía severa, a excepción de una zona ubicada al sur de Ciudad de Guatemala. Para el mes con el mayor superávit de precipitación, esta condición de humedad se concentró en la frontera con México, afectando principalmente al departamento de Huehuetenango (mapa 6.10).

Con los datos del SPI para Honduras (gráfico 6.5), el mes más seco registrado fue abril de 2003, durante el fenómeno del Niño más intenso registrado hasta ese momento (PEN, 2011). En este caso, la sequía se concentró en la frontera con Guatemala, donde se llegó a generalizar de manera muy severa (-3,9 a -2), que

Gráfico 6.3

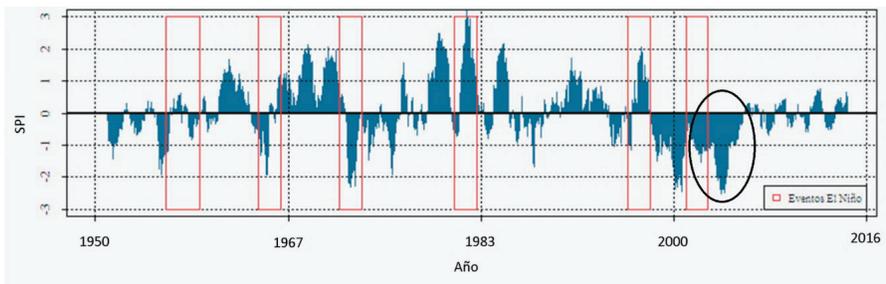
**Belice: valor promedio del Standardized Precipitation Index (SPI). 1950-2016**



Fuente: Muñoz, 2021 con base en Cigefi, 2004.

Gráfico 6.4

**Guatemala: valor promedio del Standardized Precipitation Index (SPI). 1950-2016**



Fuente: Muñoz, 2021 con base en Cigefi, 2004.

también coincide con el mes más seco en Guatemala. En el mes más húmedo (febrero 1998), la afectación se concentró en la zona central del país, abarcando, entre otras, las dos ciudades principales: Tegucigalpa y San Pedro Sula (mapa 6.11).

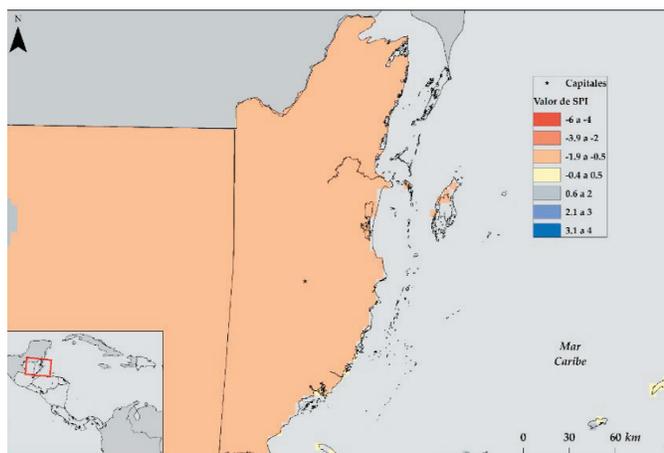
De manera similar, en la evolución del SPI de El Salvador (gráfico 6.6), el mes más seco presenta una concentración de sequía muy severa en la frontera con Guatemala y Honduras, así como un foco de importancia en el golfo de Fonseca. Por otro lado, el mes registrado como el más húmedo (setiembre 1981) presentó una condición de precipitación severa (valores de 0,6 a 2) en prácticamente todo el territorio salvadoreño (mapa 6.12), parecida a la situación de Belice identificada con anterioridad.

En el caso de Nicaragua (gráfico 6.7), el mes más seco (diciembre 1999) presentó una condición de sequía severa generalizada en todo su territorio, a excepción de la Región Autónoma del Atlántico Norte, mientras que hacia el noreste del Gran Lago de Nicaragua se presentaron valores de sequía extrema (-6 a -4). De manera similar, el mes más húmedo presentó un comportamiento generalizado en todo el territorio, salvo en la frontera con Costa Rica (mapa 6.13).

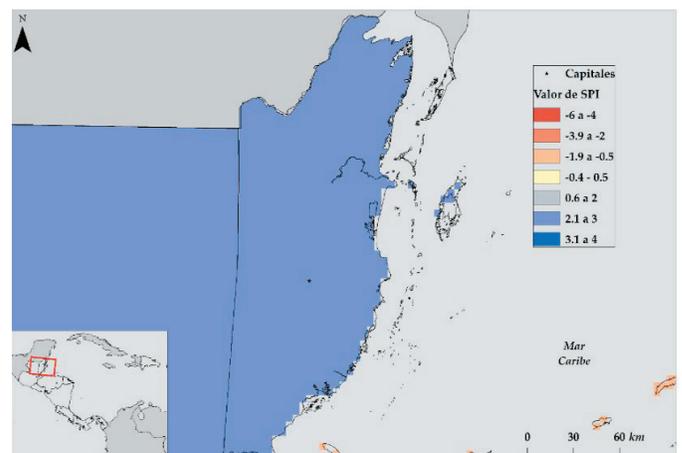
Mapa 6.9

**Belice: interpolación espacial del Standardized Precipitation Index (SPI), según mes y año con los valores más alto y más bajo**

Junio 1958



Marzo 2002

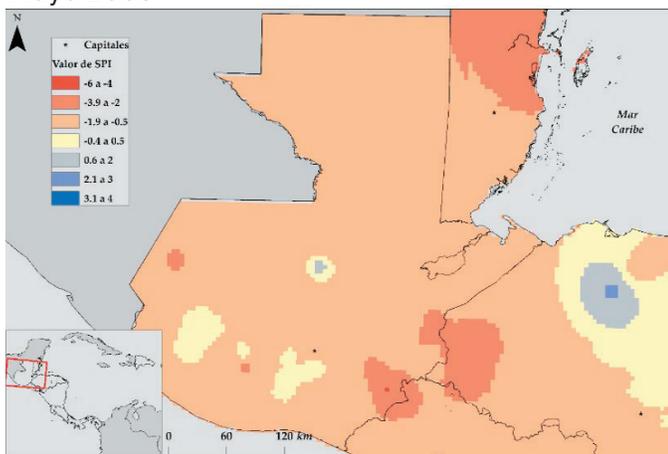


Fuente: Muñoz, 2021 con base en Cigefi, 2004.

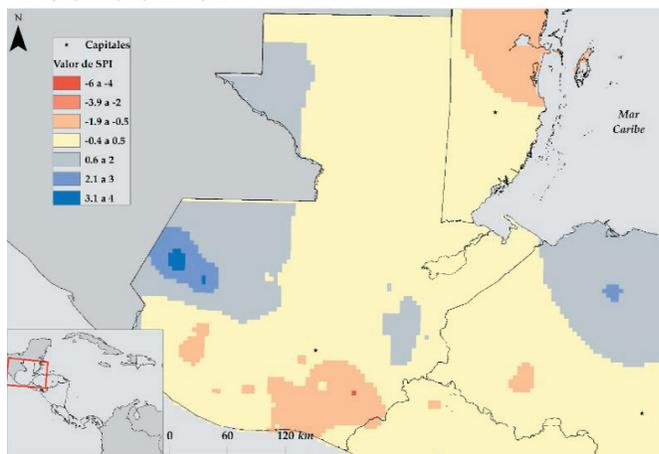
Mapa 6.10

**Guatemala: interpolación espacial del Standardized Precipitation Index (SPI), según mes y año con los valores más alto y más bajo.**

Mayo 2003



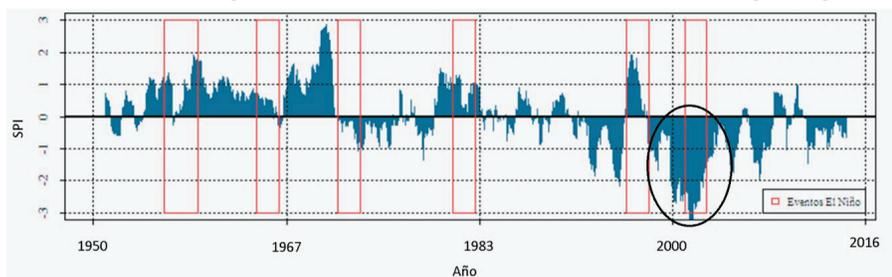
Diciembre 1982



Fuente: Muñoz, 2021 con base en Cigefi, 2004.

Gráfico 6.5

**Honduras: valor promedio del índice estandarizado de precipitación. 1950-2016**

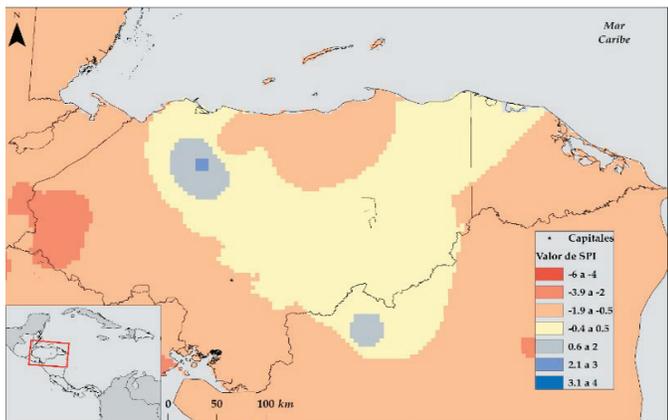


Fuente: Muñoz, 2021 con base en Cigefi, 2004.

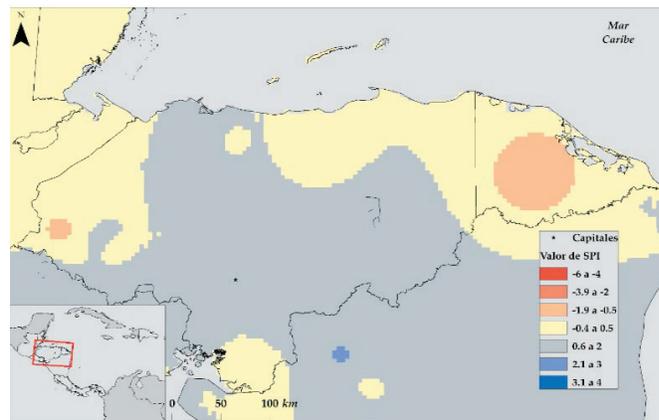
Mapa 6.11

**Guatemala: interpolación espacial del Standardized Precipitation Index (SPI), según mes y año con los valores más alto y más bajo.**

Abril 2003



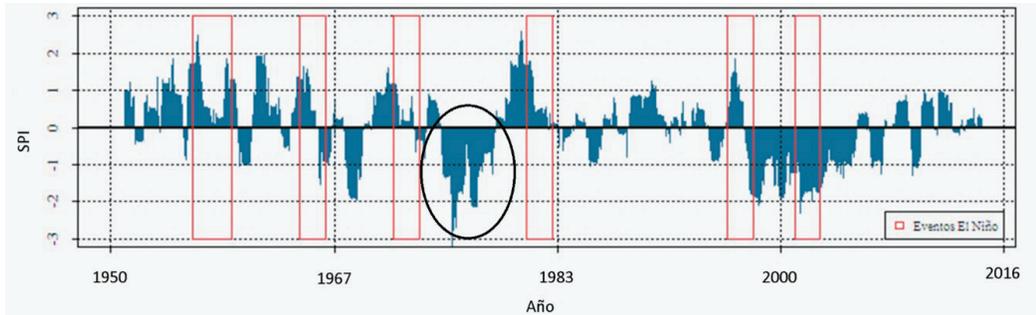
Febrero 1988



Fuente: Muñoz, 2021 con base en Cigefi, 2004.

Gráfico 6.6

**El Salvador: valor promedio del Standardized Precipitation Index (SPI). 1950-2016**



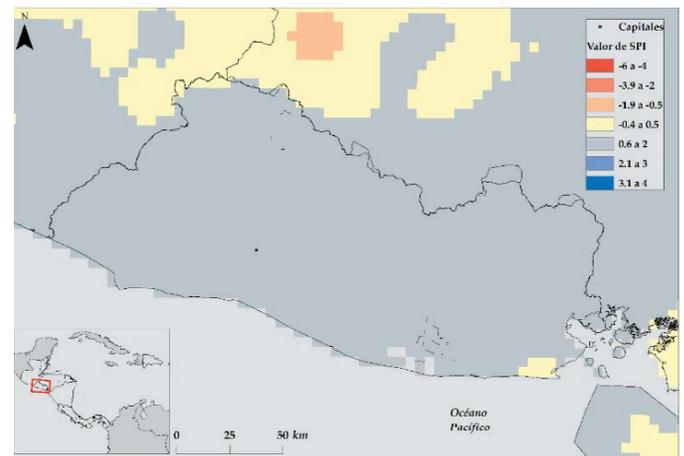
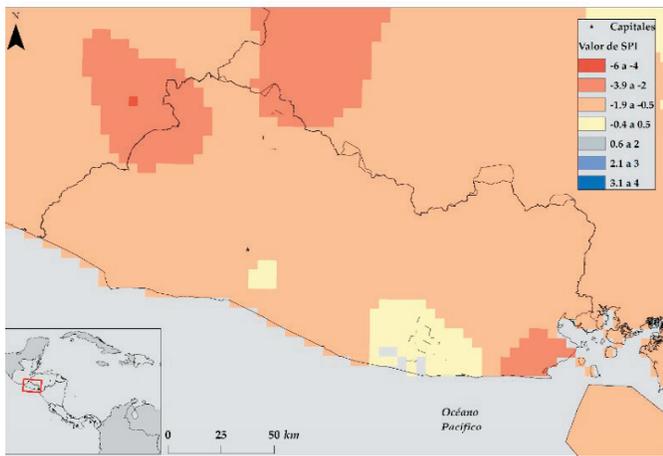
Fuente: Muñoz, 2021 con base en Cigefi, 2004.

Mapa 6.12

**El Salvador: interpolación espacial del Standardized Precipitation Index (SPI), según mes y año con los valores más alto y más bajo**

Enero 1976

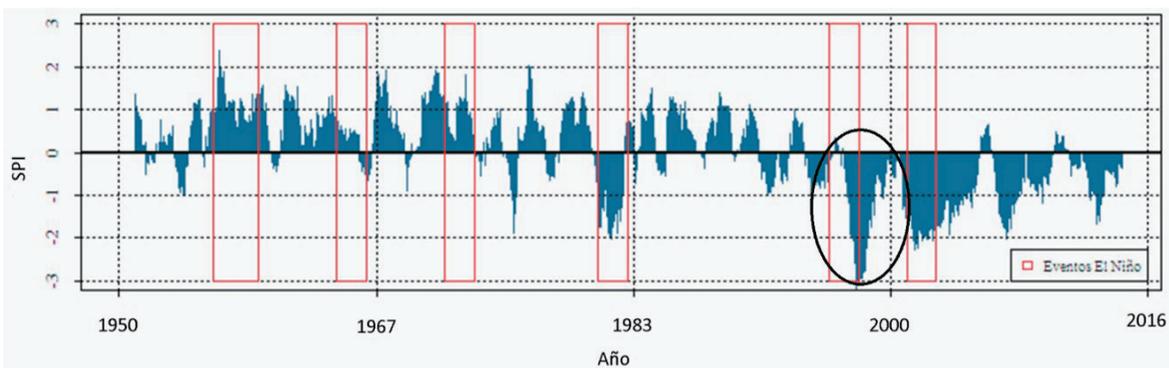
Setiembre 1981



Fuente: Muñoz, 2021 con base en Cigefi, 2004.

Gráfico 6.7

**Nicaragua: valor promedio del Standardized Precipitation Index (SPI). 1950-2016**

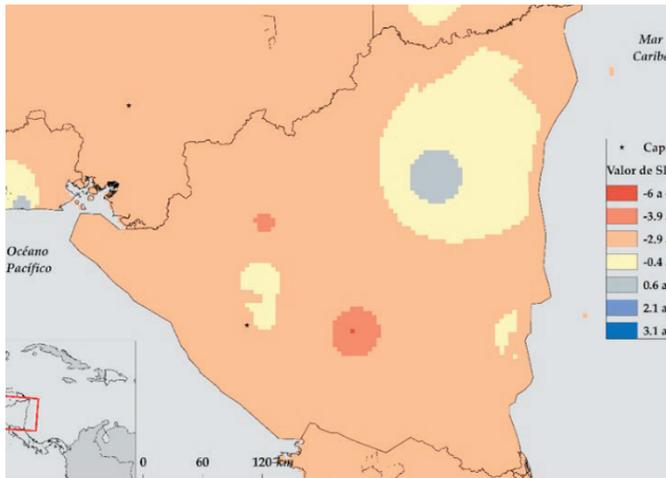


Fuente: Muñoz, 2021 con base en Cigefi, 2004.

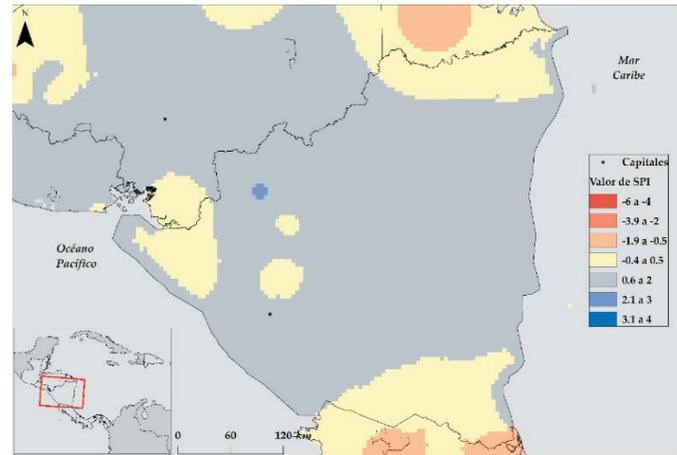
### Mapa 6.13

#### Nicaragua: interpolación espacial del Standardized Precipitation Index (SPI), según mes y año con los valores más alto y más bajo.

Diciembre 1999



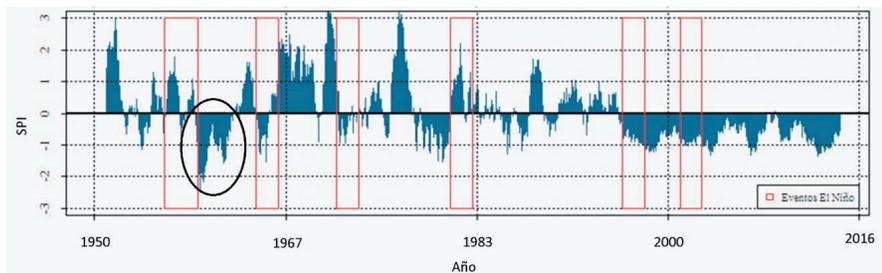
Diciembre 1970



Fuente: Elaboración propia con base en Cigefi, 2004.

### Gráfico 6.8

#### Costa Rica: valor promedio del Standardized Precipitation Index (SPI). 1950-2016



Fuente: Muñoz, 2021 con base en Cigefi, 2004.

Por último, según la evolución del SPI en Costa Rica (gráfico 6.8), en el mes más seco que experimentó (octubre 1982), la sequía estaba presente en prácticamente todo el territorio, con focos de sequía muy severa en la zona norte. Por el contrario, en el mes más húmedo (julio 1977), la mayoría del país tenía valores neutros, a excepción de la península de Nicoya, que presentaba un superávit de precipitación considerado como severo (mapa 6.14).

Según el análisis presentado y a par-

tir de la información de Numerosa, los meses en los que las sequías son más comunes son marzo y abril, mientras que los superávits de precipitación acostumbra darse en octubre y noviembre. Paralelamente, en la base de datos DesInventar sobre desastres, se evidencia que un 54% de las sequías, inundaciones y deslizamientos ocurren en estos cuatro meses, denotando así una alta correlación entre ambas fuentes.

Aunque lo anterior puede ser de conocimiento general, es necesario tomar en

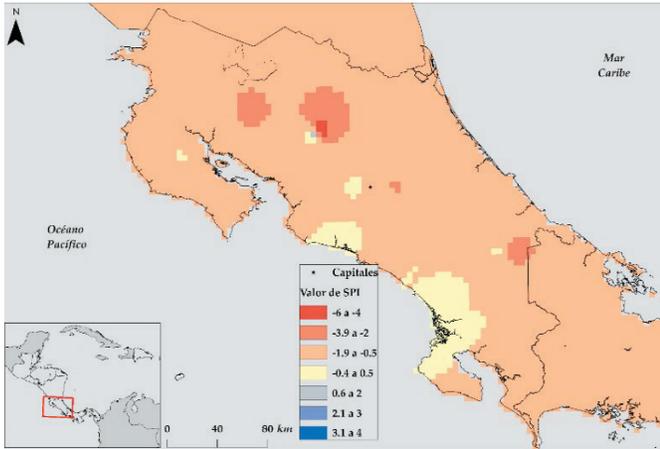
cuenta dos consideraciones adicionales para la preparación de los países ante estos acontecimientos. En primer lugar, el comportamiento de la precipitación durante eventos del Niño. Este fenómeno causa anomalías en la distribución anual de la precipitación, que supone que los valores extremos de esta variable se presenten en meses en los que no suelen suceder. Por ejemplo, los meses con mayor superávit de precipitación en Belice, Honduras y Nicaragua fueron marzo, febrero y diciembre, respectivamente. En condiciones normales, en esos meses la época seca ya está bien definida. En paralelo, el seguimiento de datos de largo plazo puede permitir captar tendencias relativas al cambio climático global, que puedan ir afectando patrones, como ya algunos estudios han identificado para Centroamérica (ver *Cuarto Informe Estado de la Región*, 2011).

Sin duda, uno de los elementos más llamativos de los mapas presentados es que resulta muy común que se den condiciones extremas y rutinarias siempre en los mismos territorios. Esta situación también se visualiza en la base de datos DesInventar, como se evidencia en los mapas de territorios críticos presentados en la sección previa.

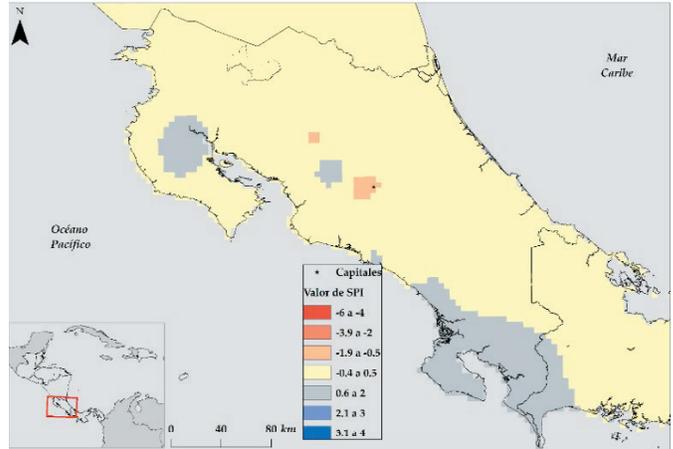
Mapa 6.14

**Costa Rica: interpolación espacial del Standardized Precipitation Index (SPI), según mes y año con los valores más alto y más bajo.**

Octubre 1982



Julio 1977



Fuente: Elaboración propia con base en Cigefi, 2004.

**Relieve y altitud**

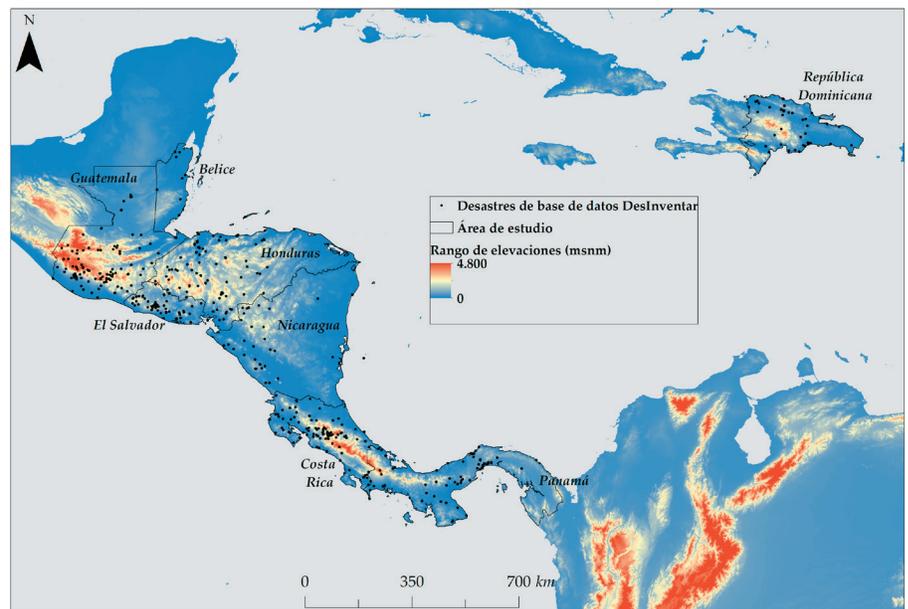
Otro elemento físico que se relaciona con la incidencia de desastres en Centroamérica y República Dominicana es el particular relieve que posee la zona, con importantes variaciones en un istmo relativamente estrecho. Se caracteriza por un eje montañoso central con dirección noroeste-sureste, cuya principal elevación es el volcán Tajumulco, ubicado en Guatemala, con 4.220 m s. n. m. En general, la superficie terrestre asciende de manera abrupta desde la región costera del océano Pacífico hasta las crestas de dicho eje montañoso, y desciende gradualmente en la región que se extiende a lo largo del mar Caribe.

Por su parte, República Dominicana presenta un relieve de gran complejidad. El territorio está constituido por una sucesión de montañas y depresiones dispuestas casi de modo paralelo de noroeste a sudeste: la cordillera Septentrional, la depresión del Cibao, la cordillera Central o del Cibao, la Sierra de Neiba, la depresión de Enriquillo y la Sierra de Baoruco (Gispert, 2009). El mapa 6.15 muestra el relieve de los ocho países analizados.

La intensidad de los cambios de relieve en un territorio relativamente pequeño

Mapa 6.15

**Centroamérica y República Dominicana: rango de elevaciones (metros sobre el nivel del mar)**



Fuente: Muñoz, 2021, con base en IGN, 2021.

genera varias de las características propias de Centroamérica y República Dominicana, reflejadas en una gran cantidad de microclimas y la diversidad de ecosistemas. Sin embargo, este factor también se relaciona con la incidencia de desastres.

Si se retoma la identificación espacial de territorios críticos presentada con anterioridad en este capítulo, a partir de la distribución altitudinal de dichos puntos es posible identificar su situación respecto al relieve de la región. En términos generales, la incidencia de desastres

se concentra en altitudes entre los 0 y los 1.000 m s. n. m. (cuadro 6.3). Este patrón se manifiesta sobre todo en las inundaciones y sequías, que como ya se citó se presentan en zonas metropolitanas que en su mayoría no son de altura en la región, y en zonas costeras. Por su parte, los deslizamientos acostumbran a estar asociados a pendientes de terreno medias o altas.

### Población

Como un acercamiento a factores sociodemográficos asociados a la incidencia de desastres, se analizó la población centroamericana y de República Dominicana, en particular en cuanto a su crecimiento y densidad y a su exposición correlacionada con los territorios críticos considerados en este capítulo a las inundaciones, deslizamientos o sequías. Según el PNUD (2009), a partir de la segunda mitad del siglo XX la dinámica poblacional de los países estudiados se caracterizó, principalmente, por dos situaciones: un importante crecimiento demográfico y una clara tendencia hacia la urbanización.

Como muestra el cuadro 6.4, se nota un intenso aumento demográfico en la región centroamericana en los primeros cuarenta años del período de estudio, en los cuales casi todos los países triplicaron su población. A partir del año 2000, el ritmo de ese crecimiento exponen-

cial tuvo una desaceleración importante (a excepción de Belice).

Hoy en día, las zonas más pobladas del Istmo corresponden a las áreas metropolitanas de Ciudad de Guatemala (Guatemala), San Pedro Sula y Tegucigalpa (Honduras), San Salvador (El Salvador) y San José (Costa Rica). Aunque todos los países de la región experimentaron un incremento poblacional similar, este se dio de manera desigual. Con el objetivo de visualizar esta situación, se identificó la evolución de la densidad de población en el área de estudio.

Al comparar los mapas 6.16 se pueden inferir dos tendencias principales. En primer lugar, una concentración cada vez mayor de personas en las capitales y sus periferias, producto de un acelerado proceso de urbanización de la población, analizado con detalle en el *Quinto Informe Estado de la Región* (PEN, 2016). Por otro lado, destaca un comportamiento opuesto en ambas vertientes: la del Pacífico concentra el mayor porcentaje de habitantes y posee una mayor densidad de población, mientras que la del Caribe (salvo el departamento Cortés en

### Cuadro 6.3

**Centroamérica<sup>a/</sup>: Distribución altitudinal de territorios críticos<sup>b/</sup> de inundaciones, deslizamientos y sequías**  
(porcentajes)

Rango de altitud (msnm)	Distribución del territorio	Territorios críticos		
		Inundaciones	Deslizamientos	Sequías
0 - 1.000	84,1	84,2	58,9	80,6
1.001 - 2.000	12,8	13,3	32,0	18,8
2.001 - 3.000	2,8	2,3	8,5	0,6
3.001 - 4.300	0,3	0,2	0,6	0,0
<b>Total</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

a/No se toma en cuenta a República Dominicana.

b/ Por territorios críticos se entiende a los territorios con mayor concentración de desastres a partir del cálculo de tres herramientas geoestadísticas: La I de Moran global, la G de Getis – Ord y la I de Moran local; por lo que son estadísticamente significativos.

Fuente: Muñoz, 2021 con base en DesInventar, 2020 y IGN, 2021.

### Cuadro 6.4

**Población total, por país, según década<sup>a/</sup>. 1950-2020**

País	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2020
Guatemala	2.790.868	4.209.820		6.054.227	8.331.874	11.237.196	14.259.687	16.858.333
República Dominicana	1.723.002	2.891.570	3.866.656		7.218.137	8.397.802	9.355.498	10.448.499
Honduras	1.884.765		2.656.948		3.971.514	6.076.885	8.275.700	9.304.380
Nicaragua	981.884	1.446.626	1.732.444		4.357.099	5.142.098	6.198.154	6.347.927
El Salvador		2.510.984	3.554.648		4.870.982	6.049.412	6.183.002	6.301.411
Costa Rica	800.875	1.199.116	1.762.462	2.467.339	3.029.746	3.810.179	4.533.894	5.003.393
Panamá	805.285	1.075.541	1.428.082		2.329.329	2.739.177	3.405.123	3.975.404
Belice		90.505	119.934	145.353	189.392	240.204	322.453	419.201
<b>Total</b>					<b>34.298.073</b>	<b>43.692.953</b>	<b>52.533.511</b>	<b>58.658.548</b>

a/ Las celdas que están vacías es porque la información no estaba disponible.

Fuente: Muñoz, 2021 con base en CCP, 2020.

Honduras) presenta una baja densidad de población a lo largo de todo el período de estudio.

Con relación a la incidencia de desastres, se identificó la densidad de población asociada a los territorios críticos elaborados a partir de la base de datos DesInventar. Para el Triángulo Norte toma valores altos (más de 300 habitantes/km<sup>2</sup>) alrededor de las capitales y en la costa del Pacífico, siguiendo el patrón regional observado anteriormente, mientras que los territorios ubicados en la costa del Caribe presentan una densidad mucho menor. Los mapas 6.17 muestran esa evolución de la densidad

de población en los territorios críticos identificados en este capítulo.

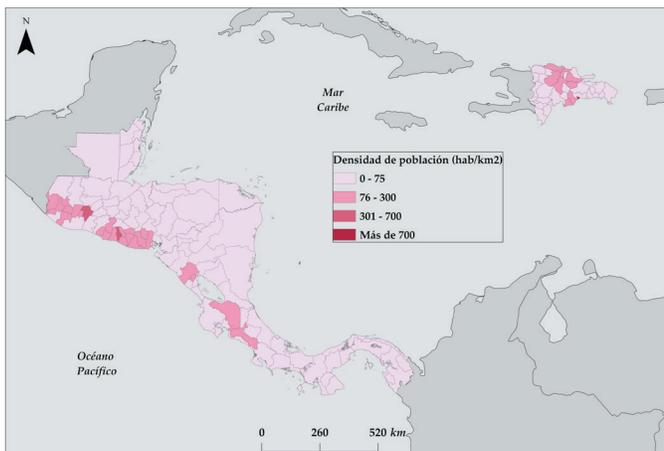
Por el contrario, en el caso de Costa Rica los territorios críticos ubicados en ambas costas presentan densidades de población bajas, siendo la zona central la que posee densidades un poco más altas (mapa 6.18), sin llegar al nivel del llamado Triángulo Norte, pero evidenciando una importante concentración de personas en zonas de alta frecuencia de desastres, en las cuales el crecimiento urbano ha aumentado la exposición y vulnerabilidad.

En el año 2010, de 261 territorios críticos identificados en toda la región, 228 de ellos (un 87,3% del total) tenían una densidad de población media o alta (76 o más habitantes por km<sup>2</sup>), mientras que 33 tenían una densidad baja (menos de 75 habitantes por km<sup>2</sup>). Lo anterior podría sugerir una tendencia hacia la ocurrencia de desastres en entornos urbanos o periurbanos, asociado con la construcción social de riesgos impulsada por un crecimiento urbano no planificado, en condiciones socioeconómicas de exclusión, que favorecen esa vulnerabilidad en algunas zonas muy pobladas.

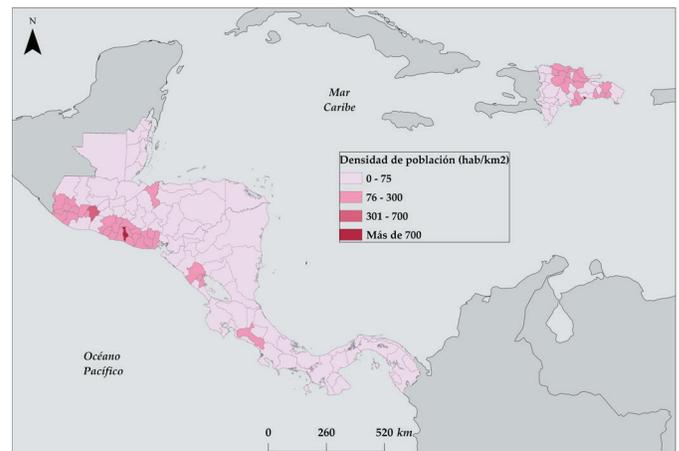
### Mapa 6.16

#### Centroamérica y República Dominicana: evolución de la densidad de población. 1960-2010 (habitantes por kilómetro cuadrado)

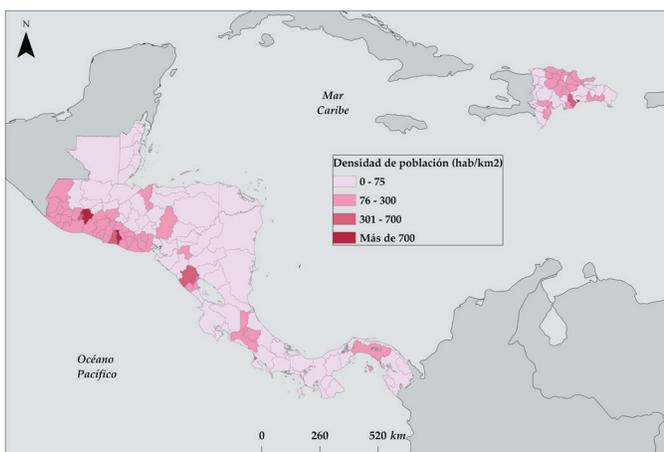
1960



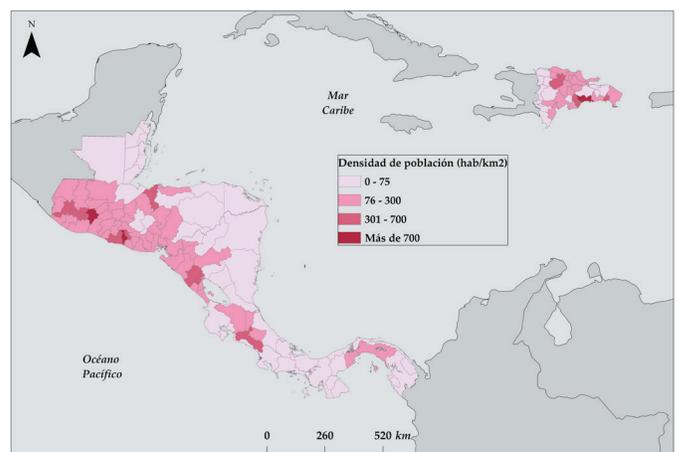
1970



1990



2010



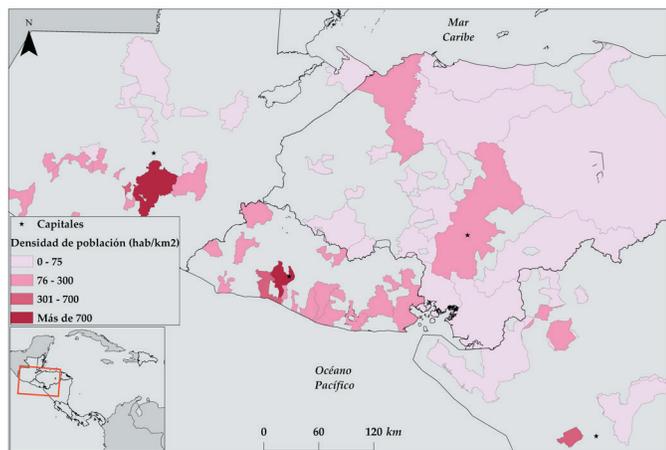
Fuente: Muñoz, 2021, con base en CCP, 2020.

### Mapa 6.17

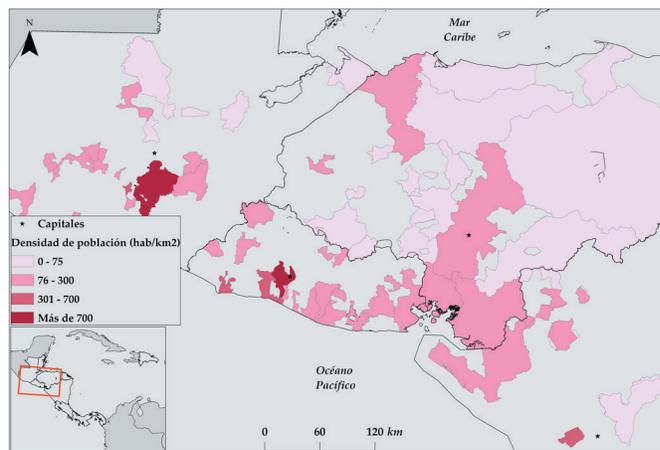
## El Salvador, Honduras y Nicaragua: evolución de la densidad de población en territorios críticos<sup>a/</sup> para desastres. 1990-2010

(habitantes por kilómetro cuadrado)

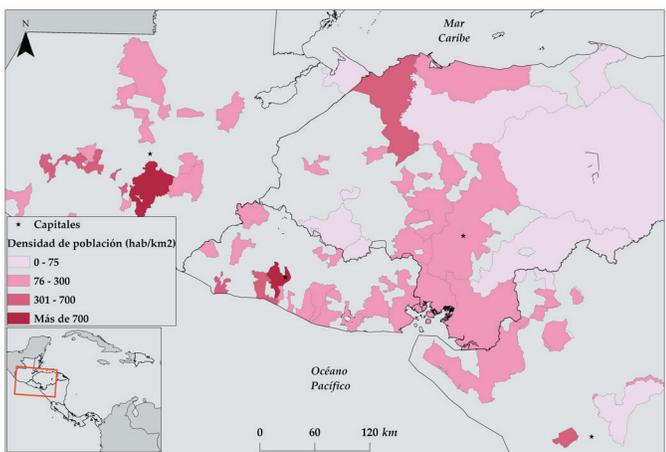
1990



2000



2010



a/ Por territorios críticos se entiende a los territorios con mayor concentración de desastres a partir del cálculo de tres herramientas geoestadísticas: La I de Moran global, la G de Getis – Ord y la I de Moran local; por lo que son estadísticamente significativos.

Fuente: Muñoz, 2021, con base en CCP, 2020.

### Uso del suelo

El último factor que se relaciona con la incidencia de desastres en este capítulo es el uso del suelo. Con el objetivo de evaluar el cambio en este rubro y de identificar tendencias regionales, se utilizan los resultados de una clasificación supervisada, aplicada al área de estudio en los años 1990, 2000, 2010 y 2018 con base en datos de la U.S. Geological Survey (USGS).

Según muestra el gráfico 6.9, en el conjunto de la región, la categoría de bosque ha mostrado una disminución en el área cubierta desde los años noventa. En con-

traste, el uso de pastos aumentó durante ese mismo período hasta representar en el año 2018 cerca del 50% del territorio. Sobresale la disminución de bosque como la más intensa (23,3% en veintiocho años). Esa tendencia decreciente concuerda con lo mostrado por algunas investigaciones, como las de Pasos et al. (1994) y Romano (2003), quienes asocian la pérdida de cobertura boscosa al aumento en la cantidad de desastres.

Sobre esto último, cabe notar que la disminución porcentual más intensa de bosque se dio entre 2010 y 2018, período que coincide con la distribución temporal

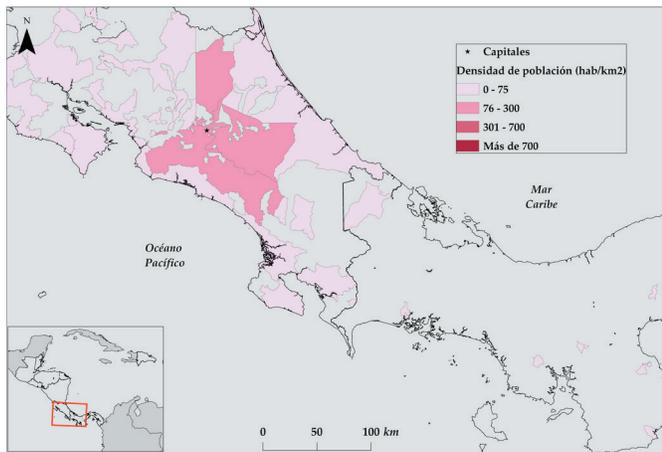
de la base de datos DesInventar graficada al inicio de este capítulo, y que muestra un crecimiento significativo en el registro de desastres. Esta situación puede estar relacionada con diversas dinámicas socioambientales, como la ocupación de territorios inadecuados para la ubicación de asentamientos humanos, lo que aumenta la exposición a diversos tipos de amenazas, y el deterioro del suelo mismo. No obstante, no es el único cambio que coincide con el aumento a largo plazo de los desastres; como se ha visto, el aumento poblacional, el crecimiento urbano desordenado y las malas condi-

Mapa 6.18

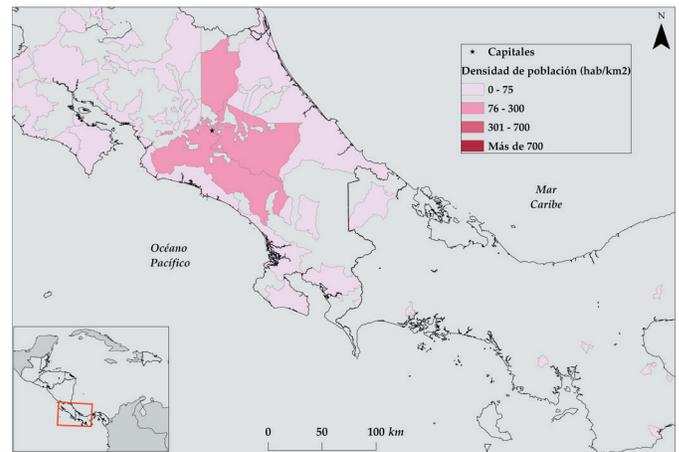
**Costa Rica y Panamá: evolución de la densidad de población en territorios críticos<sup>a/</sup> para desastres. 1990-2010**

(habitantes por kilómetro cuadrado)

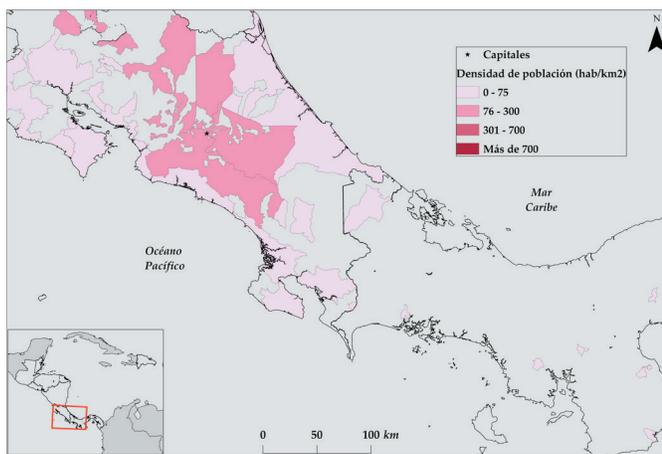
1990



2000



2010



a/ Por territorios críticos se entiende a los territorios con mayor concentración de desastres a partir del cálculo de tres herramientas geoestadísticas: La I de Moran global, la G de Getis – Ord y la I de Moran local; por lo que son estadísticamente significativos.

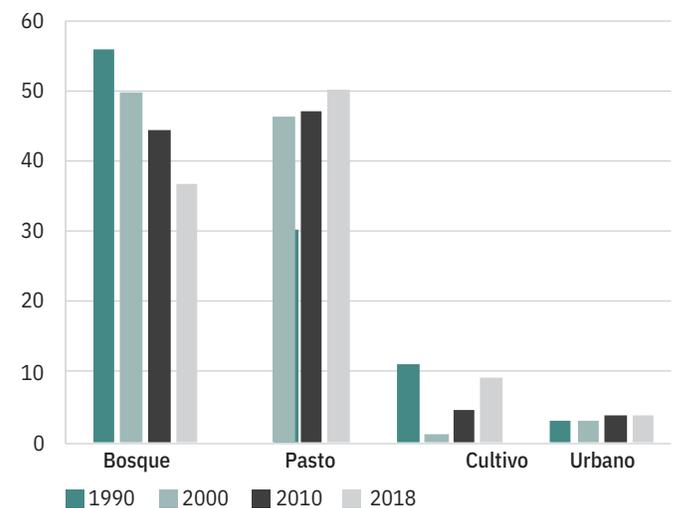
Fuente: Muñoz, 2021, con base en CCP, 2020.

ciones sociales y económicas de gran parte de la población han incrementado la exposición y la vulnerabilidad a estos eventos.

Un comportamiento contrario se muestra en las categorías "urbano" y, sobre todo, "pasto". Esta última, como se indicó, ha experimentado un crecimiento porcentual importante durante el período 1990-2018, al aumentar del 30 al 50%. En este punto, es necesario acotar que el porcentaje de uso del suelo para cultivos de los años 2000 y 2010 pertenece a períodos con una mayor proporción de datos faltantes, situación que podría explicar los valores tan bajos que muestra.

Gráfico 6.9

**Distribución del uso de suelo en Centroamérica, por tipo de uso, según año (en porcentajes)**



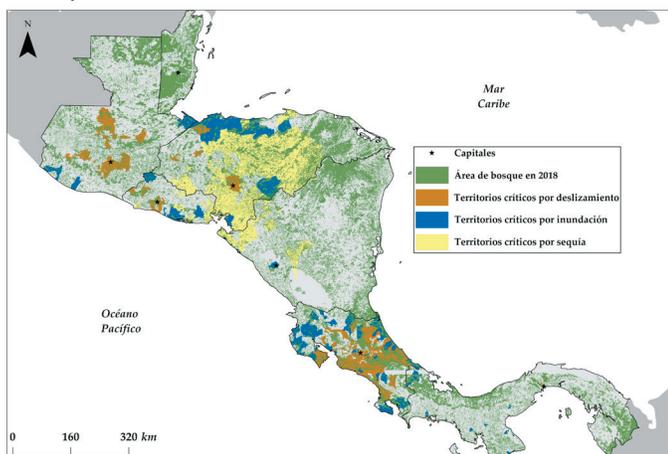
a/ No incluye a República Dominicana debido a que la fuente utilizada no tiene imágenes satelitales disponibles para este país.

Fuente: Muñoz, 2021 con base en USGS, 2021.

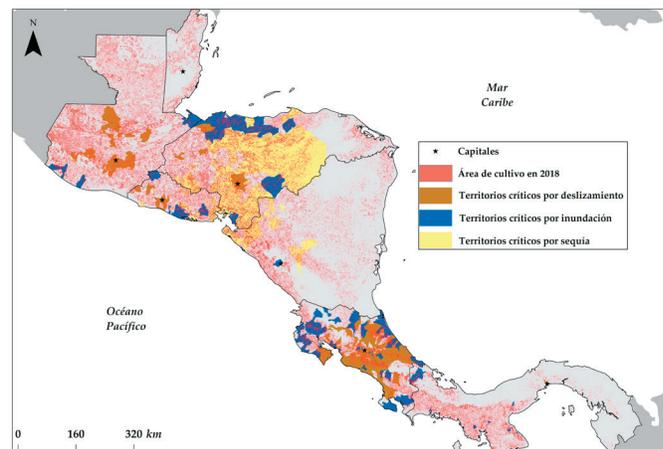
## Mapas 6.19

Centroamérica: ubicación de territorios críticos<sup>a/</sup> de desastre, según tipo de uso del suelo. 2018

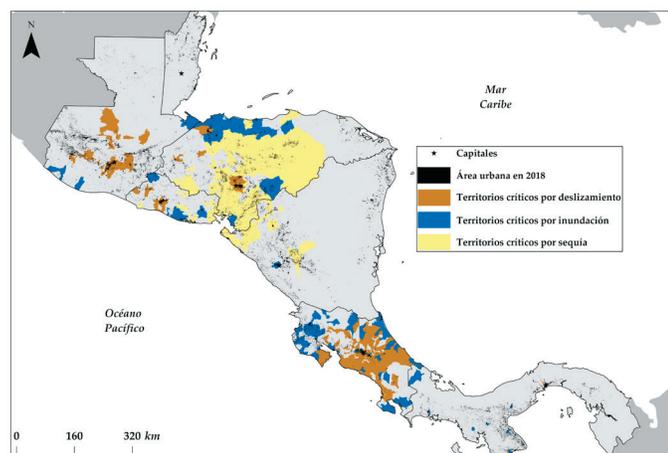
## Bosque



## Cultivo



## Urbano



a/ Se refiere a los territorios con mayor concentración de desastres a partir del cálculo de tres herramientas geoestadísticas: el I de Moran global, el I de Moran local y la G de Getis-Ord.

Fuente: Muñoz, 2021, con base en USGS, 2021 y DesInventar, 2020.

Tomando en cuenta la totalidad de registros de DesInventar que cuentan con información sobre uso de suelo (2.739), se obtiene que el 31% de ellos ocurrieron en la categoría "pasto", el 30% en "cultivo", el 29,5% en "bosque" y el 9,5% en "urbano". Dicha información permite contraponer los territorios críticos en materia de desastres que identificó este capítulo con los usos del suelo mayoritarios (mapas 6.19). Con esto se observa un importante traslape con la actividad productiva agrícola, y se evidencia que algunas áreas de bosque están también en zonas con alta incidencia de eventos, por ejemplo, de sequía en el llamado Triángulo Norte (Guatemala, Honduras

y El Salvador). En materia de uso urbano, destaca un claro traslape con las áreas de alta incidencia de deslizamientos, coherente con la presencia de poblaciones excluidas que viven en zonas de ladera u orillas de ríos, sin las condiciones de vivienda adecuadas.

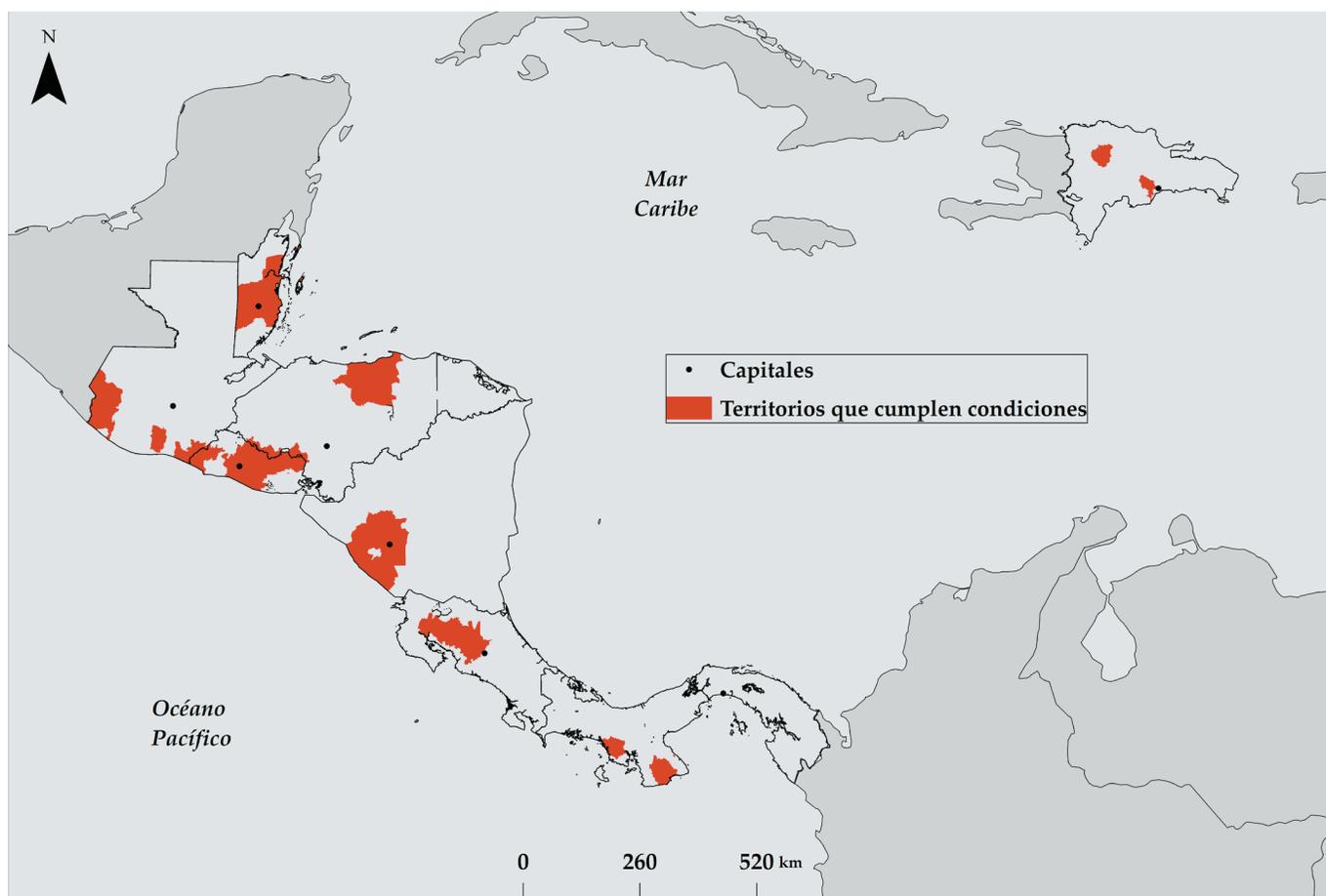
### Territorios susceptibles a desastres por diversas condiciones

A la luz de los resultados previamente analizados, se realizó el ejercicio de mapear todos los territorios que cumplen con varias condiciones estudiadas al mismo tiempo, para una incidencia alta de desastres: altitud menor a 1.000 m

s. n. m., densidad de población mayor a 76 habitantes por km<sup>2</sup> y valor promedio del índice estandarizado de precipitación (SPI, por su sigla en inglés) menor a -0,5. Con estos parámetros, el mapa 6.20 aproxima la ubicación de los territorios con alta incidencia de desastres, a partir de la información existente. Como se muestra, sigue un patrón similar a los mapas analizados con anterioridad, concentrando las zonas alrededor de las capitales y en la vertiente del Pacífico. Con todas las limitaciones metodológicas que se han advertido, el mapa 6.20 refuerza la noción expresada por diversos sectores de que la región enfrenta un escenario multiamenazas en materia

Mapa 6.20

### Centroamérica y República Dominicana: territorios que cumplen varias condiciones<sup>a/</sup> para la alta ocurrencia de desastres



de desastres, y que el crecimiento urbano no se ha visto acompañado de criterios claros de reducción de riesgo o prevención de desastres. En su mayoría, las metrópolis de Centroamérica y República Dominicana se expandieron sin cumplir con la normativa y directrices de política pública vigentes en materia de ordenamiento territorial, y aumentaron su población y densidad a partir de migraciones internas, que engrosaron las zonas de exclusión. Estos factores exponen a más personas a ese conjunto de amenazas físicas, que además se suman a la vulnerabilidad social y económica de esta población, al tiempo que afecta a sus medios de subsistencia, sus viviendas y su día a día. Es importante reconocer

que gran parte del crecimiento urbano a futuro se prevé en ciudades pequeñas y medianas, que al igual que las metrópolis, crecen sin planificación, lo cual puede hacer que aumente la frecuencia de los desastres (E: Lavell, 2021). Pero además de las áreas urbanas, tampoco los países priorizan de una manera clara o con planificación las zonas para otras actividades, como por ejemplo la producción agropecuaria, o en cómo proteger ciertos ecosistemas con un importante rol en la reducción de los riesgos. Todo ello deriva en que, a futuro, sea relevante afinar la clasificación establecida en este estudio sobre los territorios críticos, tal vez con un nivel más específico: consolidados, en transición, en crecimiento y otros.

### Implicaciones: oportunidades y desafíos

La investigación presentada en este capítulo permite dar precisión espacial al tema del riesgo, a partir del mapeo de la incidencia de los desastres y su relación con variables territoriales seleccionadas en el largo plazo. Esta información es una base importante para posibles estudios futuros que permitan entender y abordar el tema como una clara relación entre las condiciones físicas y territoriales, las amenazas propias asociadas a los eventos naturales y sionaturales, y la construcción social de riesgo que vive la población, los medios de vida y la infraestructura sobre la cual impactan los desastres.

La información aquí expuesta demuestra que los eventos de tipo hidrometeorológico concentran la incidencia y generan los mayores impactos, en especial inundaciones y deslizamientos. Junto a las condiciones físicas, como los niveles de precipitación y la altitud, que favorecen la incidencia de estos desastres, también afecta el aumento de la densidad poblacional, muy asociada a un crecimiento urbano desordenado y a las condiciones socioeconómicas propias de algunas urbes centroamericanas y de República Dominicana, donde los habitantes se ven obligados a vivir situaciones de riesgo.

El análisis espacial identificó inicialmente cuáles son los territorios críticos, es decir, los puntos en que la presencia de algún tipo de evento es recurrente en el tiempo. También analizó aquellos en los que se muestra afectación de varios tipos de eventos (inundaciones, deslizamientos y sequías). Con un análisis de correlación con variables seleccionadas, fue posible verificar que la recurrencia de amenazas combinada con características previas de vulnerabilidad (como la altitud, precipitación o tipo de uso del suelo)

conlleva que las zonas metropolitanas y varias de las áreas costeras sean puntos críticos de múltiples amenazas. Ello evidencia con claridad situaciones de riesgo que trascienden las fronteras entre los países y que, por lo tanto, podrían ser gestionadas de manera conjunta.

Del estudio surgen oportunidades para la política pública y la acción regional. Si bien el impacto constante de los desastres puede ser de conocimiento general, la visión territorial permite un acercamiento más preciso para la medición de impactos económicos y sociales que se realiza usualmente, y sobre todo, a priorizar en las políticas públicas de gestión del riesgo, sobre todo las preventivas y de alerta temprana, en aquellos territorios que concentran la incidencia de desastres. En una región con grandes carencias y necesidades de inversión en infraestructura pública, residencial y productiva, ello es fundamental para mitigar el riesgo y minimizar las pérdidas humanas, económicas y sociales. Este hecho es en especial relevante a la luz de los escenarios de cambio climático en la región.

Por último, se plantean retos importantes en materia de investigación. Primero, este capítulo no profundiza en todos los elementos relevantes para abordar la construcción social de riesgos. El carácter multifactorial de la vulnerabilidad hace que esa tarea sea compleja, y esta investigación tomó solo algunas variables relevantes. No obstante, la base territorial de estas permite impulsar el estudio de características concretas de las poblaciones y territorios específicos<sup>11</sup>. Esto refuerza la necesidad de información con carácter espacial en los países de la región, para la toma de decisiones basadas en evidencia, en este caso para la reducción de riesgos. Y segundo, aunque las bases aquí utilizadas son de largo plazo y sumamente útiles, también es importante trabajar en la generación de datos con metodologías de captura y criterios similares, que permitan la comparabilidad para ofrecer insumos de mayor calidad en la toma de decisiones y la formulación de políticas públicas y acciones regionales.

---

## Notas

1 Se refiere a los territorios con mayor concentración de desastres a partir del cálculo de tres herramientas geoestadísticas: el I de Moran global, el I de Moran local y la G de Getis-Ord.

2 En la sección metodológica, más adelante, se caracteriza dicha fuente con detalle.

3 La expresión "bipolaridad climática" se refiere a la diferenciación climática entre vertientes que existe en Centroamérica, causada por la interacción entre la circulación general del viento y el eje montañoso principal.

4 Se debe entender que el análisis de la densidad como factor es una aproximación limitada al tema, pues sin la consideración de aspectos sociales y económicos que diferencian territorios y grupos sociales concretos, no se logran mostrar posibles diferencias en la exposición. Por lo tanto, debe tomarse como una aproximación general.

5 No se consideró a República Dominicana debido a que la fuente utilizada (USGS) no dispone de imágenes satelitales para este país.

6 La información sobre desastres es desagregada a nivel de municipio en todos los países, excepto en Costa Rica, donde se desagrega a nivel distrital y en Panamá, donde se desagrega a nivel de corregimiento. En total, se utilizan 2.351 unidades geográficas diferentes.

7 DesInventar ofrece una guía metodológica donde define con claridad qué entender para cada evento. Esto se justifica por el hecho de que la diversidad de disciplinas, países y culturas conlleva el uso de diferentes nomenclaturas para referirse a los fenómenos. Un ejemplo claro de esta necesidad de estandarizar términos es precisamente este: avalancha. En Costa Rica, al día de hoy, no existen avalanchas registradas

porque el glosario de DesInventar define avalancha como un sinónimo de alud, y alud lo define como un desprendimiento de masa de hielo. Entonces, en Costa Rica no hay registros de aludes/avalanchas. De esta manera, todo lo que se refiere a un movimiento en masa de terrenos está registrado bajo "deslizamiento", "avenida torrencial" o en ocasiones, "aluvión" (E: Brenes, 2021). Esto es una limitación del registro que se puede resolver en este capítulo.

8 Las referencias anteceditas por la "E:" corresponden a entrevistas o comunicaciones personales realizadas durante el proceso de elaboración de este Informe. La información respectiva se presenta en la sección "Entrevistas", en las referencias bibliográficas de este capítulo.

9 El Corredor Seco Centroamericano se define como un grupo de ecosistemas que se combinan en la ecorregión del bosque tropical seco de Centroamérica, que inicia en Chiapas (México) y abarca las zonas bajas de la vertiente del Pacífico y gran parte de la región central premontana (0 a 800 m s. n. m.) de Guatemala, El Salvador, Nicaragua y parte de Costa Rica (hasta la provincia de Guanacaste); en Honduras, incluye fragmentos que se aproximan a la costa del Caribe (FAO, 2012).

10 Los eventos El Niño más importantes del período en estudio fueron: 1957 – 1959, 1965 – 1966, 1972 – 1973, 1982 – 1983, 1997 – 1998, 2002 – 2003 y 2014 – 2016 (Bonilla, 2014). En el caso de los eventos La Niña su delimitación temporal es más difusa.

11 Tal como en Retana, et al. (2017) del IMN con una propuesta metodológica de análisis de riesgo climático a escala cantonal para Costa Rica.



# Fe de erratas

## Sexto Informe Estado de la Región (2021)

**1** En la página 13 del resumen y 27 del informe completo digital e impreso, en el cuadro 0.1 léase Heizel Tórrez en lugar de Heizel Torres (fila 30).

**2** En la página 42 del resumen y 56 del informe completo web e impreso, léase la leyenda del gráfico 1.18 de la siguiente manera:

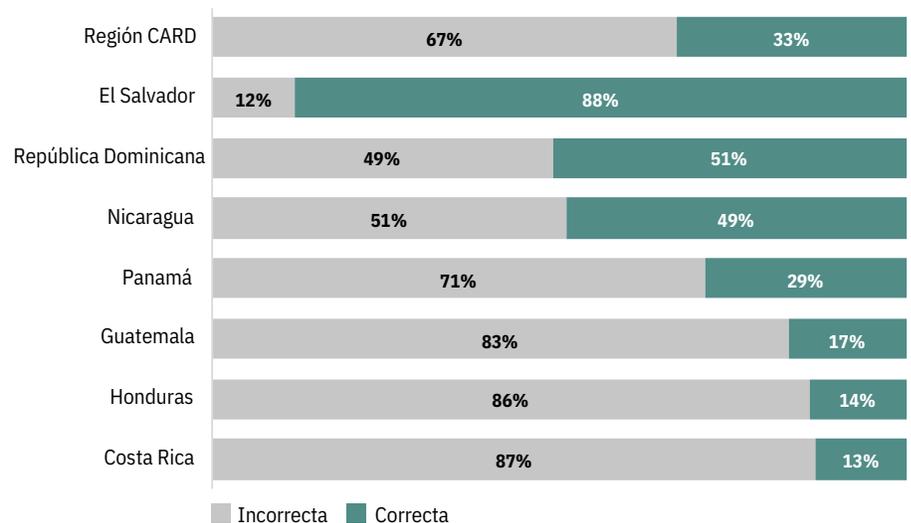
1. Color gris: Incorrecta
2. Color verde: Correcta.

**3** En la página 81 del informe (versión digital e impresa), léase el dato de precipitación de Guatemala para 2019 de la siguiente manera: 2.223,4 milímetros anuales acumulado.

Debe leerse el texto, de la primera columna bajo el título **Se agudiza la variabilidad climática** de la siguiente manera: “En la segunda mitad de la década anterior la variabilidad climática en la región se intensificó, evolución que tuvo efectos sociales y productivos en los territorios ubicados al norte del Istmo. Entre 2015 y 2019 no hubo un patrón uniforme en Centroamérica y República dominicana en cuanto al promedio de precipitaciones (grafico 2.1). Para todos los países, excepto para Panamá y Costa Rica, el 2019 fue el año más seco del periodo. En el caso de Guatemala, según García y Rabanales (2020), esta situación fue un motivo importante para el éxodo de más de 265.000 guatemaltecos y guatemaltecas hacia los Estados Unidos (130% más que en 2018), debido a la pérdida de cosechas y el daño producido por la sequía a vastas extensiones de cultivos”.

**Gráfico 1.18**

**Distribución de la población según su posición sobre el rumbo del país. 2021**

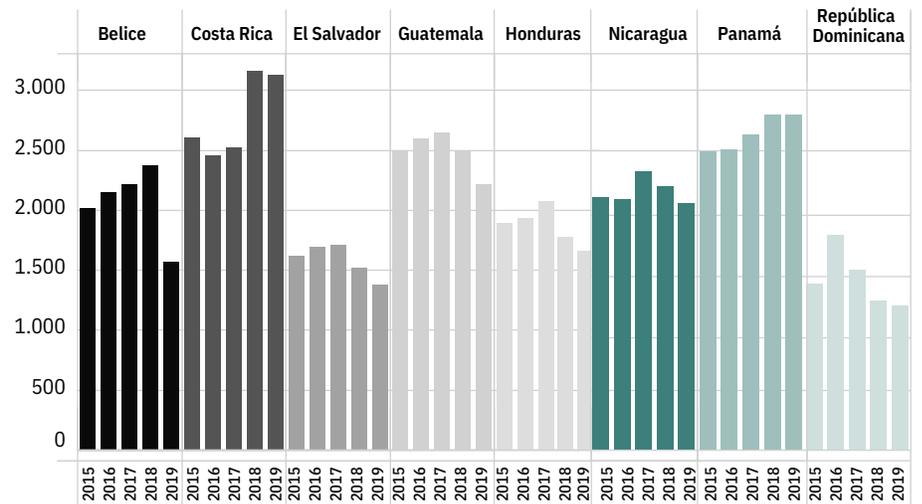


Fuente: Fernández y Mora, 2021 con datos de Borge y Asociados, 2021.

En el gráfico 2.1 se ajusta la barra del 2019 para el caso de Guatemala:

**Gráfico 2.1**

**Precipitación anual, según país**  
(milímetros anuales acumulados)



Fuente: Piedra, 2021 a partir de PEN, 2021 con datos de Cepal.

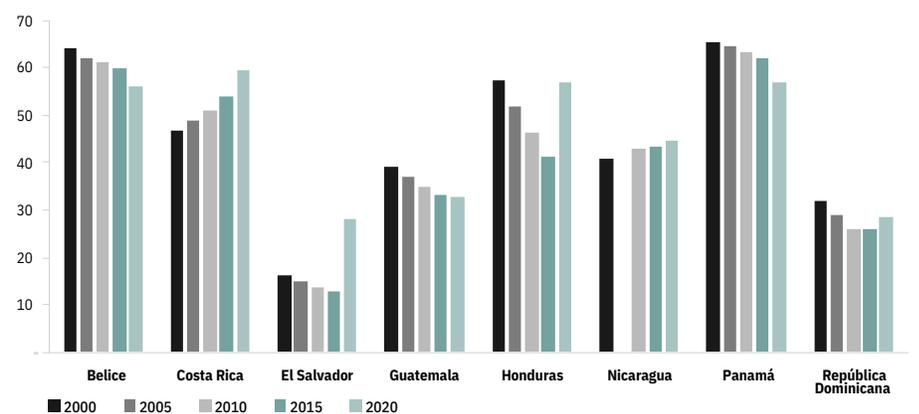
**4** En la página 86, el segundo párrafo de la segunda columna del capítulo 2 (informe digital e impreso) debe leerse: “Para 2020, República Dominicana y El Salvador tenía menos del 30% de su territorio con cobertura forestal (en ambos países fue de 28%). Guatemala (33%) y Nicaragua (44%) completa el grupo que tiene bosques en menos de la mitad de su territorio.” El resto del párrafo se queda igual.

**5** En la página 87 del informe (versión digital e impresa), el gráfico 2.6 se corrigen los datos de Nicaragua y República Dominicana que están invertidos y la fuente debe leerse: Piedra, 2021 con datos de FAO/ONU-ODS.

A continuación se adjunta el gráfico correcto.

**Gráfico 2.6**

**Evolución de la cobertura forestal, según país<sup>a/</sup>**  
(porcentaje del territorio)



a/ Los cambios anuales abruptos por quinquenio pueden deberse a factores de medición.

Fuente: Piedra, 2021 a partir de PEN, 2021 con datos del Banco Mundial.

**6** En la página 192 del capítulo 4 (informe digital e impreso), en el gráfico 4.30 se agregan las leyendas del gráfico para que lean:

Gris: sin internet  
Verde: con internet.

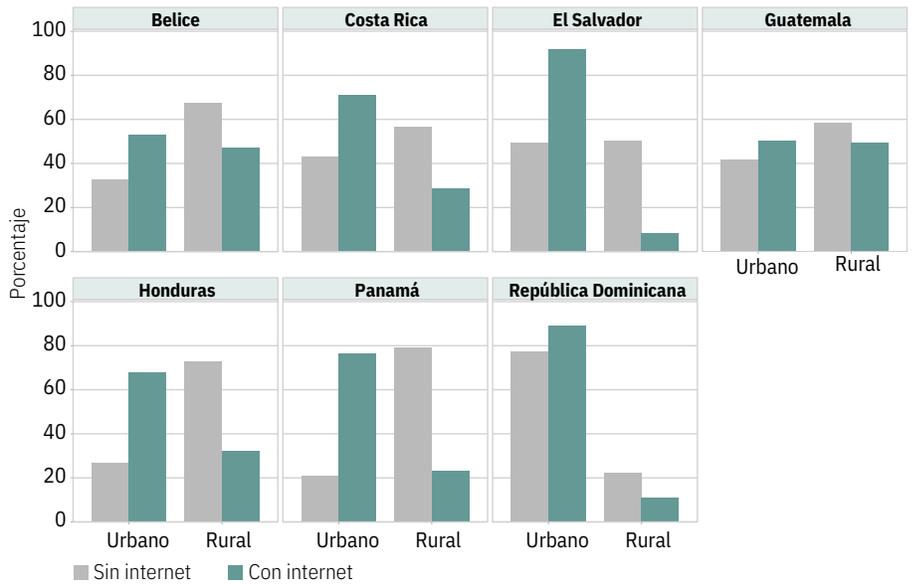
**7** En la página 210 del capítulo 5 (informe digital e impreso) en el gráfico 5.1, se incluye la nota:

a/ El CA5 incluye a Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua y Costa Rica.

Además, se corrige la fuente para que se lea: Gómez et. al, 2021 con datos del Test Identidades, ERCA.

**Gráfico 4.30**

**Acceso a computadora e internet en los hogares que tienen al menos una persona en edad escolar<sup>a/</sup>, por zona, según país<sup>b/</sup>. 2019**  
(porcentaje de la población)



a/ Menores de 17 años.

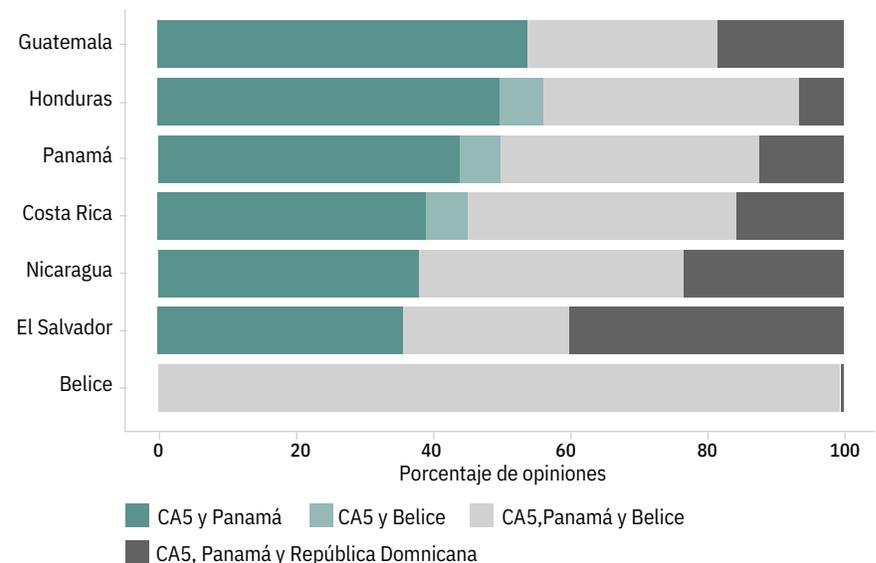
b/ La información de República Dominicana corresponde al año 2018.

Fuente: Estado de la Región con datos de las encuestas de hogares y de empleo e ingresos oficiales de los países.

**8** En la página 211 del capítulo 5 (informe digital e impreso) en el gráfico 5.2, se sustituye el gráfico.

**Gráfico 5.2**

**Proporción de opiniones sobre Centroamérica que se extienden más allá del CA5<sup>a/</sup>, según país. 2021**  
(porcentajes)



a/ El CA5 incluye a Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua y Costa Rica.

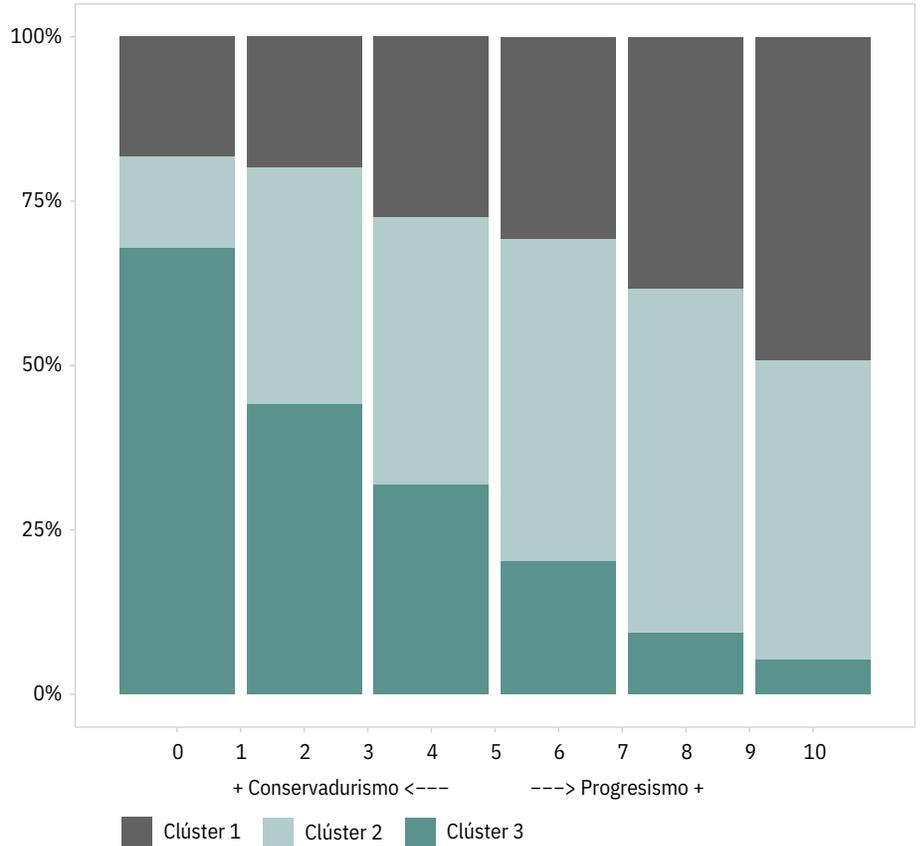
Fuente: Gómez Campos et al., 2021, con base en entrevistas en profundidad del PEN, 2021.

9 En la página 223 del capítulo 5 (informe digital e impreso) en el gráfico 5.11, se corrigen las leyendas para que se lean:

- Clúster 1 (integracionistas plenos): Gris
- Clúster 2 (integracionistas socioeconómicos): Verde claro
- Clúster 3 (integracionistas selectivos): Verde oscuro

Gráfico 5.11

**Distribución del resultado del análisis de clúster de apoyo a la integración regional en el eje ideológico de convivencia social. 2021**

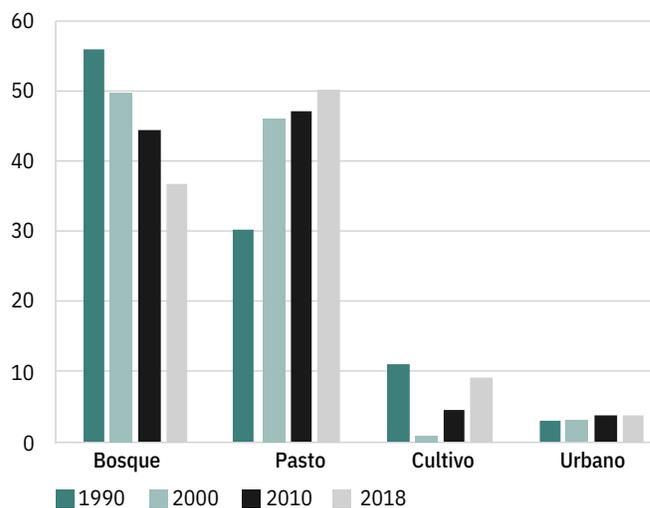


Fuente: Fernández y Guzmán, 2021, con datos del *Test Identidades*, ERCA.

**10** En la página 261 del capítulo 6 (informe digital), se sustituye el gráfico 6.9 porque tiene traslapada la barra correspondiente a 1990 en la categoría de pasto.

**Gráfico 6.9**

**Distribución del uso de suelo en Centroamérica, por tipo de uso, según año**  
(en porcentajes)



a/ No incluye a República Dominicana debido a que la fuente utilizada no tiene imágenes satelitales disponibles para este país.

Fuente: Muñoz, 2021 con base en USGS, 2021.

**11** En la página 268 del informe digital, en los reconocimientos de la primer columna léase Heizel Tórrez, Jueguen Guevara y Marjourie Martínez, del Centro Humboldt de Nicaragua.

**12** En las páginas 28 y 378, en los reconocimientos léase correctamente: Úrsula Roldán, Lizbeth Gramajo, Eduardo Baumeister, Miguel de León, Sindy Hernández y Carol Girón del Instituto de Investigación y Proyección sobre Dinámicas Globales y Territoriales de la Universidad Rafael Landívar.