



HACIA UNA

REPÚBLICA DOMINICANA

MÁS RESILIENTE

ROS



HACIA UNA

REPÚBLICA DOMINICANA



MÁS RESILIENTE



Textos

Dr. Eduardo Reinoso y especialistas de ERN, Roberto Despradel, Julio Cedillo, Eduardo Rojas, Carlos Nieto, Luis Ros, Leonel Melo y el equipo de abogados de OMG, Rafael Van der Borght, Lic. Bolívar Troncoso Morales

Diseño Editorial

Lourdes Saleme y Asociados

Fotografías ejecutivos

Luis Nova

Fotografías

Ryan DeBerardinis, Sarah J Lee, Ali Fahmi, Elizaveta Galitckaia, Joseph Sohm, Fotos593, Atikan Pornchaiprasit, Stock City, Sarah J. Lee, Austinding, Metin Ulker, Lavizzara, Gareth Bargate, Vaclav Lang, Frame Stock Footage, Doga Ayberk Demir, I love photo, Bilanol, Perfect Gui, Sdstockimage, FotoKina, Elizaveta Galitckaia, Simanta Talukdar, Simone Migliaro, Ungvar, Lifestyle Travel Photo, Pernandi Imanuddin, Erlucho, Stockvideo24, Elena Berd, Soto Creativo, Natanael Ginting / Shutterstock.com

Winterline / 123RF.com

Iconpix, JJ Gouin / Alamy Stock Photo

Impresión

Amigo del Hogar

Copyright ROS & Asociados

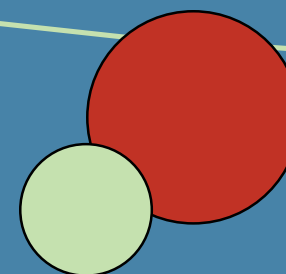
Impreso en 2024

ISBN: 978-9945-9481-0-3

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS

Ninguna parte de este libro puede ser alterada, reutilizada o reproducida por ningún medio sin el permiso por escrito del titular del copyright como autor intelectual del libro.

Las fotos publicadas en este libro fueron extraídas de una biblioteca digital y corresponden a eventos ocurridos en otros países, tales como Turquía, México y Chile, entre otros. Han sido utilizadas con fines ilustrativos de los potenciales daños a los que estamos expuestos.



La República Dominicana, por su ubicación en el Caribe y las fallas tectónicas que la atraviesan, ha sido históricamente vulnerable a desastres naturales de gran magnitud, como huracanes y terremotos. Estos eventos han causado significativas pérdidas humanas y materiales, impactando gravemente la infraestructura, la economía y el bienestar de la población. Esta vulnerabilidad subraya la necesidad de estar preparados y desarrollar mecanismos que fortalezcan nuestra resiliencia.





Contenido

	Ros, una trayectoria de innovación y credibilidad	8		Principales eventos catastróficos en el Caribe y Centroamérica y su impacto en el PBI	129	ESTRUCTURAS DE INVERSIÓN Y ALTERNATIVAS LEGALES PROPUESTA ROS	201
	Resiliencia es la meta y es una responsabilidad de todos	11		República Dominicana: Riesgo de exposición a ciclones tropicales (huracanes) y terremotos	134	Tema I	
	Prólogo	26		Los casos del Huracán María en Puerto Rico y el Terremoto de Haití: Las vulnerabilidades de desastres de alto impacto	140	Análisis de estructuras de inversión de desastres naturales	202
	El estudio	32		Principales Riesgos Globales Identificados para la próxima década: medioambientales y climáticos	143	Tema II	
1	LOS FENÓMENOS NATURALES, INTENSIDAD Y VULNERABILIDAD EN REPÚBLICA DOMINICANA	35		Planificación de las estrategias de financiamiento ante los desastres	153	Alternativas legales para responder a daños a la infraestructura del Estado causados por desastres naturales	210
	Amenazas por fenómenos geológicos	36				IMPUESTO SELECTIVO AL CONSUMO	210
	Amenazas por fenómenos hidrometeorológicos	50				ANEXOS	218
	Modelo de vulnerabilidad República Dominicana	80				ANEXO 1	
						REPÚBLICA DOMINICANA	
						PERFIL NACIONAL DE RIESGO HURACANES Y SISMOS	221
2	QUÉ PUEDE PASAR SI HOY SE REPITEN EL SISMO DE SANTIAGO O EL HURACÁN SAN ZENÓN	95		4		ANEXO 2	
	Construcción de una base de datos de exposición para República Dominicana	96		RECOMENDACIONES DE BUENAS PRÁCTICAS PARA LA PROTECCIÓN FINANCIERA DEL PAÍS Y DE LAS PERSONAS	161	USO DE SEGUROS PARAMÉTRICOS: EJEMPLO DE MÉXICO	227
				Recomendaciones de buenas prácticas para la protección financiera del país y de las personas	162	ANEXO 3	
						LA CLIMATOLOGÍA Y LA HIDROGRAFÍA COMO GENERADORES DE DESASTRES NATURALES EN REPÚBLICA DOMINICANA	239
3	EL IMPACTO ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LOS DESASTRES NATURALES EN REPÚBLICA DOMINICANA	125		5		ANEXO 4	
	La región del Caribe y Centroamérica: Zona de Alto Impacto para Huracanes y Terremotos	126		FALTA DE ASEGURAMIENTO DE LAS VIVIENDAS EN REPÚBLICA DOMINICANA	179	LA GEOLOGÍA Y LA GEOMORFOLOGÍA COMO CAUSANTES DE RIESGOS Y DESASTRES EN REPÚBLICA DOMINICANA	257
				Falta de Aseguramiento de las Viviendas en República Dominicana	180		
				PROPUESTA ROS			
				UNA APUESTA POR LA RESILIENCIA	190		
				Conclusiones	192		

Ros, una trayectoria de innovación y credibilidad

Fundada en 1972 por don Luis Ros Bello, bajo el amparo de la otrora Ley de Seguros No. 126 (sustituída por la Ley 146-02) que dio vigencia a la figura del corredor, Ros & Asociados es la primera firma de corredores de seguros de la República Dominicana. La incursión de don Luis en esta disciplina, con su experiencia en países donde el sector seguros estaba más desarrollado, sirvió de motor para introducir mejores prácticas que, definitivamente, apalancaron la transformación del mercado dominicano de seguros. Su vida, ejemplo de integridad y valores, unida a su clara visión del negocio, y la confianza que despertaba en sus clientes, junto a su credibilidad, vitales en nuestro hacer, cimientos de lo que hoy es Ros, constituyen su gran legado, componente fundamental de nuestro propósito.

La visión de Ros, desde sus inicios, estuvo orientada a la globalización, administrando los programas de seguros de las multinacionales más importantes establecidas en República Dominicana, constituyendo alianzas estratégicas con firmas internacionales de calidad mundial, innovando con coberturas especializadas, importando conocimientos, apegados a la premisa del aprendizaje continuo, esencial en este negocio. Estos fundamentos han sido la base para la búsqueda constante de soluciones globales a las necesidades siempre cambiantes de nuestro portafolio de clientes.

Estamos convencidos de que el seguro es uno de los pilares sobre los cuales descansa el desarrollo, al jugar un papel fundamental en la sostenibilidad de la actividad económica, responsable de la generación de riqueza. Desde los espacios de influencia ocupados por nuestro presidente, el señor Carlos Ros, hemos abogado siempre por elevar la conciencia de los dominicanos sobre los riesgos a los que estamos expuestos como nación, invitándolos a tomar acción y que la prevención alcance su justa posición en los planes estratégicos de nuestro país, nuestras empresas, de nuestras familias. Y, hemos dedicado esfuerzos importantes para promover una agenda nacional que cuente con una política de administración de riesgos que nos convierta en un país más resiliente, que respalde un crecimiento sólido y estable.

Al hacer balance, podemos concluir que tenemos una trayectoria de más de 50 años de evolución e innovación que nos permiten hoy compartir una experiencia acumulada invaluable. Son más de 50 años importando soluciones avanzadas de seguros y de administración de riesgos; Más de 50 años retando el mercado, induciendo un mejoramiento continuo en la oferta local de servicios alineados con las mejores prácticas internacionales. Más de 50 años de experiencia que ponemos al servicio de la sostenibilidad y el futuro de este, nuestro país.



Resiliencia es la meta y es una responsabilidad de todos

En nuestros momentos más importantes como empresa, antes que meramente celebrar, siempre hemos preferido trabajar para dejar un mensaje de valor, generar un impacto positivo, en nuestros colaboradores, nuestros clientes, y, especialmente, en la sociedad dominicana. Arribar a nuestro 50 Aniversario nos generó profundas reflexiones sobre nuestro legado, esa necesidad natural e imperiosa de trascender, de dejar evidencia de nuestro compromiso con esta sociedad a la que tanto debemos.

Partiendo de esta premisa, analizar y meditar sobre las complicaciones que nos generó la reciente pandemia, la cual puso de rodillas al mundo en un abrir y cerrar de ojos, nos develó una realidad irrefutable que validó nuestra decisión de invertir nuestros mejores esfuerzos para lograr un “reset” en la actitud de los líderes, de los ciudadanos de la República Dominicana frente a los riesgos que enfrentamos debido a nuestra ubicación geográfica y a las fallas tectónicas que atraviesan nuestro territorio.

Es válido recordar que durante la pandemia, todos los países estábamos condenados a los efectos del virus y al enfoque total en los controles necesarios. Nadie estaba en condiciones de aprovecharse o sacar ventaja de la situación adversa del otro, pues todos estábamos bajo la misma amenaza. Sin embargo,

debemos hacer conciencia de que éste no sería el caso si sufriéramos los embates de un huracán categoría 5, como le pasó a Puerto Rico con María en el 2017, o si se registrara en nuestra parte de la isla un sismo de magnitud 7.0, o mayor, como sucedió en Haití en el 2010. Durante el período de recuperación correspondiente, sin lugar a dudas, el flujo del turismo e inversiones, se desviaría hacia otros destinos, mermando los ingresos y la inversión, además de las cuantiosas pérdidas materiales, de vidas, y gastos colaterales. En otras palabras, sin un plan de financiamiento y de recuperación ante desastres, exponemos al país al riesgo de un retroceso económico que pondría en juego el desarrollo sostenible de nuestra economía.

La economía de la República Dominicana ha estado en una espiral ascendente de crecimiento por más de 25 años. Estamos acostumbrados a este tipo de titulares: *República Dominicana: Entre las 10 economías con mayor mejora para hacer negocios – RD, Un imán para la inversión extranjera – RD tiene la octava economía más grande en América Latina y la primera de Centroamérica y el Caribe – Conep propone a empresarios ayudar a duplicar el PIB de la RD para 2030 – Ministro de la Presidencia Ve posible duplicar economía para 2030*, titulares, que no son más que el reflejo de que definitivamente somos una nación en franco desarrollo. En Ros, al ver este panorama y mirar al futuro, desde la óptica del administrador de riesgos, nos preocupa que todos esos planes maravillosos, con toda la inversión de capital y tiempo correspondientes, pudieran verse frustrados con el mero paso de un huracán de alta envergadura, o por la activación inesperada de una de las fallas tectónicas latentes en nuestro territorio. Los desastres naturales suelen desencadenar crisis y los impactos económicos y financieros que traen consigo tienen el potencial de eliminar los logros que en materia de desarrollo a los países les llevó años conseguir. Por otro lado, ocupamos posiciones de riesgo, que igualmente son motivo de grandes titulares, a las que no debemos seguir dando la espalda:

La República Dominicana es uno de los países del mundo más vulnerables al cambio climático, ocupando el lugar número 11 en el mundo según el Global Climate Risk Index - Estudio Económico de América Latina y el Caribe 2023, de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), indica que República Dominicana figura entre los países de la región con mayor vulnerabilidad al cambio climático.

Si tomamos en cuenta que además, República Dominicana depende en gran medida de actividades económicas como el turismo, la agricultura y la minería, es aún más preocupante. En comparación con las economías avanzadas, países en desarrollo como el nuestro afrontan mayores riesgos financieros y macroeconómicos y son más vulnerables en las recesiones, a causa de su menor crecimiento económico, sus mayores niveles medios de endeudamiento, la mayor debilidad de sus instituciones, sus superiores costos de endeudamiento y su mayor dependencia de los precios de los productos básicos y los tipos de cambio. Ello nos expone a riesgos de crisis de hiperinflación, crisis cambiarias y situaciones de impago de la deuda.

El seguro juega un papel fundamental en el desarrollo económico, ya que permite y promueve la actividad económica. Permite asumir riesgos que apoyen el desarrollo con la tranquilidad de estar respaldados por su protección. Hay autores que lo definen como amortiguadores frente a acontecimientos adversos y como pegamento invisible de la sociedad.

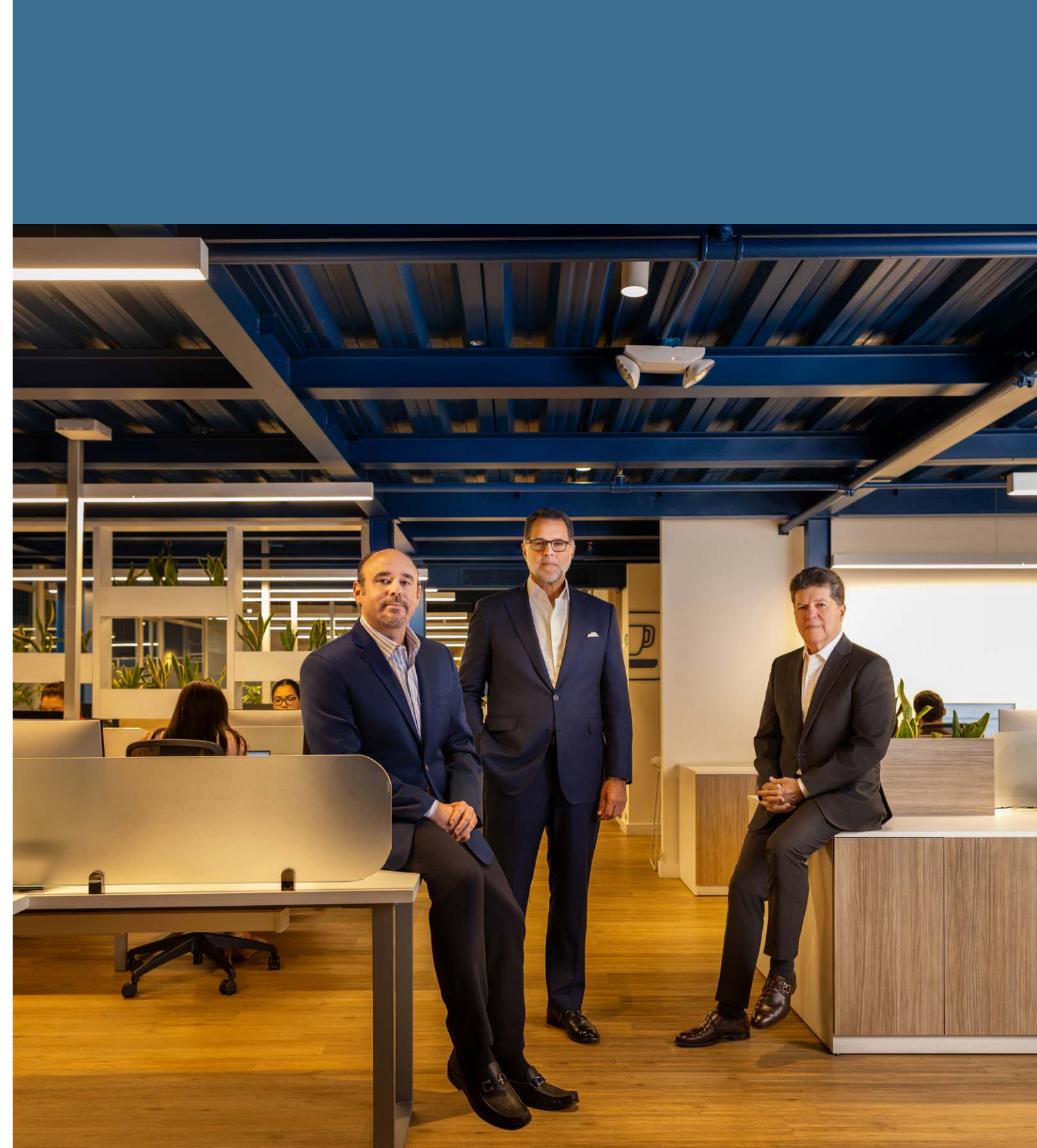
Aún así, es inconcebible que sigamos siendo uno de los países con más bajo consumo per cápita de seguros; esto es una manifestación de nuestra cultura sobre el manejo de riesgos y, precisamente, lo que entendemos debe cambiar. La industria de Seguros crece anualmente en porcentajes halagüeños. Sin embargo, tiene una muy baja penetración respecto del PIB, no superando el 1,3%, al igual que ocurre con la mayoría de los países de la región. En la 2da. parte del estudio, Roberto Despradel explica de forma detallada como estos bajos

niveles de penetración de seguros catastróficos en el país pondrían al Estado dominicano en aprietos para mitigar los impactos socioeconómicos de una catástrofe de gran envergadura, cuyo único recurso sería el endeudamiento público. Sin embargo, con los actuales niveles de endeudamiento del país con su relación al PBI, las decisiones de políticas públicas serían difíciles y complejas, pues pondrían a prueba las capacidades de nuevos financiamientos junto con presiones sociales.

Es por todas estas razones que decidimos celebrar este hito desde la gratitud, poniendo a la disposición del país un estudio preparado por especialistas presentando temas que deben ser abordados, de forma integral, tanto por el gobierno como por el sector privado, para convertirnos en un país más resiliente. Un estudio que arroja una mirada clara de por qué somos vulnerables a fenómenos naturales tan devastadores como los huracanes y los terremotos, y, como imperativo, presenta soluciones viables para convertirnos en un país resiliente, con la capacidad de reponerse en un espacio de tiempo razonable a un embate de la naturaleza.

En mayo del año pasado, en un acto conmemorativo de nuestro 50 Aniversario, ante un auditorio de casi 400 personas, entre clientes, representantes de la cúpula del empresariado dominicano, proveedores, autoridades gubernamentales, incluyendo la presencia de la honorable Vicepresidenta de la República, señora Raquel Peña, dimos a conocer los resultados preliminares del estudio, con la participación especial de los autores de cada capítulo. Logramos llamar la atención a un grupo selecto de tomadores de decisiones sobre esta problemática.

Con este proyecto, damos un paso al frente, como expertos en materia de riesgo y como representantes del sector privado, convencidos de que debemos ser protagonistas en la búsqueda de soluciones que garanticen la sostenibilidad de nuestra economía.



Richard Ros
SOCIO / VICEPRESIDENTE
COMERCIAL

Carlos E. Ros
PRESIDENTE / CEO

Luis Ros
SOCIO / VICEPRESIDENTE
RIESGOS CORPORATIVOS

En nuestras primeras indagaciones, nos topamos con un estudio realizado por el Banco Mundial en el 2014, titulado, Perfil Nacional de Riesgo, en el que se hace una estimación de las potenciales pérdidas económicas causadas por eventos naturales adversos de gran magnitud, donde se hizo un ejercicio revelador con gran parte de las catástrofes más importantes ocurridas en nuestro país a lo largo de la historia, que arrojó datos escalofriantes.

Como ejemplo, de acuerdo a lo que expone el estudio, si se registrara un sismo de la magnitud del ocurrido en Santiago en 1562, las pérdidas en valores del año 2014 se estiman en 11.6 mil millones de dólares. Si nos golpeara un huracán como San Zenón, igual, a valores del 2014, las pérdidas se estiman en 14.9 mil millones de dólares. En el anexo I podrán apreciar el resumen de estos hallazgos tan relevantes, publicados en el mencionado libro.

Ante esta realidad tan contundente, enfrentamos a nuestro entender tres grandes debilidades sobre las que debemos actuar ya, entre muchas otras: la infraestructura nacional no está asegurada, esto, incluyendo las redes de distribución de energía a pesar de los miles de millones invertidos en su extensión y modernización. Asegurar las principales carreteras que conectan los polos turísticos y de abastecimiento de la producción es un imperativo para que en el caso de que nos enfrentemos a una catástrofe mayor, podamos contar rápidamente con los recursos que nos permitirán rehabilitar la conexión entre los principales puntos generadores de actividad. Lo mismo pasa con las subestaciones de todo el tendido eléctrico. No podemos darnos el lujo de esperar meses para volver a la normalidad. Otra de esas debilidades, igualmente de gran preocupación, es que, siendo conservadores, nos atrevemos a afirmar que apenas un 4% de las viviendas en nuestro país están aseguradas. Imaginen el caos, si vivimos algo parecido a lo sucedido en Haití en el 2010, o en Turquía, o en Taiwán, recientemente. Debemos trabajar como sector asegurador de la mano con la Banca para promover la cobertura de seguros más allá de la deuda contraída en el

préstamo hipotecario. Es responsabilidad de todos hacer avances en este sentido para evitar lo sucedido en Chile, luego del terremoto. En el sector privado, las grandes y medianas empresas aprovechan las bondades del seguro, pero aún pueden mejorar, especialmente en la adopción de coberturas como la de lucro cesante o interrupción de negocios, que son cruciales para mantenerse a flote durante la recuperación de operaciones. Sin embargo, debemos trabajar de cerca con las pequeñas y las microempresas, que, sin tener estadísticas que lo validen, tenemos la percepción de que el nivel de aseguramiento debe ser parecido a lo que sucede con la vivienda, y, es de todos conocida, su importancia en la actividad económica nacional.

El estudio que hemos preparado es el resultado del esfuerzo de un equipo altamente calificado. Los capítulos I y II titulados *Los fenómenos naturales, intensidad y vulnerabilidad en República Dominicana y Qué puede pasar si hoy se repiten el sismo de Santiago o el huracán San Zenón* son de la autoría de la empresa mexicana Evaluación de Riesgos Naturales (ERN), que tiene ya más de 25 años en el mercado desarrollando estudios y herramientas de cálculo de riesgo al sector asegurador y a los gobiernos con el fin de dar certidumbre tanto del monto técnico de las primas de seguros como del monto de las reservas financieras para hacer frente a una posible catástrofe.

La investigación y elaboración de estas secciones estuvo a cargo del doctor Eduardo Reinoso, investigador titular del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con la participación de personal de la mencionada empresa ERN. Incluye una búsqueda bibliográfica de los estudios existentes relacionados con el objeto del proyecto, particularmente los que han sido realizados por universidades e instituciones dominicanas, por el Banco Mundial y por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Los doctores Julio Cedillo CEO de Aon Reinsurance Solutions y Eduardo Rojas, en un esfuerzo colaborativo, recogieron y contextualizaron iniciativas que se

Manuel Valdez
GERENTE GENERAL / COO

Carmen Yanet Méndez
VICEPRESIDENTE
SALUD INTERNACIONAL

Carlos E. Ros
PRESIDENTE / CEO



Carlos D. Nieto
VICEPRESIDENTE
TÉCNICO

Norberto González
VICEPRESIDENTE
SALUD Y BIENESTAR

Richard Ros
SOCIO / VICEPRESIDENTE
COMERCIAL

Luis Ros
SOCIO / VICEPRESIDENTE
RIESGOS CORPORATIVOS

han venido desarrollando particularmente en México para dar respuesta a contingencias derivadas de desastres naturales en un trabajo que titularon *Recomendaciones de buenas prácticas para la protección financiera del país y de las personas*. Cuenta, además, con un análisis titulado *El impacto económico y financiero de los desastres naturales en República Dominicana* en el que la firma DASA, una empresa de consultoría económica, financiera y de comercio internacional, representada por el reputado economista Roberto Despradel, efectúa las proyecciones necesarias para permitirnos conocer el impacto económico que representaría en el país una catástrofe mayor.

También, atendiendo a la problemática de la falta de aseguramiento de las viviendas en nuestro país, incluimos un capítulo de la autoría de Carlos D. Nieto, Vicepresidente Técnico de Ros, con más de 35 años de experiencia en nuestro mercado, en el que delineamos las terribles consecuencias que a nivel de la población podríamos enfrentar con los niveles actuales de aseguramiento. Como parte de los anexos, incluimos la participación del licenciado Bolívar Troncoso Morales, geógrafo dominicano especializado en Exposiciones a Pérdidas Catastróficas, quien ha contribuido con las secciones La geología y la geomorfología como causantes de riesgos y desastres y La climatología y la hidrografía como generadores de desastres naturales en la República Dominicana, en las que resume la historia y las características de eventos naturales ocurridos en el país y de sus recursos hidrográficos.

El estudio concluye con una Propuesta de inversión para desastres naturales cuya realización estuvo a cargo de la reconocida firma de abogados OMG. En ella, se recogen las iniciativas con las que Ros & Asociados quiere contribuir hacia la protección frente a desastres naturales de las infraestructuras del Estado, presentando una propuesta de requerimientos de financiación para cubrir daños que pudieran ser provocados por desastres naturales, y explorando alternativas legales para responder a tales contingencias.

La República Dominicana se ha convertido en un referente mundial por la certeza y forma con la que asumió el desafío que nos impuso la pandemia. En ello jugó un papel preponderante la facilidad con la que hemos logrado hacer alianza entre los sectores público y privado, modelo que igualmente debemos utilizar para enfrentar exitosamente las consecuencias devastadoras de futuras catástrofes naturales.

Por un lado, nuestra propuesta de mecanismos viables permitiría al Estado disponer de los fondos necesarios para crear las condiciones que permitan el aseguramiento de las principales carreteras y de la distribución eléctrica, como una opción razonable para enfrentar con éxito las pérdidas que pudieran presentarse, sin castigar las arcas nacionales. De igual manera, el sector privado se compromete a crear un fideicomiso de contingencia para recaudar y canalizar recursos de forma ordenada y transparente a los sectores vulnerables que se identifiquen como damnificados.

Antes de concluir, me permito parte de este espacio para extender mi sincero agradecimiento a personas clave que nos ayudaron a dar forma a este gran sueño: Al Ministerio de Economía Planificación y Desarrollo y su viceministro Alexis Cruz, quienes guiaron nuestros primeros pasos al iniciar las indagaciones; también, a Rafael Van der Borgh del Banco Mundial, autor del Perfil Nacional de Riesgo; igualmente, a Bolívar Troncoso Morales, Director General del Instituto Geográfico Nacional, quien con mucha apertura cedió sus publicaciones sobre la Geomorfología Dominicana, que sirvieron de referencia a los investigadores y que aparecen en los anexos de nuestro libro.

De manera especial, al equipo de profesionales que realizó las investigaciones cuyos resultados dan valor a nuestro libro: A Leonel Melo, presidente de la Fundación OMG, quien acogió la idea con mucho entusiasmo, convencido de su potencial impacto social y puso a disposición de la iniciativa su gran equipo de abogados para estructurar el marco legal de nuestra propuesta; a

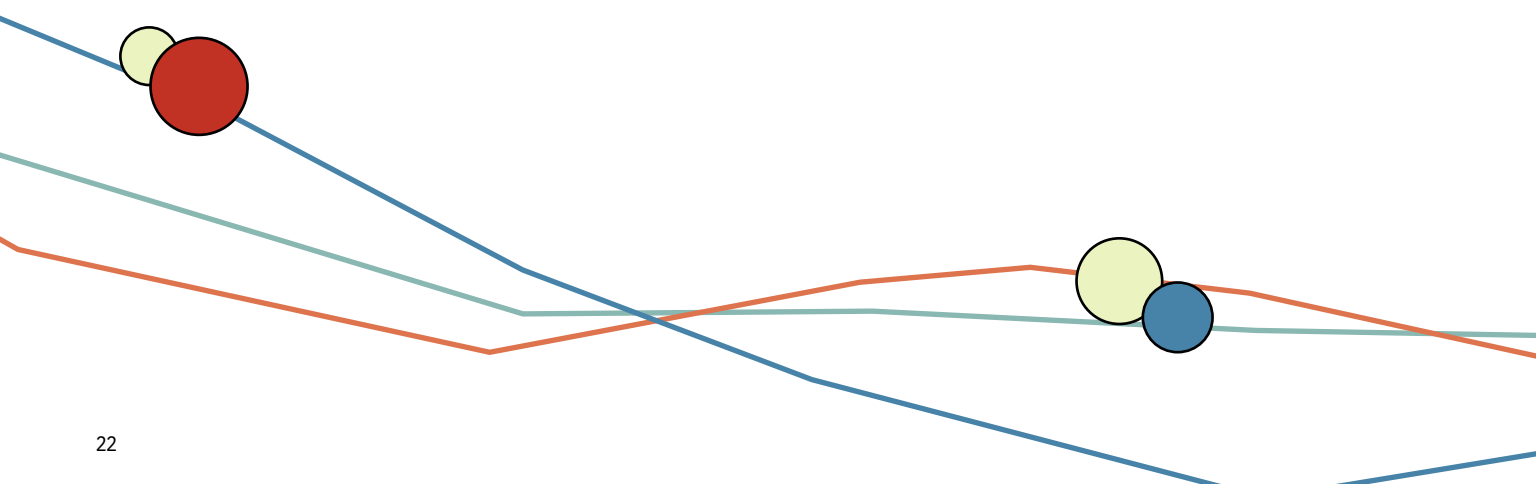
Julio Cedillo, CEO de AON Reinsurance Solutions para México y Centroamérica, AON es el corredor de reaseguros más grande del mundo y nuestro aliado estratégico internacional más importante; Eduardo Reinoso, Cofundador y asesor científico de la firma ERN de México, por su valiosa contribución; Roberto Despradel – Socio y CEO de la firma DASA, quien profundizó hasta lograr un capítulo revelador sobre la dimensión del impacto económico que tendría una catástrofe mayor en República Dominicana; y, Carlos Nieto, vicepresidente Técnico de Ros, con más de 30 años en nuestra empresa. Nos acompañó desde el primer día a delimitar el alcance del estudio y escribió el capítulo sobre la problemática de la falta de aseguramiento de las viviendas en nuestro país. También, a Celso Juan Marranzini, presidente del Conep y a César Dargam, vicepresidente Ejecutivo, quienes nos dieron su apoyo inmediato al conocer los detalles de esta iniciativa. A mis socios, Luis y Richard Ros por su respaldo absoluto en la ejecución de este proyecto y a Fátima De la Cruz quien tuvo a su cargo la coordinación, edición y supervisión de todas las actividades relacionadas a esta publicación.

Y, finalmente, a todo el equipo de Ros que, con compromiso y pasión, guía a nuestros clientes en la toma de decisiones acertadas para administrar sus riesgos, asegurando su resiliencia y la continuidad de sus negocios.

Resiliencia es la meta. Y es una labor de todos. El Estado en su rol fundamental de asegurar las condiciones internas para un buen desarrollo de la economía y solucionar los diferentes problemas económicos de carácter nacional, tiene una responsabilidad que asumir. No puede seguir esperando a que las cosas no sucedan cuando tenemos evidencias tan cerca de lo devastador que puede resultar un desastre natural. El sector privado empresarial necesita las garantías para seguir invirtiendo y generar riqueza, y en un punto deben actuar en comunidad para lograr la protección de nuestros sueños, del bienestar alcanzado, por el que hemos luchado tanto.

Para nosotros, constituye un honor y un privilegio poder compartir, de cara a nuestros próximos 50 años, los principales hallazgos y propuestas contenidas en el trabajo aquí presentado. Ha sido un reto colocar la “capacidad de resiliencia nacional” en el epicentro de la celebración de nuestro quincuagésimo aniversario. Ahora nos queda perseguir el sueño de lograr que igualmente ésta se inserte en la agenda nacional.

Carlos Ros
PRESIDENTE / CEO, ROS & ASOCIADOS, SRL



Carlos E. Ros
PRESIDENTE / CEO

Richard Ros
SOCIO / VICEPRESIDENTE
COMERCIAL

Carlos Eduardo Ros
GERENTE DE CUENTAS



Daniel Ros
GERENTE DE CUENTAS

Luis Ros
SOCIO / VICEPRESIDENTE
RIESGOS CORPORATIVOS



KEEP
RIGHT



Prólogo

Cuando recibí la invitación de Carlos para escribir este prólogo, no solo me sentí honrado y motivado, sino muy identificado, por quienes son, como son y qué representan los logros que han alcanzado.

Ros & Asociados es una empresa pionera en el corretaje de seguros en la República Dominicana y, al celebrar su 50 Aniversario, rendimos tributo a su fundador, y, a la vez, reconocemos a su segunda y tercera generación que junto a todo su equipo de colaboradores han continuado el legado, con excelencia, y la misión de hacer la diferencia, ser líderes en el mercado.

Por experiencia propia, puedo afirmar que el ADN de ROS está caracterizado por la ética, responsabilidad, profesionalidad, sentido de urgencia combinado con innovaciones constantes. El centro de su universo son sus clientes. Nunca olvidaré y quedaré eternamente agradecido por el gran apoyo y asesoría que desinteresadamente recibimos sin ser sus clientes, en los momentos más difíciles, luego de un incidente. Solo habían pasado instantes del mismo y ya Carlos Ros estaba ofreciendo su respaldo y asesoría, la cual resultó ser clave en todo el proceso de recuperación.

ROS se ha convertido en un abanderado de la gestión integral de riesgo de desastres ¿Qué hace falta para que como país seamos más resilientes? ¿Qué hace falta para la coordinación de procesos entre varios actores para reducir, prevenir, responder y apoyar la rehabilitación y recuperación frente a eventuales emergencias y desastres?

Este concepto surge durante la Segunda Guerra Mundial, con un alcance

muy limitado y poca evolución hasta la década de los 60s. Es a partir de 2015 cuando en el seno la Organización de las Naciones Unidas se adopta el Marco de Sendai, proveyendo un enfoque mas completo de este tema, y fomentando iniciativas como la Alianza del Sector Privado para Sociedades Resilientes ante Desastres (ARISE). El Marco de Sendai hace énfasis en las acciones necesarias, y con reconocida autoridad señala: “Enfrentar los factores subyacentes al riesgo de desastres mediante inversiones públicas y privadas basadas en información sobre estos riesgos es más rentable que depender principalmente de la respuesta y la recuperación después de los desastres, y contribuye al desarrollo sostenible”.

Hace apenas algunos años, introducir este tema podía parecer teórico. Realmente, todo lo que veremos en este libro sería difícil de entender si la realidad no nos hubiese golpeado tan fuerte tantas veces en nuestro país, ubicado en la ruta de los huracanes.

Quisiera también compartirles la experiencia práctica que desde el Consejo Nacional de la Empresa Privada hemos vivido, tan solo en los últimos 3 años. En un período tan corto de tiempo, nos correspondió actuar frente a tres situaciones de riesgo: una sanitaria, una institucional y una atmosférica. No quiero recordar mucho un tema como la pandemia del COVID-19, pero podremos apreciar en su justa dimensión los aprendizajes de una experiencia que puso a prueba todas nuestras capacidades.

Desde CONEP pudimos movilizar recursos financieros aportados por empresas

privadas, pero, sobre todo, invertimos horas de trabajo conjuntamente con las autoridades de nuestro Gobierno, para fortalecer las capacidades de respuesta de nuestro sistema sanitario, y, posteriormente, vacunar e inmunizar a la población. Si bien no podemos ignorar los efectos negativos de la misma, la efectividad de la mas exitosa alianza público-privada del pasado reciente contribuyó a la velocidad de la recuperación.

Recientemente, en septiembre del 2022, el huracán Fiona tocó nuestro territorio. La intensidad de sus vientos, y la focalización de su impactos redujeron sus efectos. Aun así, en vidas, infraestructura, y en la economía, fuimos muy afectados. El costo en primas se estima en RD\$5,000MM. La colaboración y respuesta rápida fueron efectivas. Como si lo vivido fuera poco, quisiera echar un vistazo al futuro. A principios de 2023, el Foro Económico Mundial publicó su Informe de Riesgos Globales, donde hace un seguimiento de la percepción del tema con expertos y líderes de gobiernos, empresas y sociedad civil.

Nuestro país es proclive a los efectos que podrían derivarse de la mayoría de estos eventos. En CONEP, el Comité de GIRD que tenia carácter coyuntural, hoy es permanente. Y, constantemente, nos preguntamos, ¿estábamos lo suficientemente preparados para estos eventos? ¿A dónde podríamos llegar si podemos mejorar nuestra capacidad de prevenir, e invertir en la mitigación de sus efectos? ¿Cuál es la situación de nuestro país cuando la participación del sector seguros apenas representa 1.6% del PIB, contrastando con 3% promedio en Latinoamérica?

Como si se tratase de un análisis empírico, todo lo anterior conjugado con la experiencia práctica que hemos tenido, me permite validar la imperiosa necesidad de abordar con seriedad la gestión integral de riesgos que nos permita pasar de la reactividad a la proactividad. Con las exposiciones que encontrarán en este estudio, podrán apreciar las situaciones de riesgo a las

que estamos expuestos, el impacto económico y financiero de las mismas, las recomendaciones de buenas prácticas para la protección y propuesta de inversión estructurada y fundamentada.

Una vez mas felicito a ROS en su 50 Aniversario, y reconozco su visión al plantear una situación estratégicamente importante, y acompañarla de propuestas tangibles y realizables. Tenemos un camino por delante, que inicia con un primer paso. Que esto se convierta en un llamado a la acción del sector público y privado, para conjuntamente con otros actores contribuir a la construcción una sociedad más resiliente.

Celso J. Marranzini

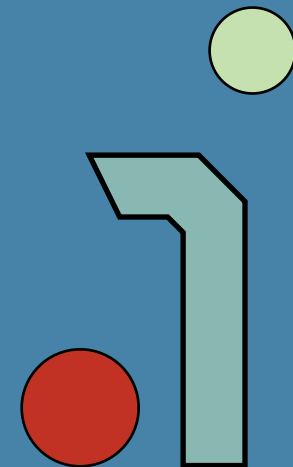
PRESIDENTE DEL CONSEJO NACIONAL DE LA EMPRESA PRIVADA





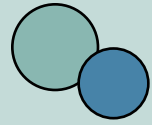
El estudio

El estudio que hemos preparado es el fruto del esfuerzo de un equipo altamente calificado, que dedicó más de dos años de trabajo para entregar un documento exhaustivo y contundente sobre la situación de los riesgos en la República Dominicana. En este informe, se analizan en detalle las amenazas a las que está expuesto el país, y se proponen soluciones viables y estratégicas para abordar estos desafíos en el corto, mediano y largo plazo.



Los fenómenos naturales, intensidad y vulnerabilidad en República Dominicana

Dr. Eduardo Reinoso
y especialistas de ERN



Amenazas por fenómenos geológicos



Se describen los resultados de la modelación de las amenazas geológicas (sismo y tsunami) e hidrometeorológicas (inundación y huracán) para la República Dominicana; este análisis incluye específicamente la modelación de escenarios de eventos catastróficos-históricos de referencia: el sismo de Santiago (02-12-1562, M7.7) y el huracán San Zenón (3-09-1930). Asimismo, se desarrolló un modelo analítico de la vulnerabilidad o daño estructural ante los fenómenos naturales indicados para algunos activos de diferentes sectores en República Dominicana: educativo, salud, vivienda y transporte.

Amenazas por fenómenos geológicos AMENAZA SÍSMICA

El entorno sismo-tectónico local de la República Dominicana, localizada en el extremo oriental de la Isla de La Española, es controlado principalmente por la interacción entre las placas de Norte América y del Caribe. En la interfaz de estas dos placas se genera un complejo sistema tectónico con un gran número de fallas que crea una franja sísmicamente activa a lo largo del límite de placa. La Figura 1.1 muestra el contexto sismo-tectónico para la región de estudio. En el Anexo I y a nivel continental, se describe a detalle los condicionantes geológicos y geomorfológicos y su relación con el riesgo sísmico en el arco antillano.

La placa del Caribe se extiende desde las Antillas Menores al este, hasta la costa pacífica de América Central al oeste, y desde La Española al norte hasta las costas septentrionales colombianas y venezolanas. El movimiento relativo de las placas tectónicas, caracterizado por incluir estructuras de desgarre y de subducción que resultan en una convergencia oblicua de ambas placas, da

lugar a los diferentes regímenes tectónicos que se presentan en la República Dominicana. Hacia el oeste de la isla las fallas Enriquillo-Plantain Garden y Septentrional, ambas con orientación E-W, absorben el componente transcurrente sinistral del movimiento relativo de las placas. Por otro lado, hacia el oriente, se encuentran zonas de subducción en el norte y sudeste de la isla (subducción Norte Hispaniola y Fosa de los Muertos).

Las estructuras principales anteriormente mencionadas se complementan con una serie de fallas inversas adicionales en el centro de la isla que reflejan el movimiento compresivo generado (Bertil et al., 2010). Debido a su localización, estas fallas solo se consideran para definir la amenaza sísmica mas no la tsunamigénica. Para la evaluación probabilista del peligro sísmico en la región, además de las fuentes de subducción, todas aquellas localizadas dentro de una distancia de alrededor de 500km, deben de ser incluidas. La Figura 1.2 muestra los principales sistemas de fallamiento para La Española. De la Figura 1.2 se pueden identificar sistemas importantes de fallamiento tales como la falla del norte de La Española, la falla Septentrional, la falla Enriquillo-Plantain Garden, la zona de la fosa de los Muertos, la falla Hispaniola y la trinchera de Puerto Rico (ECHO et al., 2004; Bertil et ál., 2010). La figura también muestra en rojo las áreas de ruptura aproximadas para

FIGURA 1.1
Entorno sismo-tectónico del Caribe.

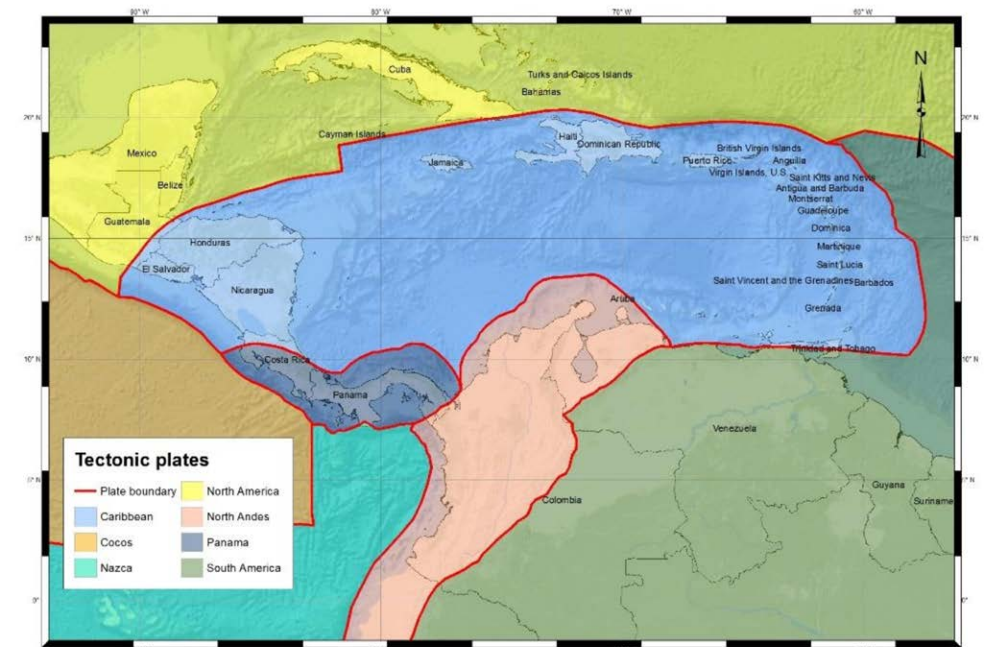
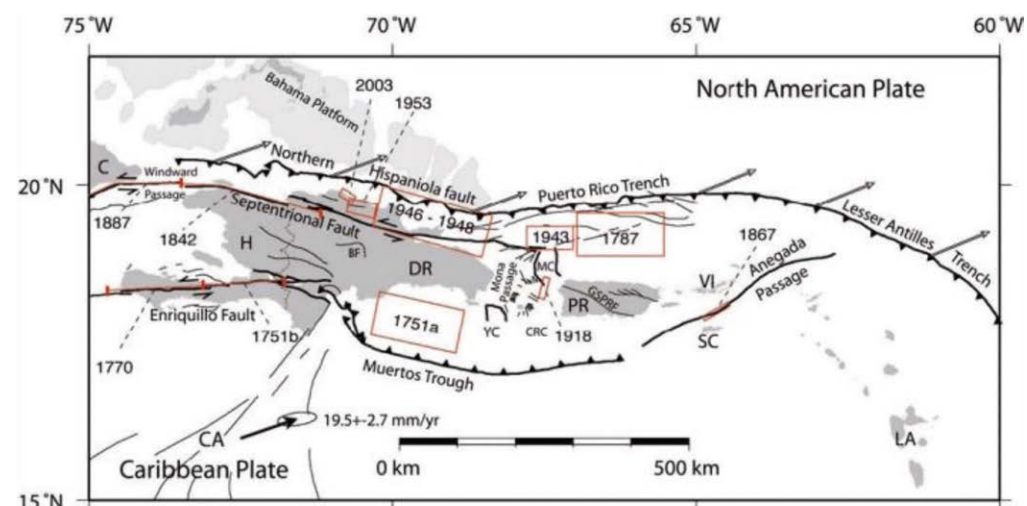


FIGURA 1.2
Sistemas de fallamiento en La Española
(Tomado de: Maneker et al. (2008)).



grandes eventos históricos en la zona, entre los que se destaca una propuesta de ubicación y tamaño del terremoto de 1751.

Sismos históricos

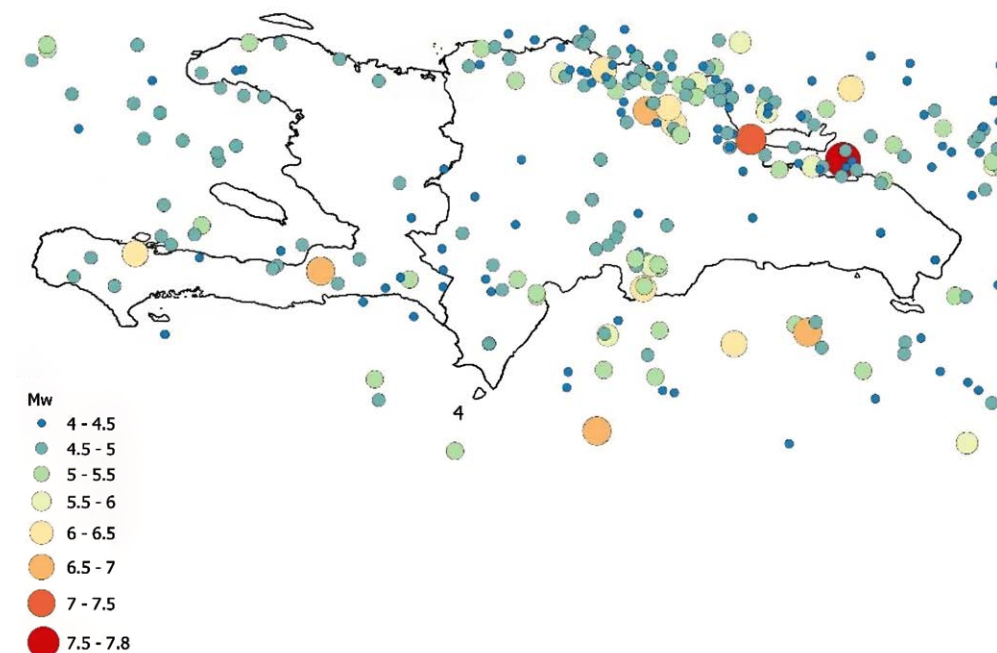
La historia sismotectónica de la República Dominicana es bastante amplia pues ha sido bien documentada mediante crónicas y reportes oficiales y eclesiásticos desde tiempos de la colonia. Es conocido que el país ha sido afectado por eventos sísmicos destructivos que en varias ocasiones dieron lugar a la reubicación de poblados debido al grado de destrucción ocasionado. Entre los eventos más devastadores se recuerda principalmente el sismo de 1562 en el cual quedan destruidas las villas de Santiago de los Caballeros y de la Vega; el sismo de Azua de 1751 que ocasiona la reubicación de los poblados de Azua y El Seibo; y el sismo de Samaná de 1946. Sin embargo, dado que la República Dominicana comparte el territorio de la isla de La Española con Haití, es necesario hacer una revisión integral de los eventos que históricamente han afectado a la isla en su conjunto considerando que alguno de ellos podría haber afectado simultáneamente a ambos países. La Tabla 1.1 resume los eventos históricos más importantes ocurridos en la isla y cuales han sido sus principales consecuencias.

TABLA 1.1
Principales eventos sísmicos ocurridos en la isla
(Flores, C.H. et al, 2011, Brink, Uri et al, 2011 y Gómez, N. Saenz, P, 2009)

FECHA	MAGNITUD	UBICACIÓN	MUERTOS	DESCRIPCIÓN
02-12-1562	7.7	Santiago, La Vega	ND	El sismo afectó a las villas más importantes en ese momento, pero especialmente la de Santiago de los Caballeros y Concepción de la Vega, que son destruidas totalmente y tienen que ser reubicadas como consecuencia. También se registraron fuertes daños en Puerto Plata y en Santo Domingo.
07-09-1615	7.5	Santo Domingo	ND	Tuvo su origen cerca de San Juan, Puerto Rico. Se sintió en toda la isla, pero sus efectos principales fueron en Santo Domingo en donde causó graves daños. Se registraron réplicas durante 42 días. Un huracán ocurrió días después. Existen relatos de daños tanto por el huracán como por el sismo.
??-01-1665	6.8	Santo Domingo, Old Azua	5	La iglesia principal y el convento de Santo Domingo resultaron dañados por los efectos del sismo, en Azua también se presentaron daños en el templo de la ciudad.
09-05-1673	7.3	Santo Domingo, Old Azua	24	El sismo causó muchos daños y algunas pérdidas de vidas en Santo Domingo, en donde casi la totalidad de las edificaciones fueron destruidas. Probablemente hubo heridos en toda la isla.
??-??-1684	7.0	Santo Domingo, Old Azua	ND	Se registraron serios daños en Santo Domingo y en buena parte de la isla. Muchas iglesias, edificios oficiales y edificios públicos tuvieron que ser reconstruidos en la ciudad.
??-??-1691	7.5	Old Azua, Santo Domingo	ND	Fue el último evento sísmico registrado durante el siglo XVII que afectó la isla y las Antillas. La región sur de la isla resultó ser la más afectada. Destruyó la ciudad de Azua y causó graves daños en Santo Domingo.
18-10-1751	ND	Old Azua, Old Seibo, Santo Domingo	ND	Es considerado uno de los sismos más destructivos registrados en la isla. Las ciudades de Azua y El Seibo resultaron destruidas. El grado de destrucción fue tal que ocasionó el desplazamiento de las ciudades a sus ubicaciones actuales. El evento generó un tsunami. En Azua toda la destrucción dejada por el sismo fue cubierta por la inundación que produjo el tsunami. Santo Domingo también registró daños en viviendas y edificios principales.
11-02-1783	ND	Santiago	ND	Hubo afectaciones en iglesias y casas de ladrillo de la ciudad de Santiago de los Caballeros.

FECHA	MAGNITUD	UBICACIÓN	MUERTOS	DESCRIPCIÓN
7-05-1842	7.6	Puerto Plata, La Vega y Santiago	5000+	Este sismo causó extensos daños a lo largo la zona norte de la isla. La destrucción fue mayor del lado francés. Del lado español, los daños se concentraron en Puerto Plata, La Vega, Santiago y Monte Cristi. Es uno de los sismos más severos registrados en la isla, la ciudad de Santiago de los Caballeros fue destruida y fueron estimados cerca de 2000 muertos solo en esta ciudad. Diversos edificios colapsaron en Santo Domingo y La Vega. El sismo generó un tsunami que inundó diversas poblaciones costeras en el norte.
29-12-1897	6.5	Santiago, Altamira		Se registran fuertes daños en Altamira y Santiago, donde iglesias y edificios gubernamentales resultaron gravemente dañados, las vías férreas entre Santiago y Puerto Plata fueron afectadas y el cable submarino se desgarró. Los cementerios de ambas ciudades también quedaron en ruinas.
11-05-1910		Azua, Barahona, Santo Domingo y San Cristóbal.		Se sintió fuertemente en Azua y Santo Domingo, en donde las casas quedaron agrietadas. La parte más fuerte del terremoto ocurrió en la bahía de Ocoa donde el dique se rompió.
06-10-1911	6.8	Bonao, San Juan de la Maguana	3	Llamado “el sismo de San Bruno” se siente en la zona central del país. En San Juan de la Maguana la mayoría de las estructuras fueron dañadas. La iglesia parroquial construida de piedra quedó reducida a ruinas y el cementerio fue destruido. En Azua y Santo Domingo se registraron daños moderados.
24-04-1916	6.8	Boya, Bayaguana y Santo Domingo		Ocurrió en un área escasamente poblada en el extremo noreste de La Española por lo que ocasionó relativamente poco daño. En Boya y Bayaguana las iglesias quedaron totalmente destruidas. En Santo Domingo no se reportaron mayores daños. El sismo se sintió en varias de las islas vecinas.
04-08-1946	7.8	Matanzas, Nagua, Puerto Plata, Santiago de los Caballeros, La Vega, San Pedro de Macorís, San Francisco de Macorís, Salcedo, Moca, Monte Plata y Santo Domingo	3000	La ciudad más afectada fue Matanzas, pero muchas ciudades reportaron daños. Se derrumbaron muchos edificios. Las vías del ferrocarril quedaron retorcidas como hebras de alambre de acero. Las carreteras estaban destrozadas. Las réplicas del 8 de agosto y del 21 de agosto fueron tan fuertes como el sismo provocando un pánico general. En un año se registraron cerca de 1200 réplicas. El sismo fue acompañado de un tsunami que ahogó a casi 100 personas es el pueblo de Matanzas, 100 km al oeste-noroeste del epicentro.
22-09-2003	6.4	Puerto Plata	3	Se percibe en toda la isla generando daños de consideración en viviendas tanto del territorio dominicano como haitiano. Puerto Plata fue la ciudad más afectada con daños en infraestructura de transporte y servicios.

FIGURA 1.3
Catálogo
depurado para
la República
Dominicana
($M_w \geq 4.0$, entre
1900 y 2019).



La Figura 1.3 muestra el catálogo sísmico principal después de haber sido sometido a un proceso de depuración de réplicas y homogeneización de las magnitudes a magnitud de momento (M_w), para eventos con magnitudes originales reportadas en M_s o m_b . El catálogo comprende la actividad sísmica registrada entre 1900 y 2019 en toda la isla.

Mapas de amenaza sísmica

El enfoque utilizado para la evaluación probabilista del peligro sísmico (mapas de amenaza) está basado en la propuesta clásica de Esteva (1967) y Cornell (1968), en la cual la zona bajo estudio se divide en una serie de provincias, donde cada una de ellas se asume con características sismo-tectónicas similares. A partir de la caracterización del proceso de ocurrencia de terremotos en cada zona y la cuantificación de las intensidades del movimiento en términos de, por ejemplo, aceleración espectral, es posible el cálculo de las relaciones entre intensidades y probabilidades de ocurrencia en cada sitio de interés. En las Figuras 1.4 a 1.7 se presentan los mapas de amenaza sísmica probabilista en términos de aceleración máxima de terreno (PGA, Peak Ground Acceleration) para diferentes períodos de retorno, 200, 475, 1,000 y 2,500 años (DGODT, 2012). Estos permiten visualizar las regiones donde podrían presentarse las mayores aceleraciones en el suelo.

La zona de mayor amenaza se concentra en la región nororiental de la isla, de forma paralela a la dirección de la falla Septentrional y casi superponiéndose sobre esta (Figura 1.2). Justo es sobre esta zona, comprendida entre la falla Septentrional y falla del norte de La Española, donde han ocurrido un gran número de los eventos históricos importantes. En esta región habita cerca de un tercio de la población total del país.

Se puede apreciar también otra zona de intensidades sísmicas altas en el área que bordea el lago Enriquillo y que coincide con la falla Enriquillo-Plantain Garden que atraviesa todo Haití y termina sobre esta región. El evento de 1911 conocido como sismo de San Bruno se produjo en esta zona.

AMENAZA TSUNAMIGÉNICA

Como consecuencia del entorno sismo-tectónico en que se encuentra la isla de La Española deben considerarse dentro de las amenazas causadas por fenómenos geológicos, los tsunamis. En este tipo de amenaza, el evento detonante puede ser un sismo, un deslizamiento o una erupción volcánica. En el caso de sismo, la onda se genera normalmente por el desplazamiento vertical de una gran masa de agua a consecuencia del movimiento de la placa tectónica donde se origina el evento. La onda puede viajar por miles de kilómetros e impactar simultáneamente las costas de varios continentes generando daños, destrucción y muerte en las franjas costeras correspondientes (DGODT, 2012).

En la República Dominicana se han presentado sismos importantes que han generado tsunamis de proporciones considerables para el tamaño de las comunidades afectadas. En particular, los eventos sísmicos de 1751, 1842 y 1946 son recordados por haber causado gran cantidad de pérdidas en vidas

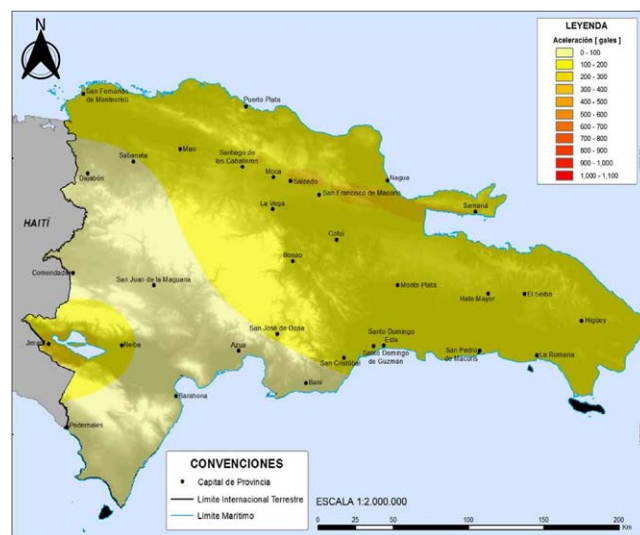


FIGURA 1.4
Mapa de amenaza sísmica, PGA = 200 años.

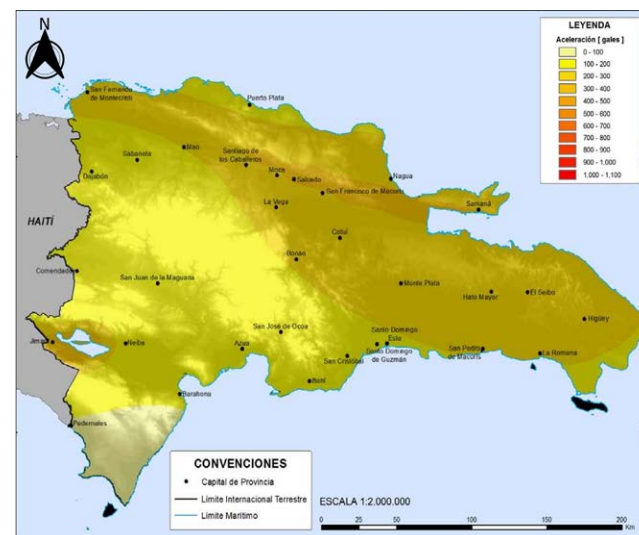


FIGURA 1.5
Mapa de amenaza sísmica, PGA = 475 años.

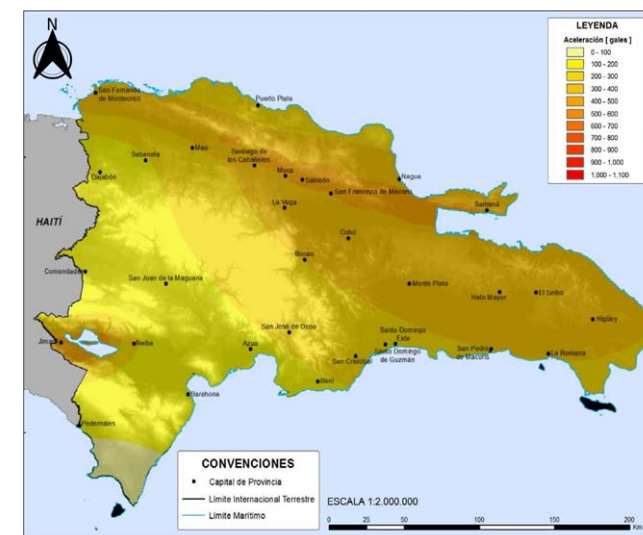


FIGURA 1.6
Mapa de amenaza sísmica, PGA = 1,000 años.

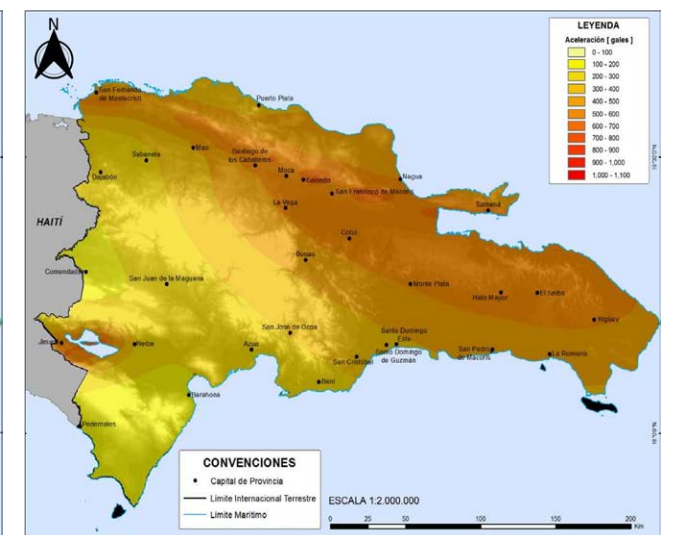


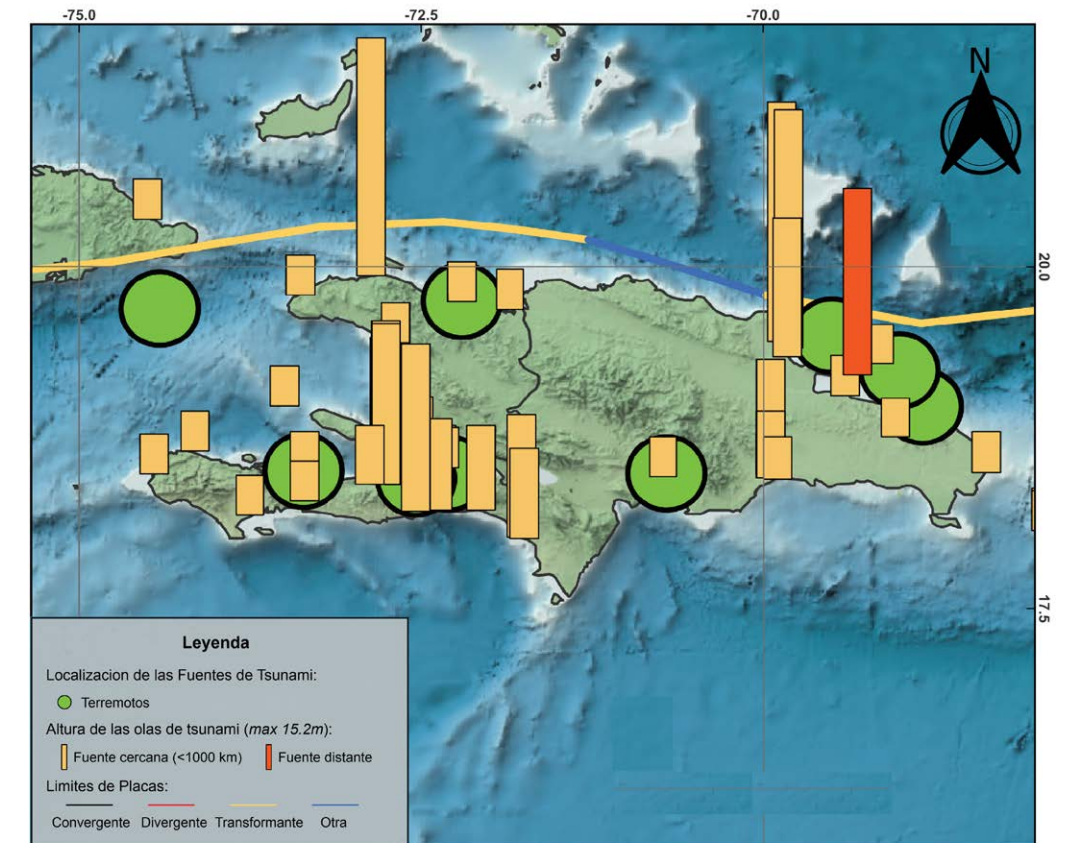
FIGURA 1.7
Mapa de amenaza sísmica, PGA = 2,500 años.

humanas y, en algunos de los casos, como se comentó anteriormente, por haber provocado la reubicación de las poblaciones afectadas. Es importante tener como referencia este tipo de eventos, dado que permiten entender su potencial destructivo. La Tabla 1.2 presenta una breve reseña de algunos tsunamis históricos importantes que han ocurrido.

TABLA 1.2
Principales eventos tsunamigénicos ocurridos en la isla
(Flores, C.H. et al, 2011, Brink, Uri et al, 2011 y Gómez, N. Saenz, P, 2009)

FECHA	ALTURA DE OLA	UBICACIÓN	MUERTOS	DESCRIPCIÓN
18/10/1751	ND	Azua	ND	El tsunami inundó por completo la ciudad de Azua, que también fue destruida por el sismo previo.
7/05/1842	2 m	Monte Cristi	ND	La zona de impacto del tsunami para este evento está muy bien localizada, algunos científicos han especulado que el terremoto también pudo haber desencadenado la superposición de tsunamis generados por deslizamientos de tierra. Se anegó el delta del río Yaque afectando severamente a Monte Cristi y Cabo Manzanillo, en Samaná también hubo afectaciones por la llegada de la ola.
04/08/1946	5m	Nagua	100	La población de Matancitas fue destruida en su totalidad, en algunos lugares que se encontraban bajo el nivel del mar, las olas ingresaron hasta 5 km tierra adentro. Esta ciudad fue tan dañada por la ola del mar que fue abandonada. Fueron reportadas alrededor de 100 personas muertas, todas por ahogamiento, pues no habían pesados de mampostería para derrumbarse. Los informes indicaron que el aumento del agua probablemente no superó los 2.5 m.

FIGURA 1.8
Tsunamis históricos para la isla de La Española.
(UNESCO/COI, NOAA/NCEI, WDS e ITIC - septiembre 2020).



La Figura 1.8 presenta los tsunamis históricos y las alturas de ola observadas para la isla de La Española: este mapa fue desarrollado en una colaboración de la UNESCO con la NOAA. La información que contiene el mapa, proviene del NCEI y de la base de datos de tsunamis históricos del WDS que incluye las fuentes de tsunamis de todo el mundo desde 1410 a.C. hasta agosto 2020. Para la isla de La Española se han registrado cerca de 30 tsunamis de fuentes cercanas y uno de fuente distante. La altura de la barra está relacionada con el tamaño de la ola. Los círculos verdes indican el evento sísmico que generó el tsunami.

Mapas de amenaza tsunamigénica

Para llevar a cabo el análisis de peligro por inundación de tsunami (mapas de amenaza) es necesario identificar la sismicidad en la región a partir de la información histórica de aquellos sismos con la capacidad de generar tsunami (eventos tsunamigénicos). Con estos eventos se puede obtener un catálogo estocástico de eventos con datos de su localización, magnitud y geometría de las rupturas con lo que es posible determinar cuáles eventos tienen potencial de ocasionar tsunami, asignando la misma frecuencia anual del evento sísmico que lo genera.

Se calcula la deformación vertical del fondo marino que es la condición inicial del movimiento del agua, utilizando algunas metodologías propuestas por autores dedicados al tema (Okada, 1985). Una vez obtenida esta deformación, se modela la propagación del tsunami empleando modelos matemáticos que usan datos detallados de batimetría y topografía para calcular la altura de ola máxima en puntos predeterminados sobre la línea de costa, lo cual permite estimar la altura de inundación tierra adentro en la línea costera.

De la Figura 1.9 a Figura 1.12 se presentan los mapas de amenaza tsunamigénica probabilistas en términos de profundidad máxima de inundación para diferentes períodos de retorno, 50, 100, 475 y 1000 años (DGODT, 2012). Las zonas con mayor peligro de tsunami abarcan toda la costa norte del país en

donde la amenaza sísmica es también mayor. En el extremo oriental del país la amenaza es considerable debido a los eventos que puedan originarse por sismos de zonas más apartadas. En el sur del país el mayor peligro se distribuye entre la bahía de Neiba y la bahía de Ocoa (en donde ocurrió el tsunami histórico de 1751), así como en la zona de Santo Domingo, Boca Chica y San Pedro de Macorís.

BIBLIOGRAFÍA

Bertil D., Lemoine A., Winter T. and Belvaux M. (2010). Microzonificación sísmica de Santiago – República Dominicana. Amenaza regional. Informe final. BRGM/RC-59107-FR.

Brink, U., Bakun, W., Flores, C.H. 2011. “Historical perspective in seismic hazard to Hispaniola and the northeast Caribbean region”: JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 116, B12318, doi:10.1029/2011JB008497.

Cornell C.A. (1968). “Engineering seismic risk analysis”. Bulletin of the Seismological Society of America. 58(5):1583-1606.

Chalas J.A. 2008. “Situación histórica e instrumental de terremotos y maremotos producidos en la Hispaniola”. Sociedad Dominicana de Sismología e Ingeniería Sísmica. Obtenido de: <https://repositorio.unphu.edu.do/bitstream/handle/123456789/2263/Situacion%20historica%20e%20instrumental%20de%20terremotos%20y%20maremotos%20producidos%20en%20la%20Hispaniola.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

DIRECCIÓN GENERAL DE ORDENAMIENTO Y DESARROLLO TERRITORIAL (DGODT) 2012. “Amenazas y Riesgos Naturales REPÚBLICA DOMINICANA. COMPENDIO DE MAPAS”. Ministerio de Economía,

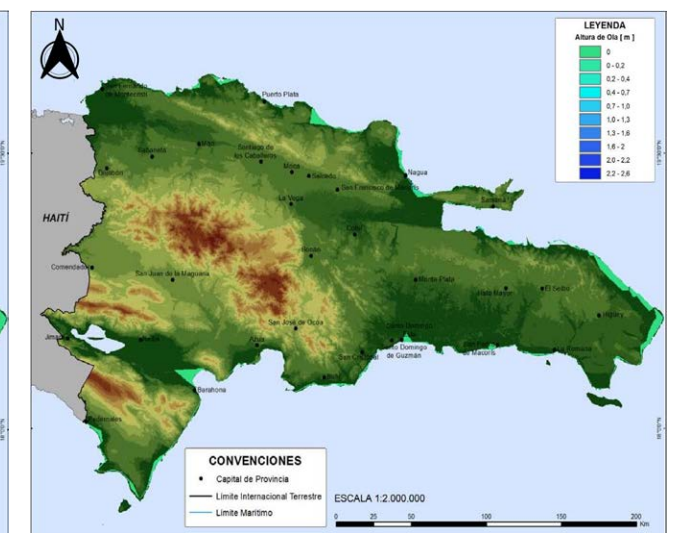
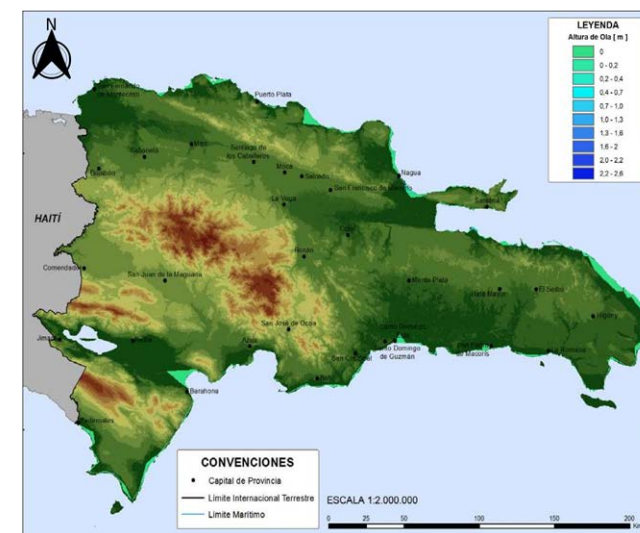
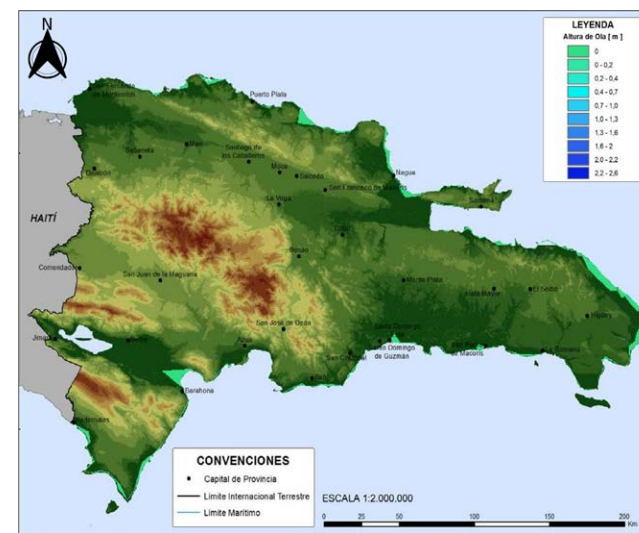
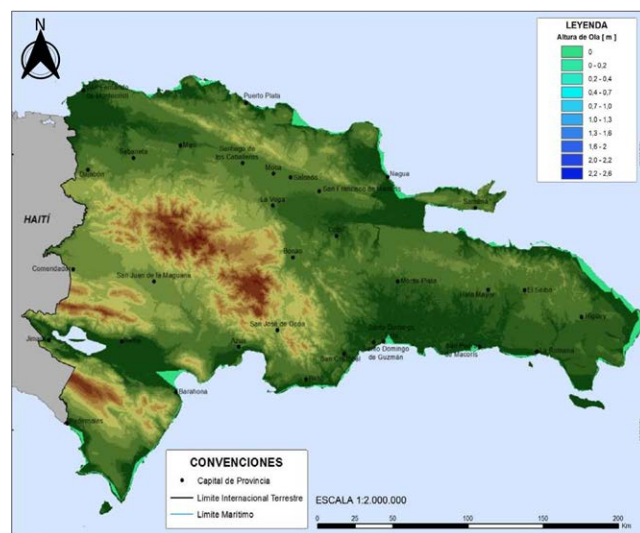


FIGURA 1.9
Mapa de amenaza tsunamigénica = 50 años.

FIGURA 1.10
Mapa de amenaza tsunamigénica = 100 años.

FIGURA 1.11
Mapa de amenaza tsunamigénica = 475 años.

FIGURA 1.12
Mapa de amenaza tsunamigénica = 1000 años.

Planificación y Desarrollo MPEyD. Programa de Prevención de Desastres y Gestión de Riesgos (1708/ OC-DR) Dirección General de Ordenamiento y Desarrollo Territorial (DGODT).

ECHO, MOVIMONDO, SODOSISMICA, ONESVIE and UCODEP (2004). Estudio de amenaza sísmica de la República Dominicana. El conocimiento del riesgo como punto de partida para la prevención de desastres en la región norte oriental de la República Dominicana. Report ECHO/TPS/219/2003/2006.

Esteva, L. (1967). "Criterios para la construcción de espectros para diseño sísmico". 3er Simposio Panamericano de Estructuras. Caracas, Venezuela.

Flores C.H, Brink U., Bakun W. USGS 2011. "Accounts of Damage from Historical Earthquakes in the Northeastern Caribbean, to Aid in the Determination of their Location and Intensity Magnitudes". Open File Report 2011-1133.

Gómez, Natalia. Saenz, Paola. Marzo de 2009. "Análisis de riesgos de desastres y vulnerabilidades en la República Dominicana". Documento de contribución al Sistema Nacional de Prevención, Mitigación y Respuesta a Desastres. Comisión Europea de Ayuda Humanitaria (ECHO).

Guillermo E. Alvarado. "Algunas ideas sobre la ocurrencia de eventos sísmicos importantes en República Dominicana y el levantamiento/subsidencia de la costa". Sociedad Dominicana de Geología. Recuperado de: <https://sodogeo.org/algunas-ideas-sobre-la-ocurrencia-de-eventos-sismicos-importantes-en-República-Dominicana-y-el-levantamientosubsidencia-de-la-costa/>.

Manaker D.M., Calais E., Freed A.M., Ali S.T., Przybylski P., Mattioli G., Jansma P., Prépétit C. and De Chabaliér J.B. (2008). "Interseismic plate coupling and strain partitioning in the Northeastern Caribbean". *Geophysical Journal International*. 174(3):889-903.

Odonel L. 1993. "Seismicity and Seismic Hazard in the Dominican Republic". Universidad Autónoma de Santo Domingo. Obtenido de: <http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Octubre2004/pdf/eng/doc5977/doc5977.htm>

Oficina Nacional de Meteorología. "Historia de Tsunami". Recuperado de : <https://onamet.gob.do/index.php/tsunami/historia-de-tsunami>

Okada, Y (1985), "Surface Deformation Due to Shear and Tensile Faults in a Half-space", *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 75, pp. 1135-1154

UWI Seismic Research Centre "Damaging Earthquakes in the Insular Caribbean: Implications for Hazard and Risk". Obtenido de: <https://dipecholac.net/forum-caribbean/files/presentations/damaging-earthquakes-in-the-insular-caribbean-impli.pdf>

UNESCO. Intergovernmental Oceanographic Commission 2013. "Earthquake and Tsunami Hazard in Northern Haiti: Historical Events and Potential Sources". Obtenido de: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000225452.locale=en>

Ventura J. "Breve historia de los terremotos en República Dominicana". Acento, publicado el 09-07-2017 en: <https://acento.com.do/opinion/breve-historia-los-terremotos-República-Dominicana-8472242.html>



Amenazas por fenómenos hidro-meteorológicos

Análisis de amenaza de inundación para República Dominicana

Los fenómenos hidrometeorológicos son una amenaza para gran parte de los países, sobre todo en las regiones tropicales por los huracanes y tormentas, las cuales frecuentemente causan pérdidas económicas y humanas. En el caso de República Dominicana, la climatología e hidrografía son dos componentes esenciales desde el punto de vista de generación de desastres naturales (Anexo II). Las inundaciones se consideran como flujos o concentraciones de agua por medio de la escorrentía superficial y su acumulación en llanuras, penillanuras y terrenos parcialmente planos, en áreas que normalmente están secas. Generalmente, estos eventos se presentan cuando se genera un incremento en la altura de la lámina de agua de los cauces y cuerpos de agua excediendo su capacidad de retención del mismo y así provocando un desbordamiento del río o cuerpo de agua.

La magnitud de estos eventos es multifactorial ya que está relacionada con la intensidad de las lluvias en un período de tiempo determinado, precipitación total, su distribución espacial, el tamaño de las cuencas hidrológicas, características del suelo y del drenaje natural o artificial en las cuencas.

El peligro por inundación está asociado directamente a la precipitación efectiva en el área geográfica de estudio y sus características geomorfológicas, por lo tanto, el procedimiento utilizado para determinar los escurrimientos a partir de la precipitación, está basado en un modelo de lluvia-escurrimiento que debe considerar todos los factores antes mencionados.

En los puntos que siguen, se da a conocer la situación actual de República Dominicana frente a esta amenaza, con la finalidad de que funcione como un instrumento de planificación, prevención y atención de emergencias.

Descripción de la zona de estudio

La República Dominicana es el segundo país más grande del Caribe, su extensión territorial abarca 48,422 km. limita al norte con el océano Atlántico, al sur con el mar Caribe, al este con el Canal de la Mona que lo separa de Puerto Rico y al oeste con la República de Haití.

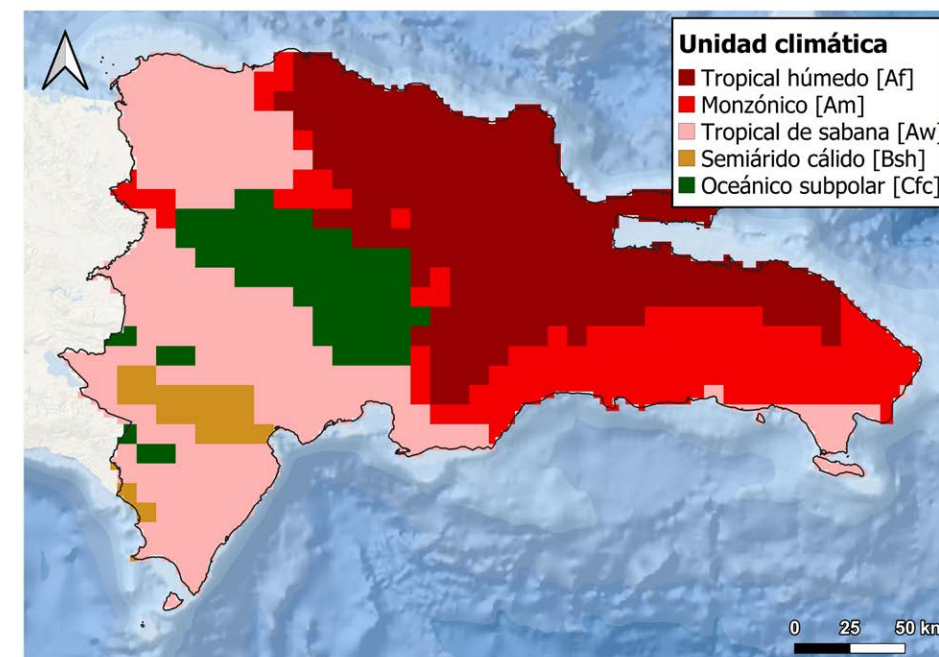
El país está conformado por tres principales cadenas montañosas originadas por la actividad convectiva entre la placa del Caribe y la de Norteamérica, la cordillera central que proviene desde Haití, la cordillera Septentrional que está direccionada paralelamente a la Central, separando el valle del Cibao de la Costa Atlántica y la Cordillera Oriental (Portal Oficial del Estado Dominicano, 2022).

Climatología

A. UNIDADES DE CLIMA

De acuerdo con la clasificación climatológica de Köppen-Geiger, la República Dominicana se define como una zona climática A (tropical) donde se pueden identificar por lo menos cinco unidades climáticas en el país. La zona norte y noreste presenta un clima mayoritario del tipo Af (tropical con precipitaciones constantes), al oeste se define principalmente como Aw (tropical con

FIGURA 1.13 Unidades de clima en República Dominicana.



períodos secos en invierno) y al este y al sur como Am (tropical con precipitaciones constantes, excepto algún mes seco y precipitaciones exageradas en algunos meses). Por otro lado, la zona central presenta un clima oceánico subpolar Cfs, consistente con un clima templado, húmedo todo el año y con verano frío y, por último, semiárido cálido BSh, clima intermedio entre áridos y climas lluviosos con temperaturas medias de 18°C con temporada de lluvia moderada (Figura 1.13).

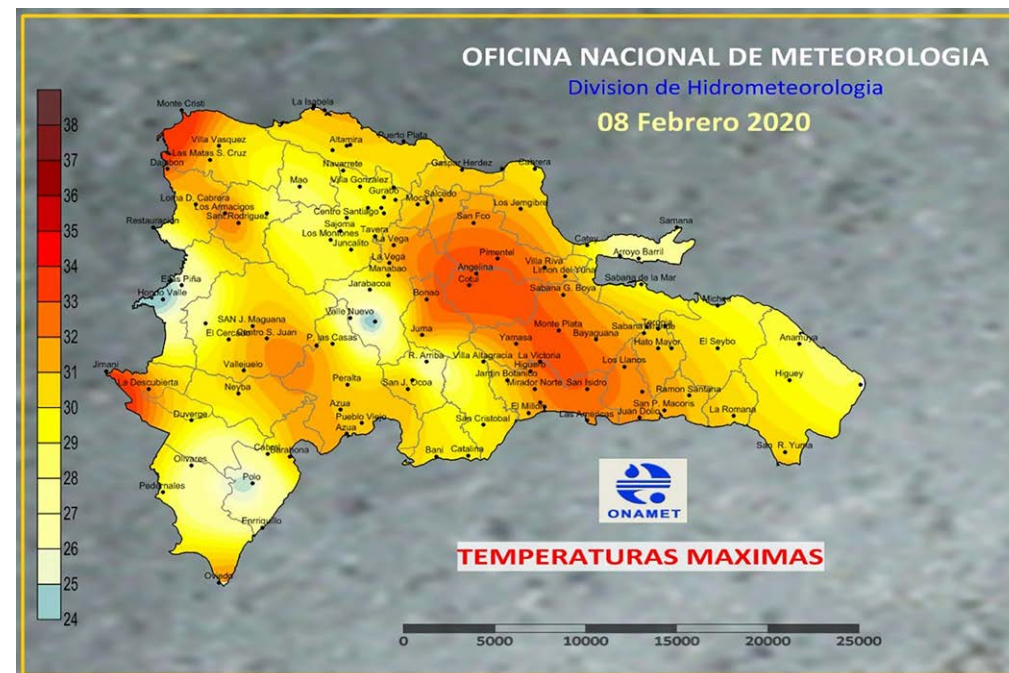
B. TEMPERATURA

En general, la temperatura promedio que prevalece en el país es de 18°C la mínima y 32-33°C la máxima. En temporadas de invierno la temperatura mínima es de 17°C, y en verano la temperatura máxima alcanza los 35°C (Figura 1.14), estos valores pueden verse afectados, maximizarse o minimizarse como consecuencia de algún fenómeno hidrometeorológico (DGODT, 2022).

C. PRECIPITACIÓN

El régimen pluviométrico en República Dominicana se presenta en tres temporadas. La temporada frontal está asociada a los vientos alisios que vienen del mar cargados de humedad, esta se presenta de noviembre a abril.

FIGURA 1.14
Temperatura promedio anual en República Dominicana (ONAMET, 2022).



Durante la temporada de lluvias convectivas que inicia generalmente desde mayo a julio se originan lluvias debido al ascenso del aire caliente cargado de humedad. Finalmente, la temporada ciclónica que inicia en junio y termina en noviembre.

La precipitación anual acumulada en el país es de aproximadamente 1,500 mm. Este valor se puede ver afectado en relación a la intensidad de fenómenos hidrometeorológicos que se puedan suscitar en el año. Se pueden llegar a presentar valores de 2,500 mm en las zonas más lluviosas como los frentes de los sistemas montañosos, hasta 800-1200 mm en el noroeste del país y suroeste del país (Figura 1.15) (DGODT, 2022).

Un elemento de gran importancia en el análisis del clima de una región es contar con bases de datos completas y confiables. Dicho planteamiento genera una serie de preguntas sobre la calidad, cantidad, disponibilidad o variedad de las bases de datos. Son diversos los requerimientos para formar una base de datos que cumpla con las características de calidad, longitud en el tiempo y cobertura espacial como los indican las agencias internacionales dedicadas al estudio del clima, como lo es la Organización Meteorológica Mundial (OMM). La situación actual en meteorología es que existen fuentes y bases de datos dispersas. La información climática

FIGURA 1.15
Precipitación anual acumulada media en República Dominicana.

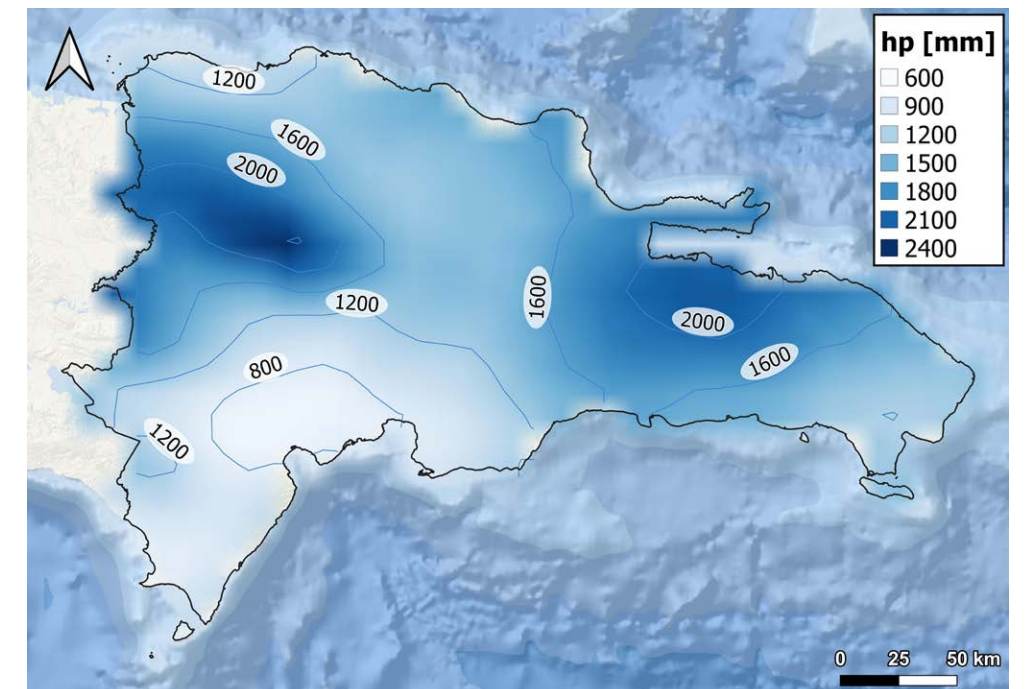
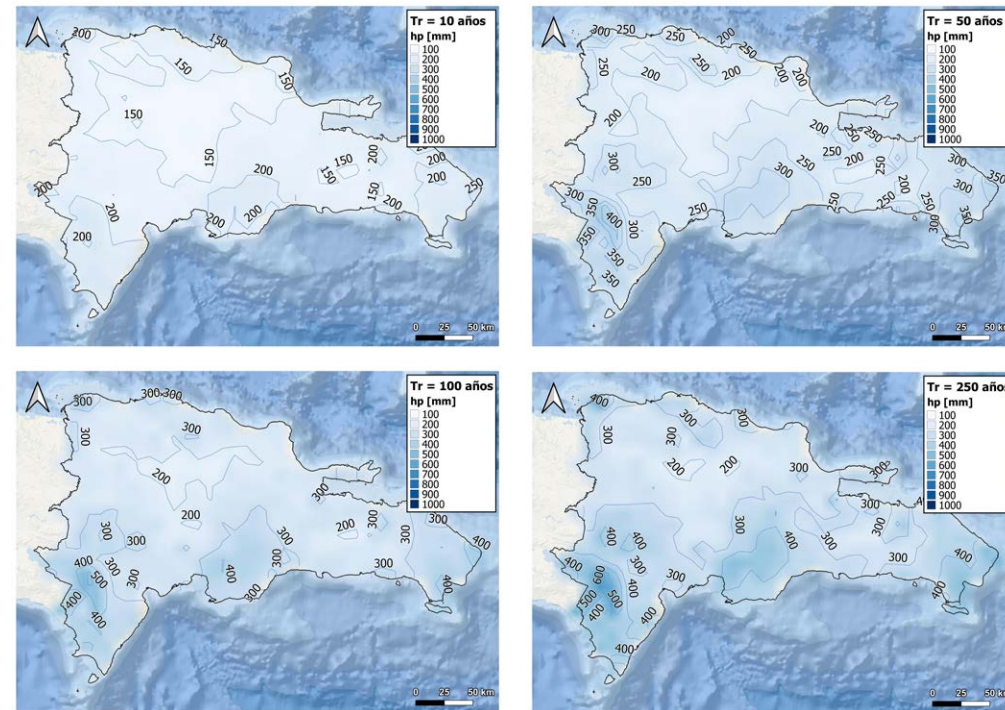


FIGURA 1.16 Precipitación máxima diaria en República Dominicana para los períodos de retorno de 10, 50, 100 y 250 años, respectivamente.



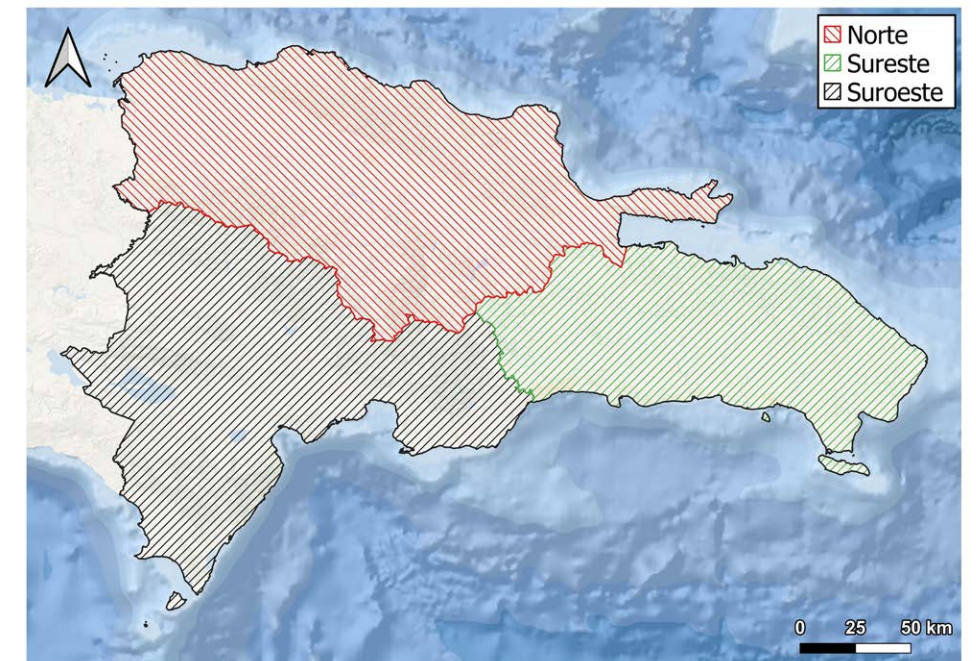
proviene de diversas fuentes, entre las que se incluye información obtenida de redes de estaciones meteorológicas, estimaciones por satélite, radio sondeos o radar. Mucha de esta información es integrada en bases de datos en mallas regulares mediante la asimilación de datos. Los avances en materia de sensores remotos y la incorporación de nuevas técnicas de análisis y asimilación de datos han permitido un desarrollo exponencial en materia de datos como insumo fundamental para la investigación y el monitoreo del sistema climático.

Para el análisis de la amenaza de inundación se utilizó la base de datos del Integrated Multisatellital Retrieval del Global Precipitation Measurement (IMERG) que es un producto de precipitación global derivado de las observaciones de la constelación de satélites del GPM que contiene registros diarios desde el 2000 hasta la actualidad.

Hidrografía

De acuerdo con estudios recientes, la República Dominicana se divide en tres macro regiones (Figura 1.17) como se muestran en la Tabla 1.3 (Gómez De Travesedo, 2009), definidas como áreas que incluyen el territorio con carac-

FIGURA 1.17 División de República Dominicana por macro regiones.



terísticas homogéneas de sus parámetros climáticos estandarizados, siendo estas: Región Norte o Cibao, Región Sur y Región Sureste (García, 2022).

Río Yaque del Sur. Su principal importancia radica en que es utilizado como fuente de riego, agua potable y para generar electricidad. Su corriente o curso alcanza los 183 kilómetros, medido desde su nacimiento al sur del Pico Duarte hasta donde desemboca en la Bahía de Neiba, playa Batoruco (Mar Caribe).

Río Yuna. Es el segundo más importante del país con 209 kilómetros de extensión, fluye por el Valle del Cibao hacia la Bahía de Samaná. Resalta por ser fuente de riego para el cultivo de arroz. Sus afluentes principales son el río Camú, Masipetro, Maimón, Chacuey, Cuaba, Blanco y Tiro.

Río Ozama. Es bastante caudaloso y divide a Santo Domingo, ciudad capital, en dos: oriental y occidental. Vale destacar que la cuenca está muy contaminada por desechos industriales y aguas residuales. Tiene una longitud aproximada de 130 km.

TABLA 1.3
Provincias de República Dominicana distribuidas en sus respectivas macro regiones

MACROREGIONES	REGIONES DE DESARROLLO	PROVINCIAS
Norte o Cibao	Cibao Nordeste	Duarte
		Hermanas Mirabal
		María Trinidad Sánchez
		Samaná
	Cibao Noroeste	Dajabón
		Montecristi
		Santiago Rodríguez
		Valverde
	Cibao Norte	Españat
		Puerto Plata
	Cibao Sur	Santiago
		La Vega
		Monseñor Nouel
Sánchez Ramírez		
Suroeste	Valdesia	Azua
		Peravia
		San José de Ocoa
	El Valle	San Cristóbal
		Elías Piña
		San Juan
		Barahona
	Enriquillo	Baoruco
		Independencia
		Pedernales
Sureste	Ozama	Distrito Nacional
		Santo Domingo
	Higuamo	Hato Mayor
		Monte Plata
		San Pedro de Macorís
	Yuma	El Seibo
		La Romana
		La Altagracia

Cobertura vegetal

En República Dominicana, la cubierta vegetal principal está referida a sabana arbolada y sabana que corresponden a un 35.6% y 35%, respectivamente. Bosque de hojas redondeadas corresponde a un 14.7%, cobertura agrícola corresponde a un 6% y pastizales corresponde a un 3.5% de la cobertura vegetal total (Figura 1.19).

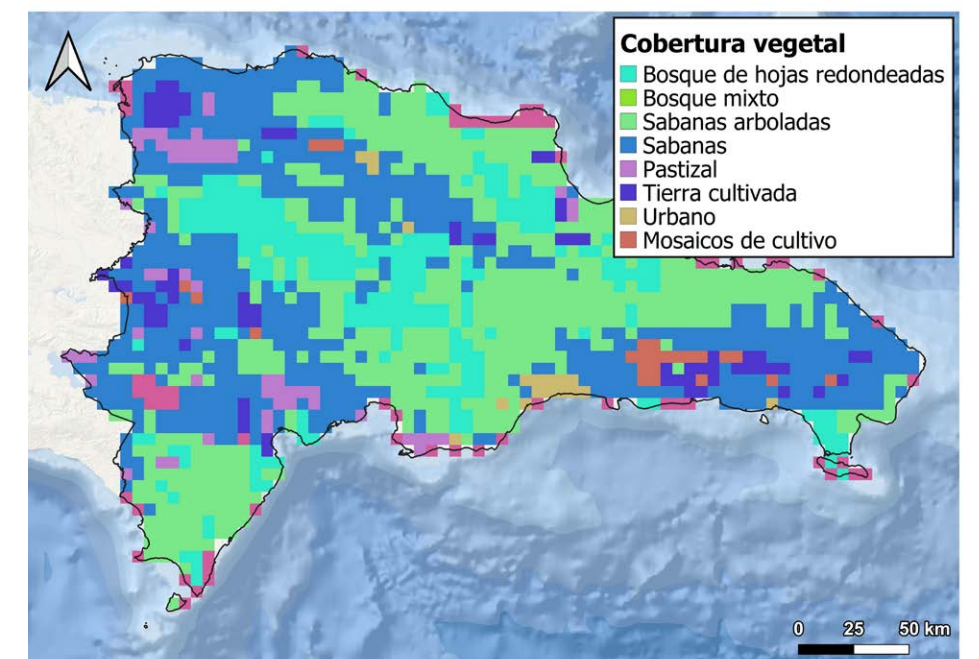
Infraestructura hidráulica

Las presas en general tienen diversos objetivos en relación a la administración y regulación del recurso hídrico, lo que permite compensar la abundancia de agua dulce en épocas de sequía o escasez de lluvias. Por otra parte, dichas

FIGURA 1.18
Red hidrográfica principal de República Dominicana.



FIGURA 1.19
Cobertura vegetal en República Dominicana MODIS (MCD12C1).



construcciones permiten controlar flujos excesivos en temporadas de lluvia cuya finalidad es contener la mayor cantidad de agua para evitar avenidas e inundaciones (Ptolomeo, 2022).

La República Dominicana cuenta con 10 presas principales (Tejeda, 2021) dirigidas al consumo humano, al sector agropecuario y a regular la turbulencia del caudal. Sin embargo, en temporada de lluvias, la capacidad máxima de almacenamiento de agua se ve desde ligera hasta abruptamente afectada, existiendo la posibilidad de generar inundaciones (ver Figura 1.20).

Presa de Tavera. Está localizada entre las provincias Santiago y La Vega, sobre el río Yaque del Norte. Está destinada para el abastecimiento de acueductos, riego y generación de electricidad. Fue construida en 1973 y tiene una capacidad de 173 millones de m³.

Presa de Valdesia. Esta presa está destinada para el abastecimiento de acueductos, riego y generación de electricidad. Beneficia a residentes en Santo Domingo, Distrito Nacional, San Cristóbal y Peravia. Se encuentra sobre el río Nizao y se construyó en 1976. Puede almacenar 185 millones de m³.

Presa de Rincón. Se encuentra en la provincia La Vega sobre el río Jima. Beneficia a esta provincia y a Monseñor Nouel. Fue construida en 1978 y su

finalidad es abastecer los acueductos de la zona, proveer el agua para riego y generar energía eléctrica. Su capacidad es 75.5 millones de m³.

Presa Sabana Yegua. Está ubicada en Azua sobre el río Yaque del Sur y se construyó en 1979 para proporcionar agua para riego y generar electricidad. Su capacidad es de 401 millones de m³.

Presa de Sabaneta. Está localizada en San Juan de la Maguana y beneficia a los residentes en esta provincia. Está destinada para la generación de energía eléctrica y el riego. Fue construida en 1981. Es capaz de almacenar 77 millones de m³.

Presa de Hatillo. Ubicada en Cotuí provincia Sánchez Ramírez, esta presa beneficia a las comunidades pertenecientes al Bajo Yuna: Pimentel, Castillo, Hostos, Villa Riva, Arenoso y el Limón. Se encuentra sobre el río Yuna, considerado uno de los más importantes del país por su magnitud. Fue construida en 1984. Su capacidad de almacenamiento es 441 millones de m³.

Presa de Bao. Está ubicada en Santiago. Garantiza el abastecimiento de agua potable a los residentes en varias localidades de esta provincia, Moca, Espaillat, y las comunidades próximas a los embalses de Tavera y Bao. Está destinada solo para riego y se construyó en 1984. Puede almacenar 244 millones de m³.

Presa de Jigüey. Localizada en San José de Ocoa, esta presa beneficia a los residentes de esta provincia, Peravia y San Cristóbal. Se construyó en 1992. Está destinada para la generación de energía eléctrica, riego y abastecimiento de acueductos. Su capacidad es 167 millones de m³.

Presa Aguacate. Está ubicada en Peravia y beneficia varias localidades de esta provincia, San Cristóbal, Santo Domingo y el Distrito Nacional. Se encuentra sobre el río Nizao. También fue construida en 1992. Está destinada para proveer agua a acueductos, la generación de electricidad y el riego. Puede almacenar 4.3 millones de m³.

Presa Monción. Localizada en el municipio del mismo nombre en la provincia Santiago Rodríguez, fue construida en el 2001. Se encuentra sobre el río Mao y su finalidad es el abastecimiento de acueductos, el riego y la generación de energía eléctrica. Tiene una capacidad de 360 millones de m³.

FIGURA 1.20
Presas principales en República Dominicana.



ESTADO ACTUAL DE LA AMENAZA DE INUNDACIÓN EN REPÚBLICA DOMINICANA

En República Dominicana las inundaciones acontecen a lo largo de todo el año con mayor ocurrencia en la temporada de lluvias convectivas y ciclónicas. Sin embargo, se considera que en temporada de lluvias orográficas también se presentan inundaciones debido al repentino crecimiento de la lámina de agua en presas y ríos. No obstante, las predominantes siguen siendo las convectivas y ciclónicas (Miguel Ceara, 2008).

Basado en el historial de inundaciones catastróficas, la intensificación de los parámetros pluviométricos en República Dominicana, como resultado de la ocurrencia de tormentas tropicales como Noel y Olga que causaron inundaciones por el desbordamiento de los ríos principales, el Yaque del Norte, Yaque del Sur, Yuna y Nizao, ocasionando numerosas pérdidas socioeconómicas, humanas y estructurales equivalente a más de RD\$ 14.5 millones, siendo el sector agropecuario el que recibió los mayores impactos (Diaro Libre, 2022). Los registros entre los períodos 1966-2000 dan un total de 464 inundaciones (Cardona, 2001). A lo largo de los 35 años, la Comisión Europea establece que el período de recurrencia de inundaciones con mayores afectaciones es de 4-6 años. No obstante, aunque no se registre una suma total considerable de inundaciones de media a pequeña escala, las pérdidas acumuladas pueden ser comparables o mayores a los eventos con mayores afectaciones (Gómez De Travesedo, 2009).

De acuerdo con la comisión nacional de emergencias de República Dominicana, aproximadamente el 60% del territorio nacional es vulnerable a las inundaciones y de ese porcentaje, entre el 60 al 70% también se encuentra en situación de riesgo ante posibles procesos de remoción en masa que pueden estar estrechamente relacionados con procesos de erosión, pérdida de estabilidad del suelo o por licuación a consecuencia de una inundación pluvial o por desbordamiento (MEPyD, 2018).

El riesgo por inundaciones por provincia define dos categorías primordiales que son de muy alta y alta probabilidad. Las provincias con más alta probabilidad de riesgo a inundaciones son: Montecristi, Santiago, San Monseñor Nouel, Santo Domingo y Distrito Nacional; mientras con alto grado de riesgo a inundaciones se registra a Bahoruco, Barahona y San Cristóbal (Gómez De Travesedo, 2009).

Algunos medios de comunicación han sido testigos del nivel de afectación

que pueden ocasionar este tipo de fenómenos naturales. La información obtenida por medio de notas de noticieros permite dar un seguimiento histórico los eventos ocurridos en diferentes períodos de tiempo, lo que permite dar soporte a la metodología elaborada para este trabajo. Los siguientes casos son algunos de las decenas existentes:

Eventos relevantes

Huracán Hilda (1955). El huracán Hilda fue un huracán de categoría 3 en la escala Saffir-Simpson que, durante 10 días, desde el 10 al 20 de septiembre de 1955, atravesó la parte norte de La Española generando altas precipitaciones e inundaciones en República Dominicana.

Huracán Flora (1963). El huracán Flora alcanzó la categoría 4 en la escala Saffir-Simpson y atravesó la cuenca del Atlántico entre el 26 de septiembre y el 12 de octubre de 1963. Se desarrolló en la zona de convergencia intertropical y para el 29 de septiembre ya había alcanzado la escala de tormenta tropical. Debido a su movimiento lento generó intensas y prolongadas precipitaciones en territorio de República Dominicana. La mayor intensidad de precipitación se reportó en Polo Barahona con más de 1,000 mm. El huracán generó impactos en áreas de cultivo que fueron prácticamente destruidas.

Huracán David (1979). El Huracán David, que atravesó la cuenca del Atlántico entre agosto 25 y septiembre 8 de 1979, ha sido el único huracán que ha atravesado la República Dominicana con categoría 5 en la escala Saffir-Simpson. Es uno de los huracanes con mayor intensidad que ha impactado el país, y el que más muertes ha producido desde el huracán San Zenón en 1930. Generó lluvia torrencial durante el paso por el país lo que resultó en desbordamiento masivo de ríos los cuales se llevaron a su paso poblaciones enteras y, además, por los daños generados en la infraestructura, otras quedaron aisladas.

Huracán Hortense (1996). El huracán Hortense alcanzó la categoría 4 en la escala Saffir-Simpson y atravesó la cuenca del Atlántico entre el 3 y 16 de septiembre de 1996. En República Dominicana se registró precipitación de más de 500 mm y el daño por viento se encontró localizado en la parte nororiental del país. Adicionalmente, se registró un alto nivel de marea de tormenta, con registros máximos del orden de 3 m, que dejó como saldo 3 personas muertas y más de 20 desaparecidas.

Huracán Georges (1998). El huracán Georges fue el cuarto huracán de la temporada de 1998, atravesando la cuenca del Atlántico durante el 15 de septiembre y el 1 de octubre. Alcanzó la categoría 4 en la escala Saffir-Simpson, aunque durante su paso por la República Dominicana descendió a categoría 3. El huracán trajo a su paso vientos fuertes, lluvias intensas y marea de tormenta moderada. Se presentaron deslizamientos y desbordamiento de ríos en varias poblaciones en la costa sur, incluyendo la ciudad capital, Santo Domingo. Como resultado del paso de este evento por el país, 438 personas fueron confirmadas como muertas y más de 150,000 sin vivienda.

Inundaciones de noviembre (2003). En la etapa final de la temporada de huracanes de 2003 un sistema frontal generó intensas precipitaciones que generaron extensas inundaciones en la zona baja de la cuenca de los ríos Yaque del Norte y Yuna. Las inundaciones generaron pérdidas considerables en el sector agrícola y ganadero, así como daños considerables en la infraestructura de las poblaciones de Santiago y Los Peñados.

Huracán Jeanne (2004). Huracán categoría uno, que, a pesar de perder fuerza al entrar a tierra, causó crecidas e inundaciones en la llanura oriental, destruyó varios puentes y aisló durante varios días, la zona turística de la región este. Jeanne dejó pérdidas por RD\$9,647 millones y once muertes.

Inundaciones de Tamboril (2005). La crecida de manera rápida del Río Licey afectó la población de Tamboril; las lluvias se encontraban asociadas a una zona de presiones bajas relacionadas con la décima tormenta tropical de la temporada 2005. El 22 de agosto, las altas precipitaciones provocaron crecidas rápidas en los ríos Guazumal, Gurabo Biojío, Canca la Piedra, Tambó, Nigua y Boca del Licey que se desbordaron y generaron daños importantes en viviendas e infraestructura vial.

Crecida en La Jaiba (2005). En octubre de 2005, debido a un sistema frontal que se encontró asociado al paso del huracán Wilma, a pesar de estar hacia el norte de la Florida, se produjo una creciente del cauce El Valle localizado en la población de La Jaiba ocasionando la muerte de seis personas.

Huracán Noel (2007). Noel fue el sexto huracán de la temporada 2007 y atravesó la cuenca del Atlántico entre el 28 de octubre y el 2 de noviembre, teniendo en su pico de intensidad la categoría 1 en la escala Saffir-Simpson. Dentro de la

zona del Caribe, La Española fue uno de los sitios más afectados con numerosas inundaciones y deslizamientos. En República Dominicana, la mayor acumulación de precipitación se registró con más de 500 mm. La lluvia intensa generó inundaciones a lo largo de la isla, que en algunas ocasiones sirvieron de evento detonante para deslizamientos. Las inundaciones averiaron 24,500 viviendas de las cuales se estima que alrededor de 6,000 quedaron totalmente destruidas.

Tormenta tropical Olga (2007). La tormenta tropical Olga fue la quinceava de la temporada del 2007 y se desarrolló entre el 11 y 13 de diciembre, una vez concluida la temporada de huracanes del Atlántico norte. Tuvo una trayectoria similar a la de la tormenta tropical Noel ocurrida un mes antes. La República Dominicana, se vio altamente afectada por el paso de esta tormenta y se registraron 37 fallecidos, de los cuales la mitad se debieron a la operación de las compuertas en un embalse en la Provincia de Santiago.

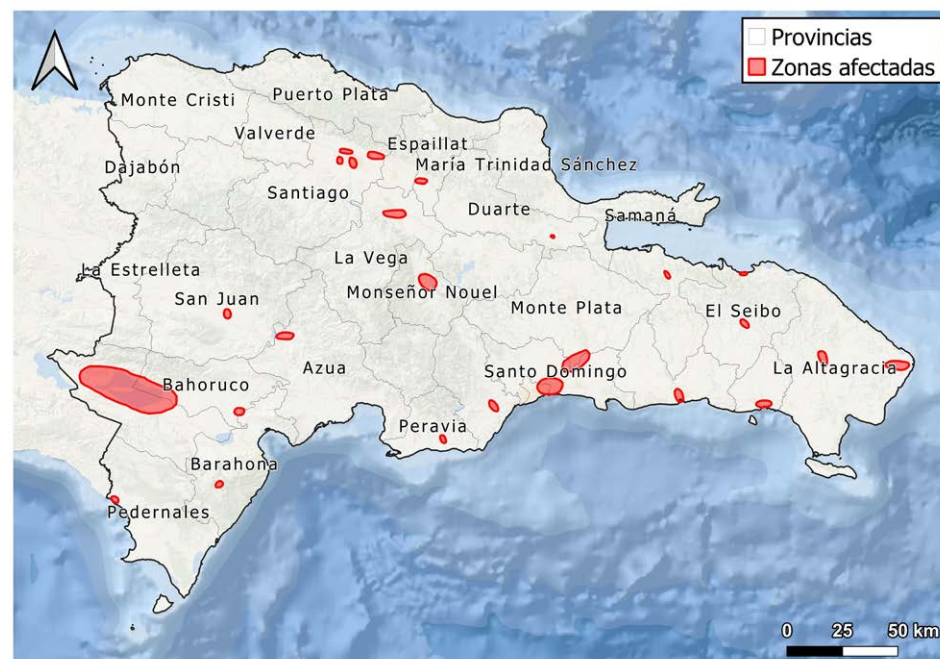
Huracán Dean (2007). El huracán Dean fue la tormenta tropical más intensa de la temporada de 2007 que atravesó la cuenca del Atlántico entre el 13 y 23 de agosto. El ciclón tocó tierra en República Dominicana el 18 de agosto con fuerza de tormenta tropical afectando principalmente la parte suroriental del país. Afectó el complejo turístico de Punta Cana, así como el malecón de la ciudad capital, Santo Domingo.

Crecida del Lago Enriquillo (2009). Desde el año 2007, con el paso de diversas tormentas tropicales de la temporada, se presentó el aumento de nivel en el Lago Enriquillo, lo que sumado al aumento de nubosidad durante el año 2008 y menor nivel de evaporación llevó a un aumento considerable de la superficie del lago, lo que afectó considerablemente el área alledaña que principalmente tenía uso agrícola y ganadero.

Huracán Irene (2011). Huracán categoría 2, que afectó la costa norte de la República Dominicana y produjo vientos con intensidad de temporal y lluvias prolongadas. Se desplazaron 31,900 personas y dejó 85 comunidades aisladas, afectó 2,300 viviendas, de ellas 16 casas totalmente destruidas.

Tormenta tropical Erika (2015). La tormenta tropical Erika afectó casi todo el país, dejando 823 hogares con daños y 7,345 personas desplazadas. Bloqueó 400 caminos y dejó muchos cortes de energía, causando pérdidas en la cosecha de plátanos por RD\$400 millones.

FIGURA 1.21
Zonas afectadas por inundaciones recientes en República Dominicana.



Huracán Beryl (2018). Provocó fuertes inundaciones en la provincia dominicana de San Cristóbal, aproximadamente 700 viviendas quedaron inundadas y sin servicio eléctrico, a causa de las fuertes lluvias y vientos.

En la Figura 1.21 se observa las zonas de afectación por eventos recientes de inundación en las distintas provincias de República Dominicana descritos con anterioridad.

El equipo de ERN® implementó un modelo de inundación a escala regional para su aplicación en República Dominicana. Este modelo utilizó como entradas un modelo digital de elevaciones disponible de HydroSHEDS (Hydrological data and maps base don Shuttle Elevation Deviratives at multiples Scales, Lehner et al, 2008) con una resolución espacial aproximada de 450 m. El modelo también requiere como entradas, la precipitación efectiva obtenida a partir de la metodología TR-55 implementada por el SCS (United States Departament of Agriculture, 1986) y el coeficiente de rugosidad de Manning, que fue inferido a partir de la malla de cobertura vegetal, producto MCD12C1 del MODIS (Sulla-Menashe et al., 2018). Esta información permitió obtener los escenarios de inundación para los escenarios de precipitación de 10 y 100 años.

De la Figura 1.22 a la Figura 1.25 se muestran la amenaza de inundación en distintas regiones y provincias de República Dominicana, en contraste con los

eventos antecedentes de los cuales se tienen registro. La Figura 1.22 muestra el resultado de la amenaza de inundación para la zona sur de República Dominicana, en las provincias de la Estrelleta, San Juan, Independencia, Bahoruco, Azua, Pedernales y Barahona. En esta zona, se observan manchas de inundación intensificadas al norte y al sur de la provincia de Barahona que se intensifican en magnitud y área de afectación para el período de retorno de 100 años. Esta es una zona de acumulación del escurrimiento que proviene de la Sierra Martín García y la acumulación se encuentra en la desembocadura del río Yaque del Sur. De igual manera, se observan niveles altos de inundación

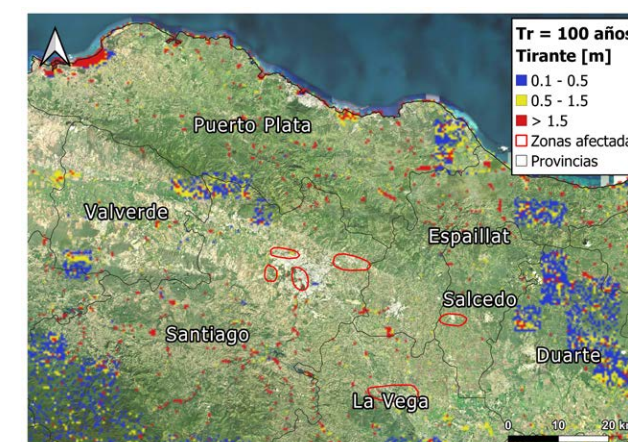
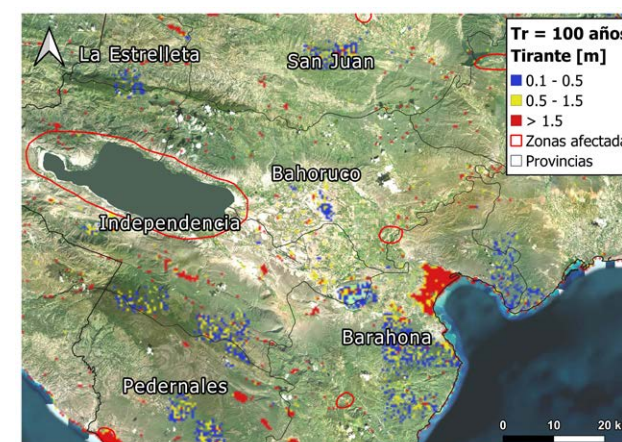
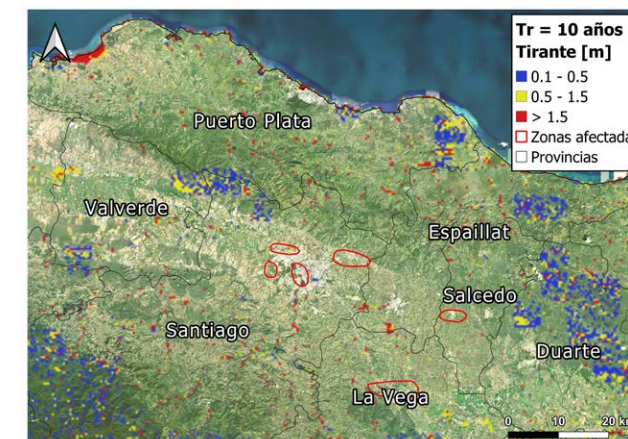
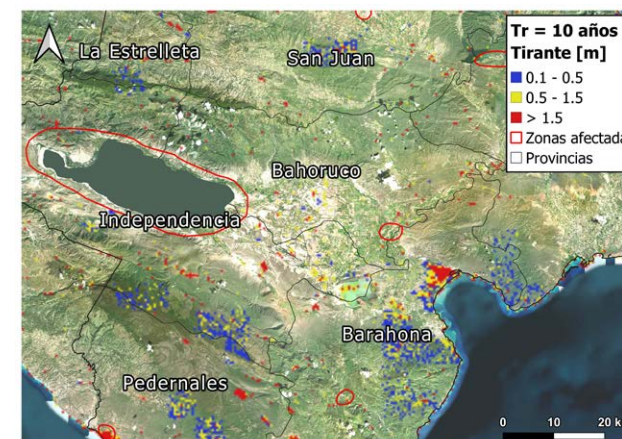


FIGURA 1.22
Amenaza por inundación para los períodos de retorno de 10 y 100 años en las provincias de la Estrelleta, San Juan, Bahoruco, Independencia, Barahona y Pedernales.

FIGURA 1.23
Amenaza de inundación para los períodos de retorno de 10 y 100 años en las provincias de Valverde, Santiago, Puerto Plata, La Vega, Espaillat, Salcedo y Duarte.

cercanos a la costa al sur de la provincia de Pedernales, en la desembocadura del río Pedernales. Los eventos antecedentes se refieren a la crecida del río Yaque del Sur a la altura del municipio de Tamayo y al sur de la provincia de Pedernales, en coincidencia con los resultados de la modelación.

En la Figura 1.23 se muestran los resultados de la amenaza de inundación para la zona norte de República Dominicana, en las provincias de Puerto Plata, Valverde, Santiago, la Vega, Espaillat, Salcedo y Duarte. La mayoría de los eventos antecedentes se encuentran ubicados en la provincia de Santiago. Dentro de la provincia de Santiago se observan zonas aledañas al río Yaque

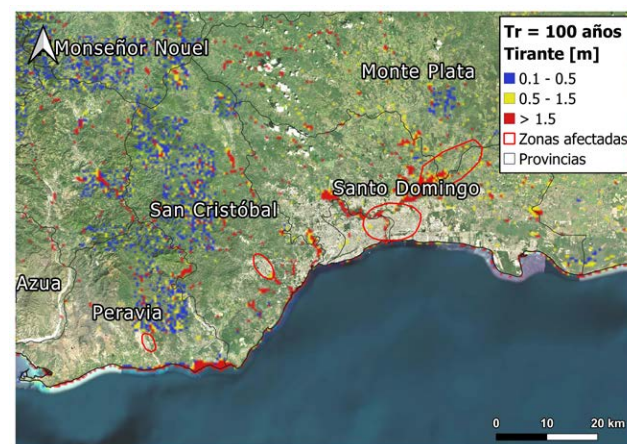
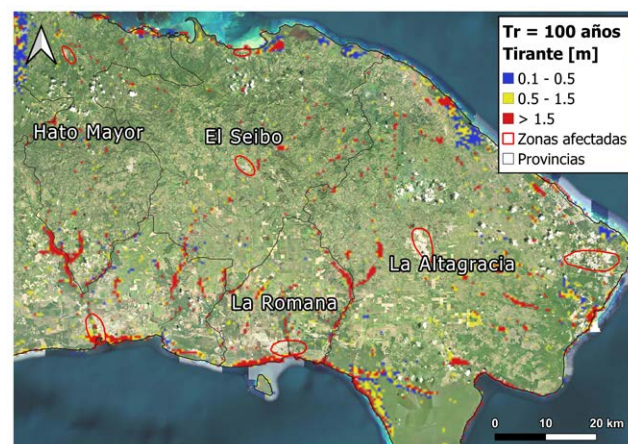
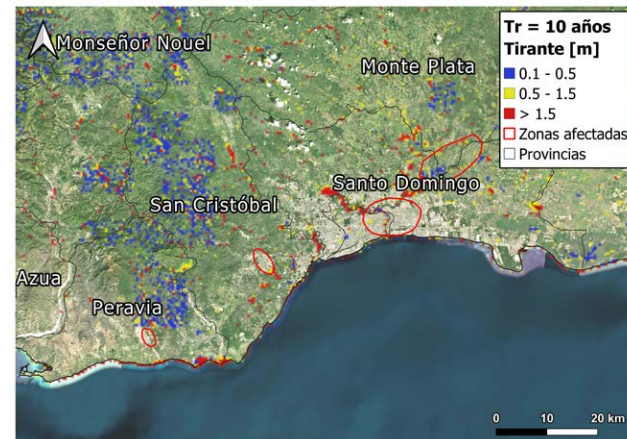
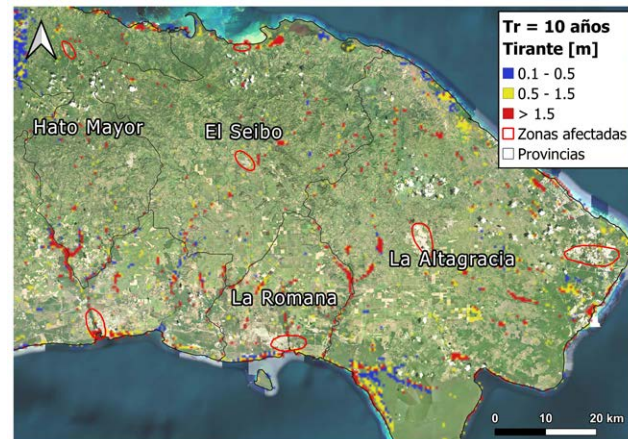


FIGURA 1.24
Amenaza por inundación para los períodos de retorno de 10 y 100 años en las provincias de Hato Mayor, El Seibo, San Pedro de Macorís, La Romana y La Altagracia.

FIGURA 1.25
Amenaza por inundación para los períodos de retorno de 10 y 100 años en las provincias de Monseñor Nouel, San José Ocoa, Azua, Peravia, San Cristóbal, Monte Plata, Santo Domingo y Distrito Nacional.

del Norte con niveles altos de inundación. Por otro lado, una de las zonas con una mayor área inundada se encuentra al norte del municipio de Bisón, escurrimientos que provienen de las zonas altas al norte del municipio. Otra área importante de escurrimiento se encuentra entre las provincias de Duarte y María Trinidad Sánchez, zona con pendientes altas que promueven la generación de estos escurrimientos.

En la Figura 1.24 se observa la zona sureste de República Dominicana sobre las provincias de Hato Mayor, el Seibo, San Pedro de Macorís, La Romana y la Altagracia. Esta es una zona de baja pendiente que concentra la mayoría de los escurrimientos en sus cauces. Uno de los eventos antecedentes se observa en la desembocadura del río Higuamo, al sur de la provincia de San Pedro de Macorís. Sin embargo, gran parte de la sección aguas arriba permite un gran desarrollo del flujo y acumulación del mismo. Otro de los afluentes en esta zona es el río Chavón el cual tiene condiciones para generar grandes escurrimientos y gran acumulación de flujo. Por otro lado, eventos de inundación se han presentado en provincia La Romana en la desembocadura del río Dulce y en la provincia del Seibo por el desbordamiento del río Soco.

En la Figura 1.25 se observa la zona centro sur de República Dominicana sobre las provincias de Monseñor Nouel, San José de Ocoa, Peravia, San Cristóbal, Monte Plata, Santo Domingo y Distrito Nacional. Los eventos relevantes se centran en Distrito Nacional y Santo Domingo. En esta zona se encuentran el río Isabela y el río Ozama, ambos cauces muestran condiciones para el desarrollo de flujo importante desde kilómetros aguas arriba de la zona de afectación hasta su desembocadura al mar.

COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES

El análisis por períodos de retorno permite definir la intensidad de un evento de precipitación y la periodicidad asociada a dicho evento sobre la zona de estudio. Esto permitió identificar el nivel de la amenaza de acuerdo con la frecuencia de ocurrencia y la intensidad del fenómeno. De acuerdo con los eventos antecedentes referidos, el modelo de inundación muestra una buena aproximación de la situación actual en República Dominicana de acuerdo con la amenaza de inundación. Como se comenta con anterioridad, República Dominicana tiene un historial importante de eventos ocurridos sobre la totalidad de su extensión. Los resultados muestran como críticas las provincias de Barahona, Pedernales, Monseñor Nouel, Duarte, Santo Domingo, Distrito

Nacional, San Cristóbal, San Pedro de Macorís y La Romana. De forma generalizada, la mayoría de éstas, son provincias asentadas en las cercanías de un cauce que cuenta con condiciones para desarrollar grandes niveles de flujo que las mantiene expuestas al desbordamiento del cauce y a procesos de remoción de suelo.

Si bien el uso de productos globales de precipitación como IMERG son de gran ayuda, estos productos cuentan con limitaciones que provocan en la mayoría de los casos, el suavizado de la intensidad de la precipitación. Por esta razón, si se requiere mayor certidumbre en las estimaciones, se recomienda armar una base de datos para realizar la corrección de las mallas y que esto permita capturar de mejor forma tanto la intensidad como la distribución espacial de las precipitaciones y así aumentar la confianza en esta variable. También, se recomienda la adecuación de un modelo digital de elevaciones que incluya la corrección de cauces, para que de esta forma sea garantizada la correcta representación del flujo.

Estudios anteriores marcan el período entre 4-6 años como los eventos de mayores afectaciones, sin embargo, se recomienda realizar una actualización de la revisión de estas frecuencias y la influencia que el cambio climático pueda ocasionar en ellas ya que, en países sobre la franja ecuatorial como el caso de México, se presentan cambios dirigidos a la intensidad de los eventos de precipitación sobre estas latitudes, agudizando tanto la temporada húmeda como la seca, ocasionando cambios en el régimen de precipitación que a su vez interfieren con la determinación de los eventos por período de retorno. Como se observa de la Figura 1.22 a la Figura 1.25, la diferencia entre los eventos de 10 y 100 años de período de retorno sobre toda la extensión de República Dominicana, de forma general no muestran cambios significativos en cuanto el incremento del área inundada, así como de la magnitud de los tirantes, lo cual nos permite reforzar la idea de que desde períodos de retorno de baja frecuencia ($T_r = 10$ años) la magnitud de los daños puede llegar a ser de gran importancia.

BIBLIOGRAFÍA

Cabanas, M. (2009). Estrategias Macro-Regionales: Orígenes, Objetivos y Potencial para el Futuro. Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones acerca de la Estrategia de la Unión Europea para la región del mar báltico., (págs. 1-3).

Cabrera, L. (14 de 12 de 2013). Ríos orincioales de la República Dominicana. Obtenido de Slideshare: <https://es.slideshare.net/leonelacarmen/ros-principales-de-la-repblica-Dominicana>

Cardona, O. D. (10 de 2001). Los Desastres Ocurridos En La República Dominicana. Obtenido de Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina: https://www.desenredando.org/public/varios/2002/pdrd/7-1DRD_F-may_28_2002.pdf

CRRH, C. R. (06 de 05 de 2022). Centro Clima. Obtenido de <https://centroclima.org/República-Dominicana/#:~:text=Las%20precipitaciones%20anuales%20pueden%20variar,norte%20y%20parte%20del%20sureste>

DGODT. (04 de 05 de 2022). Dirección General de Ordenamiento y Desarrollo Territorial. Obtenido de Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo: https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/Amenazas%20y%20riesgos%20naturales%20República%20Dominicana_Compendio%20de%20mapas.pdf

Diario Libre. (05 de 05 de 2022). Obtenido de <https://www.diariolibre.com/actualidad/daos-de-las-tormentas-olga-y-noel-afectaron-el-crecimiento-econmico-DL212274>

Didáctico, B. (10 de 05 de 2022). Principales ríos de la República Dominicana. Obtenido de Blog Didáctico: <https://blogdidactico.com/principales-rios-de-la-República-Dominicana>

Dunn, D. L. (12 de 2008). Evaluación de República Dominicana. Obtenido de PNUD, Programa de Desarrollo para las Naciones Unidas: https://www1.undp.org/content/dam/rblac/docs/Research%20and%20Publications/Crisis%20Prevention%20and%20Recovery/UNDP_RBLAC_CasoDeEstudioRepDomSP.pdf

García, L. A. (06 de 05 de 2022). Anteproyecto de Ley de Ordenamiento Territorial Político Administrativo. Obtenido de <http://www.senado.gov.do/masterlex/MLX/docs/1C/2/11/18/19B2.htm#:~:text=La%20Macro%20regi%C3%B3n%20Sur%20comprende,San%20Juan%20y%20El%C3%ADas%20Pina>.

MEPyD, M. d. (24 de 02 de 2018). Contexto Actual del Agua en la República Dominicana. Obtenido de República Dominicana: <https://mepyd.gob.do/wp-content/uploads/drive/Publicaciones/Contexto%20actual%20del%20agua%20en%20la%20República%20Dominicana.pdf>

Ceara, M. R. C. (2008). Informe sobre Desarrollo Humano República Dominicana, Oficina de Desarrollo Humano. Obtenido de ACADEMIA: https://www.academia.edu/35716452/Informe_sobre_Desarrollo_Humano_Rep%C3%ABlica_Dominicana_2008_Desarrollo_humano_una_cuesti%C3%B3n_de_poder

Moreno, A. H. (29 de 1 de 2013). Datos y escenarios climáticos para la región Sur de la provincia de altagracia, República Dominicana. Obtenido de Reportes de Cambio Climático del Programa ECOMAR: <https://programaecomar.com/RCC3Proecomar2013.pdf>

Gomez de Travesedo, N. P. S. (03 de 2009). Análisis de riesgos de desastres y vulnerabilidades en la República Dominicana. Obtenido de Ayuntamiento Municipal Santo Domingo Este: <https://ayuntamientosde.gob.do/transparencia/wp-content/uploads/2019/02/An%C3%A1lisis-de-riesgos-de-dsastres-y-vulnerabilidades-en-Rep.-Dom..pdf>

Portal Oficial del Estado Dominicano. (05 de 05 de 2022). Obtenido de <https://Dominicana.gob.do/index.php/pais/2014-12-16-20-50-15#:~:text=Su%20extensi%C3%B3n%20territorial%20es%20de,con%20la%20Rep%C3%ABblica%20de%20Hait%C3%AD>

Ptolomeo. (08 de 05 de 2022). Repositorio de la Facultad de Ingenieria. Obtenido de UNAM: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/526/A3.pdf?sequence=3>

Tejeda, L. (10 de 07 de 2021). Listin Diario. Obtenido de <https://listindiario.com/economia/2021/07/10/678740/la-mayoria-de-las-presas-del-pais-se-construyeron-hace-mas-de-30-anos>

United States Department of Agriculture. (1986). Technical Release 55: Urban Hydrology for small Watersheds. Soil Conservation, (Technical Release 55 (TR-55)), 164. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Urban+Hydrology+for+Small+watersheds#1>



Análisis de amenaza de ciclones tropicales en República Dominicana

Debido a su ubicación geográfica en el océano Atlántico, la República Dominicana se encuentra expuesta al peligro de ciclones tropicales¹, los cuales se presentan en la región por lo general entre los meses de junio y noviembre. El Centro Nacional de Huracanes de los Estados Unidos (NOAA) se encarga de monitorear el desarrollo de ciclones tropicales en el océano Atlántico, así como de llevar su registro histórico en la base de datos conocida como HURDAT2 (Atlantic hurricane database).

La base de datos de huracanes históricos HURDAT2 aporta valiosa información para el desarrollo de análisis estadísticos sobre las características de los ciclones tropicales, por ejemplo, la Figura 1.26 presenta las trayectorias de huracanes categoría 1 a 5 que han ocurrido dentro de un radio de 100 km de los límites territoriales de la República Dominicana, y la Figura 1.27 presenta las trayectorias de huracanes de mayor intensidad (categoría 3 a 5).

TABLA 1.4

Estadística histórica de ciclones tropicales en la República Dominicana (fuente: análisis realizado por ERN)

CATEGORÍA	NÚMERO	%
Tormenta Tropical (TT)	37	29%
Huracán Categoría 1 (H1)	21	16%
Huracán Categoría 2 (H2)	17	13%
Huracán Categoría 3 (H3)	26	20%
Huracán Categoría 4 (H4)	21	16%
Huracán Categoría 5 (H5)	7	5%
Total	129	

Otra forma de representar de forma geográfica el peligro de un país o región ante una amenaza de origen natural, es a través de mapas de período de retorno, en este caso de velocidad de viento originada por ciclones tropicales. Estos mapas de velocidad de viento para diferentes períodos de retorno son obtenidos por grupos de especialistas quienes se encargan de realizar el cálculo de catálogos estocásticos de trayectorias de huracán que estadísti-

1. Un ciclón tropical es una tormenta de rápida rotación que se origina en los océanos tropicales, de donde extrae la energía necesaria para desarrollarse (WMO). Se clasifican de Depresión Tropical a Huracán Categoría 5, de acuerdo a los vientos que genera.

FIGURA 1.26
Trayectorias de huracanes (categoría 1 a 5) que han ocurrido dentro de un radio de 100 km de los límites territoriales de la República Dominicana (NOAA).

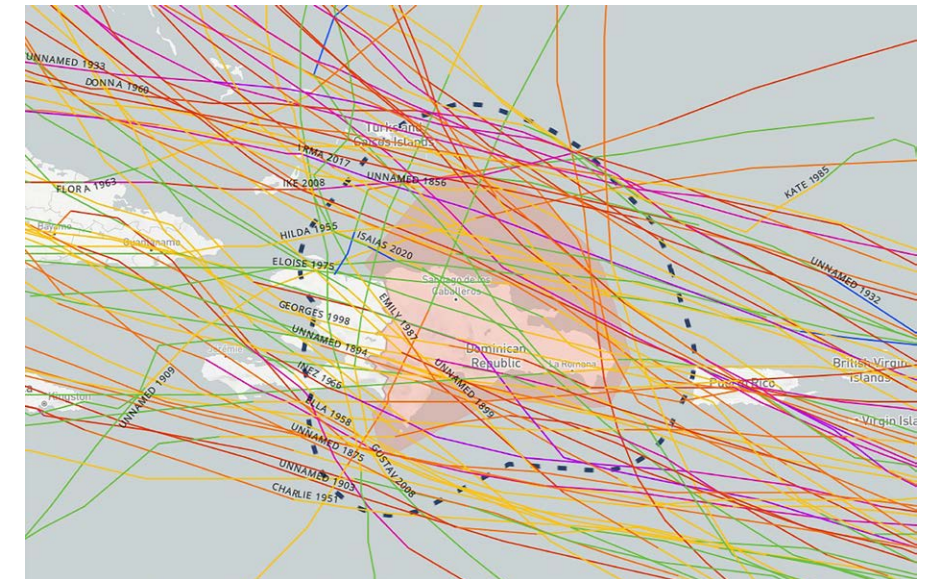
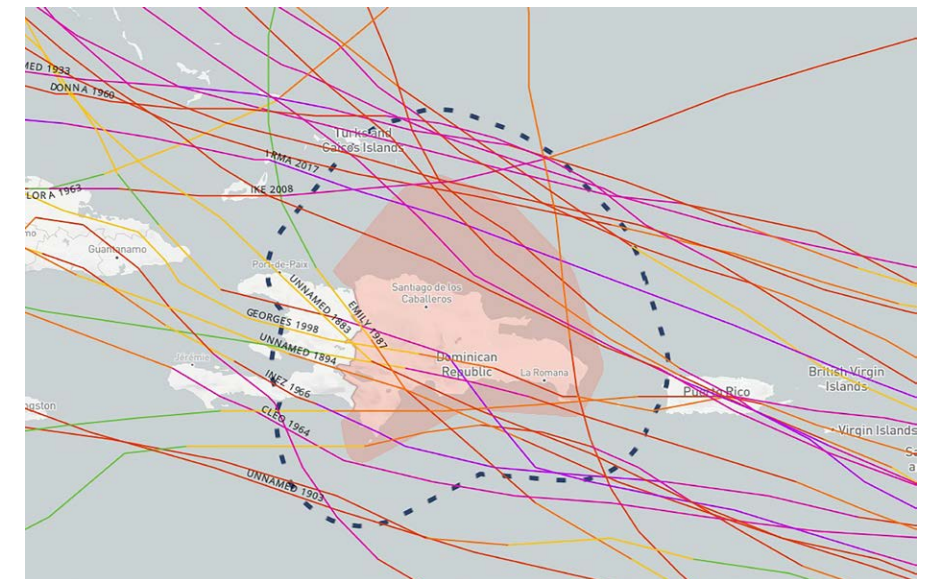


FIGURA 1.27
Trayectorias de huracanes de mayor intensidad (categoría 3 a 5) que han ocurrido dentro de un radio de 100 km de los límites territoriales de la República Dominicana (NOAA).



camente podrían ocurrir en la región. Por ejemplo la Figura 1.28 presenta el mapa de velocidad de viento para un período de retorno de 25 años. Por su parte la Figura 1.29 presenta el mapa de velocidad de viento para un período de retorno de 100 años. Este tipo de mapas tienen aplicaciones importantes en los reglamentos de construcción, ya que resulta un dato fundamental para los ingenieros que calculan la resistencia de las construcciones el conocer la velocidad de viento que podría excederse por lo menos una vez en 25 años

FIGURA 1.28
Mapa de peligro de velocidad de viento (km/h) por huracán para un período de retorno de 25 años (fuente: análisis realizado por ERN).

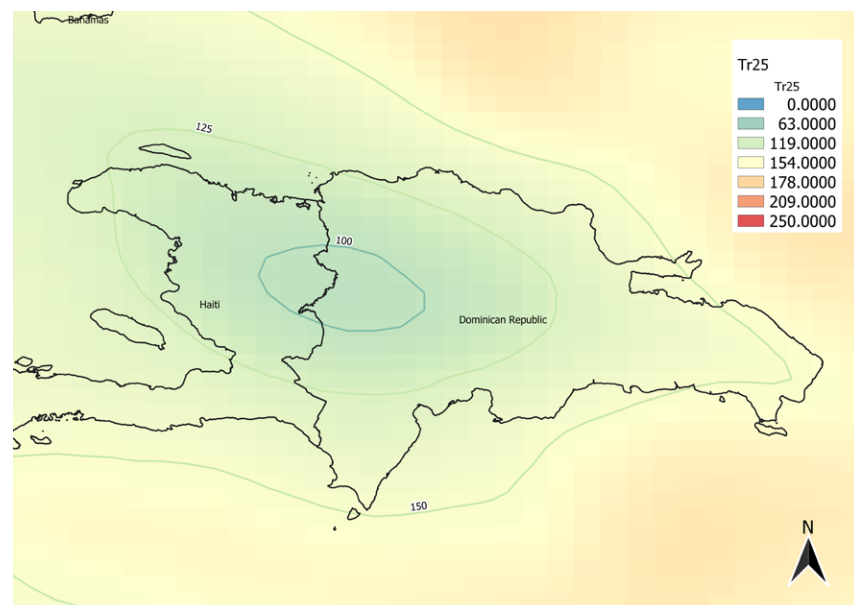
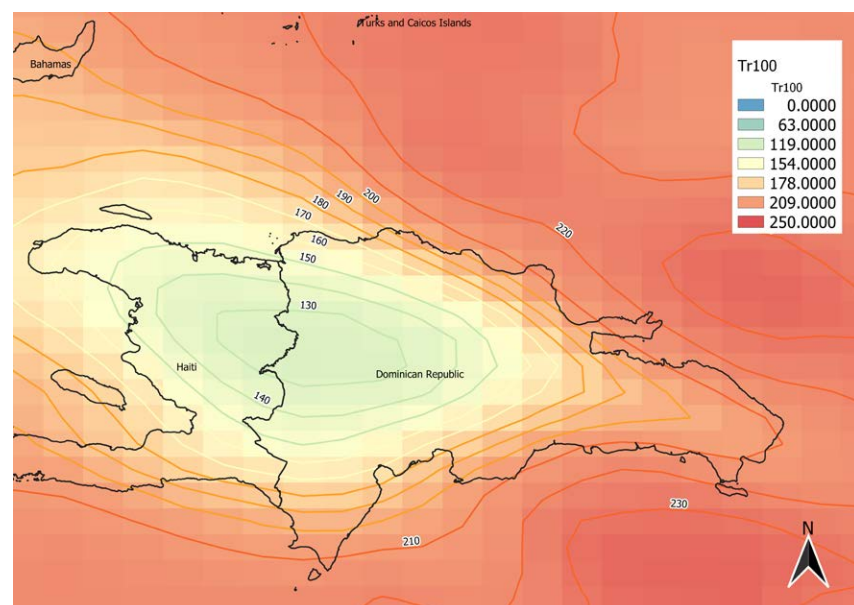


FIGURA 1.29
Mapa de peligro de velocidad de viento (km/h) por huracán para un período de retorno de 100 años (fuente: análisis realizado por ERN).



(equivalente al período de retorno de 25 años) o aquella que podría excederse por lo menos una vez en los próximos 100 años (equivalente al período de retorno de 100 años).

De acuerdo a la información analizada en este capítulo, la cual se muestra de la Figura 1.26 a Figura 1.29, la República Dominicana se encuentra muy expuesta

al impacto de un huracán, principalmente, así lo muestra la información de trayectorias históricas que han impactado el país, por lo que no se descarta la posibilidad de que en el futuro se pueda presentar el impacto de un evento de esta naturaleza. Por ello, resulta indispensable implementar medidas de prevención tendentes a reducir las afectaciones de estos fenómenos naturales. Entre estas medidas se encuentran la actualización de los reglamentos de construcción relacionados con las velocidades de viento para el diseño de elementos de recubrimiento, ventanas y techumbres (por mencionar algunos), así como el desarrollo de estudios de cálculo de riesgo probabilista por huracán, los cuales tienen como objetivo estimar las pérdidas dado un período de retorno así como estimarlas ante potenciales eventos futuros.

REFERENCIAS HISTÓRICAS DEL HURACÁN SAN ZENÓN

De acuerdo la información disponible en fuentes públicas (EFE, 2022), “...el huracán San Zenón asoló Santo Domingo el 3 de septiembre de 1930, ningún otro fenómeno ha causado tanta devastación en la ciudad como ese ciclón, que se llevó unas 2,000 vidas humanas. Gran parte de las edificaciones eran precarias, de madera, y se encontraban fuera del centro colonial de la ciudad amurallada, cuyos edificios de piedra resistieron mejor los vientos”.

Otra descripción de los daños en Santo Domingo ocasionados por el huracán San Zenón menciona lo siguiente (Hoy, 2021): “Habían colapsado puentes, calles, redes eléctricas y telefónicas, al igual que el suministro de agua potable y el sistema de alcantarillado. Los hospitales y otros centros médicos estaban desbordados de personas”.

De acuerdo a los relatos disponibles del huracán San Zenón, es posible mencionar lo siguiente:

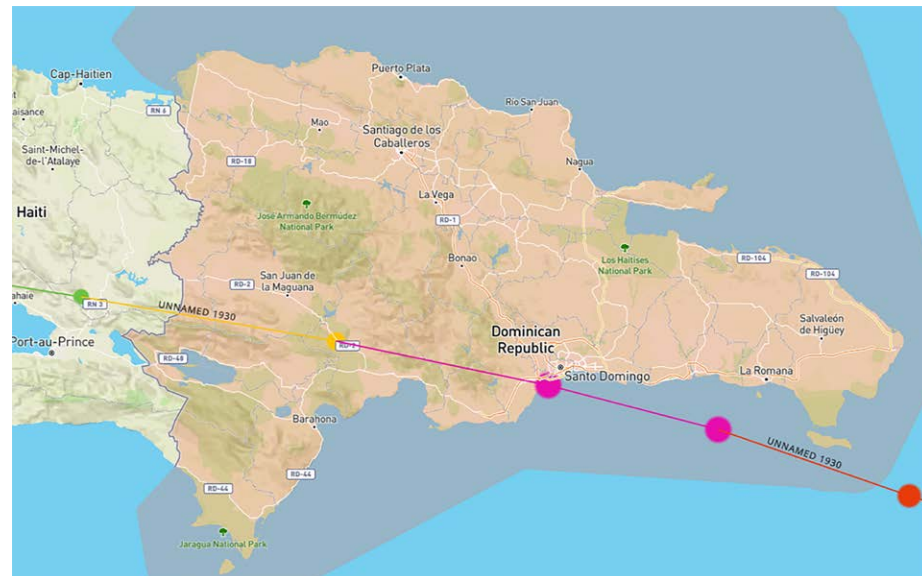
1. El huracán impactó Santo Domingo el 3 de septiembre de 1930. De acuerdo a la base de datos de huracanes históricos (HURDAT2) del Centro Nacional de Huracanes de los Estados Unidos (NHC-NOAA), el evento que corresponde con la fecha mencionada tiene el código “AL021930” y no tiene un nombre asignado (su nombre es “UNNAMED”) ya que fue a partir de 1950 que el NHC-NOAA asigna un nombre específico a los ciclones tropicales (previo a 1950 todos los ciclones se identifican como “UNNAMED”).

Como se observa en la Figura 1.30, la trayectoria del huracán San Zenón (UNNAMED_AL021930) impactó con categoría 4 al sur de Santo Domingo,

con velocidades de 209 a 250 km/h de acuerdo a la escala Saffir Simpson. La Figura 1.31 presenta el campo de velocidad de viento calculado por ERN para la trayectoria histórica del huracán San Zenón. De acuerdo con estos resultados, la ciudad de Santo Domingo se vio afectada por velocidades de viento superiores a los 225 km/h, lo cual ocasionó los considerables daños que se describen en los relatos históricos mencionados previamente.

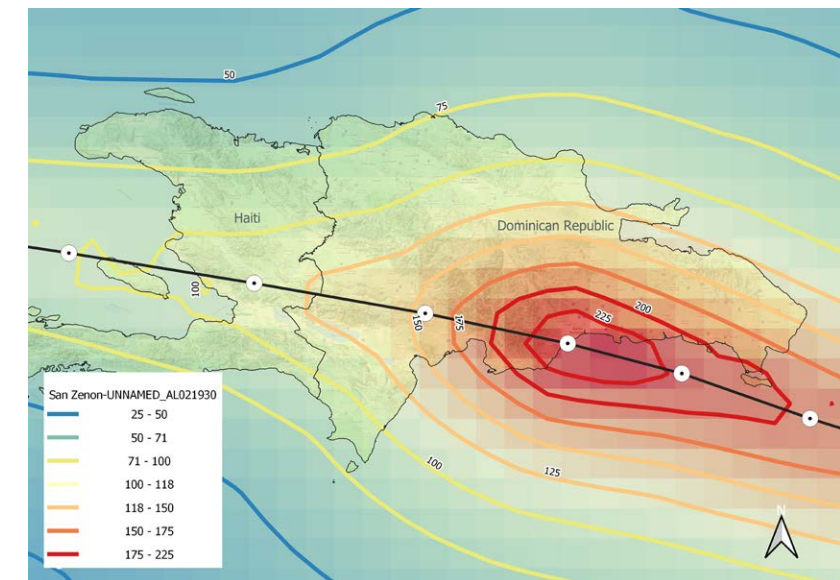
2. En el año de 1930 la ciudad de Santo Domingo aparentemente contaba con gran cantidad de construcciones de madera, principalmente para vivienda de la población de menores recursos, las cuales resultaron dañadas o colapsaron ante los vientos del huracán San Zenón. Una pregunta importante es qué puede pasar si se presentara ahora un huracán con características similares a las de San Zenón, tomando en cuenta que las características constructivas y los materiales empleados para la construcción han evolucionado desde 1930, por lo que se esperaría que los daños directos a las construcciones fuesen menores en comparación con lo ocurrido en 1930, pero indudablemente se podrían presentar en la actualidad afectaciones importantes a las redes de comunicación, suministro de energía eléctrica y agua potable, lo cual ocasionaría que los servicios básicos resultasen afectados. Un ejemplo que es importante tener en cuenta para estar preparados fue lo ocurrido el 20 de septiembre de 2017 en el vecino Estado Libre Asociado de Puerto Rico, cuando fue impactado por el huracán María de categoría 4. De acuerdo con

FIGURA 1.30
Trayectoria
del huracán
San Zenón
(UNNAMED_
AL021930,
fuente: NOAA).



el reporte “Aprendiendo del impacto del huracán María en Puerto Rico” del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) de los Estados Unidos (NIST 1262, 2021), “el impacto resultante del huracán María en la isla, su economía y su gente fue catastrófico. Además de las vidas perdidas y las lesiones sufridas, la tormenta afectó a muchos servicios prestados y de los que dependen empresas, escuelas, instituciones de atención médica, personas y gobiernos de todos los niveles. Puerto Rico todavía está experimentando los impactos de esa tormenta”. “El huracán María causó graves daños físicos y la pérdida de funcionamiento de los sistemas de infraestructura. Hubo un corte eléctrico completo en todo Puerto Rico, con extensos daños físicos a los sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica. Estas fallas de la infraestructura eléctrica tuvieron efectos en cascada en otros sistemas de infraestructura, incluidos el agua y las aguas residuales, el transporte y las comunicaciones. Hubo una pérdida casi completa de comunicaciones digitales en todo Puerto Rico. Los factores que contribuyeron a la pérdida generalizada de comunicaciones digitales, además de la pérdida de energía eléctrica, incluyeron daños físicos extensos a equipos de comunicaciones celulares montados en torres y edificios, daños extensos al cable de fibra óptica (que afectó las comunicaciones inalámbricas y alámbricas), y algunos derrumbes de torres celulares. Las fallas de infraestructura también tuvieron impactos en cascada en edificios críticos, con pérdida de energía y fallas en

FIGURA 1.31
Campo de
velocidad
de viento
(km/h) para
la trayectoria
del huracán
San Zenón
(UNNAMED_
AL021930,
fuente: cálculo
realizado por
ERN).



los generadores de respaldo que interrumpieron el funcionamiento de algunas escuelas e instalaciones de atención médica”.

Este tipo de daños ocasionados por un huracán reciente como fue el caso de María en Puerto Rico en el año 2017, es un ejemplo de lo que se debe evitar por el tipo de afectaciones que pueden ocurrir en nuestros centros urbanos modernos que dependen del servicio eléctrico, transportes y comunicaciones para el desarrollo de sus actividades cotidianas, por lo que es indispensable el desarrollo de análisis de riesgo detallados que incluyan información precisa de la localización geográfica de los activos expuestos (tal como las redes de distribución y transmisión de energía eléctrica, suministro de agua potable, torres y redes de telecomunicación, por mencionar algunos), así como estudios de ingeniería orientados a estimar la vulnerabilidad de los activos expuestos ante el impacto del viento, ya que estos son insumos indispensables para el desarrollo de cálculos probabilistas de riesgo.

BIBLIOGRAFÍA

EFE, 2022. “El huracán Fiona deja un muerto tras su paso por República Dominicana”, <https://www.efe.com/efe/america/sociedad/san-zenon-el-huracan-que-arraso-santo-domingo-y-le-dio-nombre-de-dictador/20000013-4333670>

Hoy, 2021. “A 91 años de San Zenón, el huracán que devastó a la ciudad de Santo Domingo”, <https://hoy.com.do/a-91-anos-de-san-zenon-el-huracan-que-devasto-a-la-ciudad-de-santo-domingo/>

National Hurricane Center and Central Pacific Hurricane Center, National Oceanic and Atmospheric Administration, www.nhc.noaa.gov/

National Oceanic and Atmospheric Administration, coast.noaa.gov/hurricanes

NIST 1262, 2021. “Aprendiendo del impacto del huracán María en Puerto Rico: Un informe de progreso”, Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST), EE.UU, Departamento de Comercio, <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/SpecialPublications/NIST.SP.1262es.pdf>

World Meteorological Organization, WMO, public.wmo.int



Modelo de vulnerabilidad República Dominicana

El objetivo de esta sección del documento es presentar los resultados del modelo de vulnerabilidad desarrollado para evaluar la infraestructura de República Dominicana en el contexto del cálculo del riesgo ante eventos naturales tales como sismos, tsunamis y huracanes.

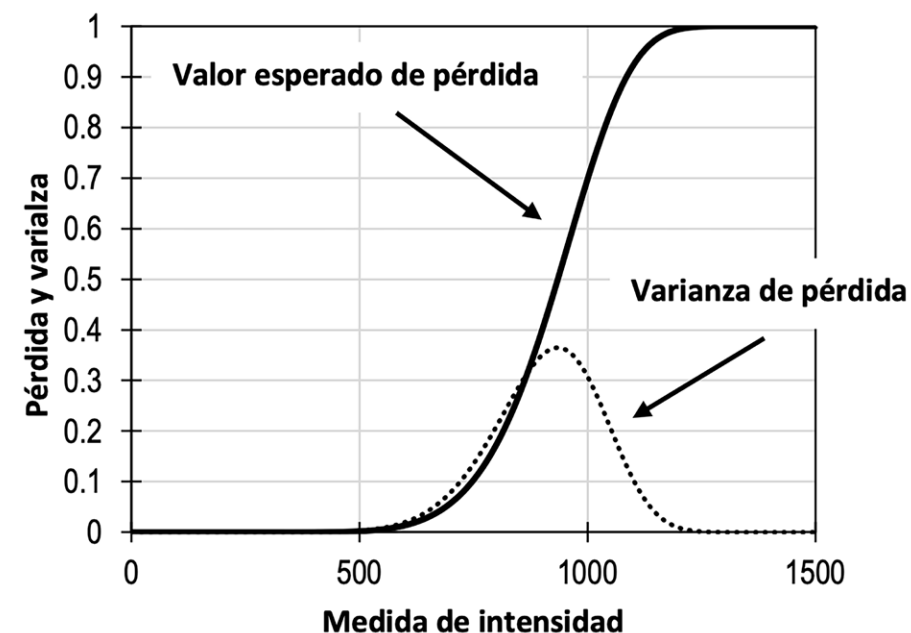
INTRODUCCIÓN

La vulnerabilidad se define como la predisposición de un bien o un conjunto de ellos a sufrir los efectos negativos derivados de un fenómeno perturbador, tales como sismos, huracanes, explosiones, erupciones volcánicas, entre muchas otras.

Dentro del contexto de la estimación del riesgo, la vulnerabilidad es expresada en términos de curvas de vulnerabilidad (CV), las cuales describen la variación de los dos primeros momentos estadísticos de la pérdida económica (valor esperado y varianza) como una función de una medida de intensidad. En la Figura 1.32 se presenta un ejemplo de curva de vulnerabilidad, donde la línea continua representa la variación del valor esperado de la pérdida y, la línea punteada, la variación de la varianza. Así pues, con los valores de estos dos momentos estadísticos, es posible conocer la distribución completa de probabilidad de alcanzar o exceder un valor de pérdida dado cualquier valor de intensidad.

La vulnerabilidad es una propiedad intrínseca de los bienes y depende de las características de los mismos; dentro del contexto de la vulnerabilidad estructural, que como su nombre lo indica, es la relacionada a la predisposición del sistema estructural a sufrir efectos adversos, la vulnerabilidad dependerá principalmente del tipo de sistema estructural, de la calidad de materiales de construcción, de los criterios de diseño, de la calidad de construcción, la redundancia estructural, de las irregularidades estructurales, entre muchas

FIGURA 1.32
Ejemplo de curva de vulnerabilidad.



otras. Así pues, una estructura construida con un buen diseño estructural y materiales de construcción de calidad, será menos vulnerable que una construida sin diseño y con materiales de baja calidad.

Lo anterior indica que la vulnerabilidad estructural, aunque es intrínseca al propio sistema estructural, puede ser alterada, ya sea para mitigarla o para maximizarla. La vulnerabilidad estructural se puede maximizar si se hacen modificaciones que debiliten al sistema estructural, tales como la eliminación de muros de carga o columnas sin supervisión profesional, con la finalidad de tener espacios más abiertos, la colocación de cargas superiores a las cargas para las que fue diseñado el edificio (cambio de uso), falta de mantenimiento, entre algunas otras. Mientras que, por otro lado, acciones como el reforzamiento de elementos estructurales o la rigidización del mismo pueden mitigar la vulnerabilidad.

La estimación de curvas de vulnerabilidad se puede realizar mediante al menos cuatro enfoques principales: (1) observación y análisis de la respuesta de edificaciones reales ante eventos naturales, (2) pruebas experimentales en modelos a escala bajo la acción de eventos reales o simulados (3) opinión de expertos sobre el desempeño esperado de una edificación ante ciertas intensidades y (4) estudio de la respuesta estructural de modelos analíticos computacionales. En la Tabla 1.5, se describen las ventajas y desventajas de cada uno de ellos:

TABLA 1.5
Enfoques para la estimación de la vulnerabilidad

ENFOQUE	VENTAJAS	DESVENTAJAS
1. Observancia de la respuesta de edificios reales	Representan fielmente los daños ocurridos.	Falta de información para todos los eventos. Los eventos que arrojan información relevante son muy raros.
2. Pruebas experimentales	La información resultante es muy aproximada a la realidad.	El costo de cada prueba es considerable. El rango de error en cada prueba es muy corto. Gran cantidad de personal involucrado. Tiempo considerable para la realización de la prueba. Se limitan solo a la estructura de estudio.
3. Opinión de expertos	Permiten evaluar una gran cantidad de edificios de manera rápida.	Es necesario consultar una gran cantidad de expertos. Se crea una gran subjetividad en los resultados.
4. Modelos analíticos	Se puede estimar el desempeño ante diversas amenazas aún si estas aún no han ocurrido. Su costo es relativamente bajo. El tiempo de implementación es corto.	El manejo de datos y resultados debe ser cuidadoso. Se deberán parametrizar los resultados para conocer cual influye más en los resultados.

Para la realización de este reporte, el modelo de vulnerabilidad para la infraestructura de República Dominicana, se utilizó un enfoque de modelos analíticos, debido al relativamente poco tiempo de implementación y a la buena aproximación en los resultados obtenidos.

DEFINICIÓN DEL MODELO DE VULNERABILIDAD

A continuación, se presenta la definición de cada uno de los modelos de vulnerabilidad acorde a la amenaza estudiada.

Vulnerabilidad sísmica

La vulnerabilidad sísmica es la relacionada con la predisposición de los bienes a ser afectados de manera negativa por eventos sísmicos. Para este caso, la medida de intensidad que mejor se relaciona con la variación de la

pérdida económica, generalmente, es la aceleración que causan este tipo de eventos en la zona de desplante del bien analizado, ya que se ha observado históricamente que, entre mayor sea ésta, mayores serán las demandas que se le soliciten a las edificaciones y, subsecuentemente, mayor será la pérdida. Dentro de los parámetros de desempeño que mejor se relacionan con el daño estructural está la distorsión de entrepiso, la cual se puede definir como la diferencia de desplazamientos entre entrepisos contiguos normalizados por la altura del entrepiso. Para calcular la curva de vulnerabilidad de una estructura sometida a acciones sísmicas, en este proyecto, se emplea la metodología propuesta por Ordaz et al. (2000), la cual estima la vulnerabilidad con base en la distorsión máxima de entrepiso que genera la estructura durante la ocurrencia de un fenómeno sísmico.

La estimación de la distorsión asociada a un nivel de intensidad sísmica fue calculada mediante modelos simplificados basados en la respuesta de osciladores de un grado de libertad de referencia, aproximando su respuesta inelástica mediante coeficientes empíricos. La máxima distorsión de entrepiso de la estructura, podría verse incrementada debido a la presencia de algunas características inherentes de la edificación, que son causadas por cambios arquitectónicos y/o de estructuración (patologías estructurales) no considerados durante el diseño estructural. Estas características, provocan que la respuesta estructural cambie y se tenga una mayor incertidumbre en el comportamiento que tendría la estructura durante un sismo. Por ejemplo, en un edificio que es originalmente diseñado con la separación entre edificios recomendada en el reglamento de construcciones, si durante el proceso constructivo no se llega a respetar esa separación, se puede llegar a presentar un efecto de golpeteo afectando al edificio diseñado y a los aledaños. Otras de las características más comunes son: irregularidades en planta o en altura, golpeteo con edificaciones vecinas, daños previos no reparados, columnas cortas, planta baja débil, etc.

Para la obtención de curvas de vulnerabilidad asociadas a cada uno de los tipos estructurales de la infraestructura especial considerada en este proyecto, se utilizaron como base, estudios previos sobre el desempeño estructural ante las amenazas de estudio para que, posteriormente, de manera analítica, se obtengan las curvas de vulnerabilidad necesarias.

La obtención del desempeño de los tipos estructurales analizados en este proyecto fue tomada de diferentes curvas de fragilidad asociadas a las

amenazas de sismo y huracán, las cuales son proporcionadas en diversos reportes locales.

Para la estimación de curvas de vulnerabilidad a través de curvas de fragilidad disponibles en la literatura, fue realizada, en primera instancia, mediante el mapeo de estados cualitativos a estados de daño cuantitativos. Posteriormente, mediante el cálculo del valor esperado de estado daño asociado a un valor de intensidad sísmica. En resumen, la metodología comprende los siguientes 4 pasos:

- i. Estimación de la probabilidad de presentar un estado de daño definido
- ii. Estimación de niveles de pérdida asociadas a cada estado de daños
- iii. Cálculo del valor esperado de pérdida
- iv. Cálculo de la desviación estándar asociada

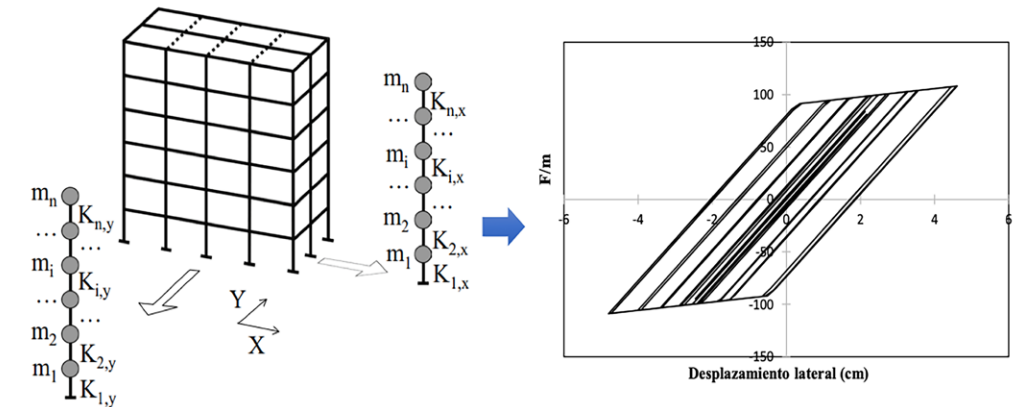
Para establecer un nivel de pérdida económica asociado a un estado de daño determinado, es necesario analizar la descripción conceptual de dicho estado de daño con la finalidad de establecer las acciones de reparación necesarias para regresar a los elementos a su estado sin daño. Dichas acciones de reparación tienen un costo económico de realización, el cual, al normalizarse al costo total del bien, estima el nivel pérdida asociado al estado de daño analizado. Algunos autores (Ordaz, 2008; Chacón y Paz, 2016) han propuesto algunos valores de niveles de pérdida asociados a algunos estados de daño. En la Figura 1.33 se presenta una esquematización del modelado de estructuras para la estimación de la vulnerabilidad sísmica.

Vulnerabilidad por inundación

La vulnerabilidad por inundación es la relacionada con la predisposición de bienes a sufrir efectos negativos por el contacto con el agua. La medida de intensidad que mejor se relaciona con este tipo de vulnerabilidad es la altura del tirante de inundación dado un tiempo de exposición al contacto con el agua. La vulnerabilidad por inundación de sistemas estructurales ésta íntimamente ligado al tipo de material. Se observaron cuatro materiales básicos con los que se construyeron los diversos tipos estructurales:

- Concreto reforzado
- Acero estructural
- Mampostería de ladrillos artesanales
- Madera

FIGURA 1.33
Modelación mediante osciladores de referencia (adaptada de Aragona et al. 2018).



Cada uno de los materiales anteriores tienden a ser dañados por el contacto con el agua en diferentes medidas, las cuales dependen principalmente de dos factores, la velocidad del flujo de agua y el tiempo de contacto con el líquido, por lo cual, a mayor velocidad de flujo y/o a mayor permanencia en contacto con el agua, mayor será el daño presentado.

Para el cálculo de la vulnerabilidad estructural, para fines de este proyecto, se propone adoptar una duración de inundación corta, de máximo un día, debido a las obras hidráulicas y de desagüe con las que cuenta República Dominicana. Posteriormente, se establece el nivel de pérdida máxima esperada asociada a los distintos materiales de construcción sometidos a una inundación lenta. La estimación de la pérdida por inundación en sistemas estructurales se establece de manera lineal y directamente proporcional a la altura de inundación. En la Figura 1.34 se presenta de manera esquemática la ubicación de los parámetros asociados a la pérdida esperada por inundación.

FIGURA 1.34
Representación esquemática de tirante de inundación (adaptada de Freepick).



Vulnerabilidad eólica

La vulnerabilidad eólica es la relacionada con la predisposición de los bienes a sufrir efectos adversos por el contacto con vientos fuertes. Los vientos intensos pueden provocar, desde el desprendimiento de componentes estructurales hasta el colapso total de una estructura. Este tipo de vulnerabilidad está relacionado con el tipo de sistema estructural, la forma geométrica y el tipo de material empleado. Dado lo anterior, la medida de intensidad que mejor se relaciona con los daños, es la velocidad sostenida del viento.

La obtención de las curvas de vulnerabilidad estructural por viento se llevó a cabo mediante la metodología propuesta en el FEMA P-2062 (FEMA 2019). Dicha metodología recomienda establecer y analizar los diferentes componentes de una estructura acorde al nivel de susceptibilidad a ser dañada por el viento. Así pues, para este proyecto las diferentes estructuras se dividieron en los siguientes subsistemas:

- Sistema estructural principal
- Sistema de techo
- Sistema de fachadas
- Sistema de ventanas

La vulnerabilidad estructural de los componentes enlistados anteriormente se obtuvo mediante procesos descritos en la literatura especializada disponible, utilizando los parámetros de amenaza locales descritos en el Manual de Diseño contra Viento de República Dominicana. Posteriormente las curvas de vulnerabilidad obtenidas se calibraron con base en la información recibida de daños previos debido a fenómenos eólicos.

La vulnerabilidad de los sistemas estructurales se obtuvo mediante los procesos descritos en HAZUS (FEMA 2003), utilizando las velocidades de diseño y los parámetros de rugosidad del terreno de desplante de las diferentes centrales eléctricas. Obteniendo así, curvas de vulnerabilidad que representan a las estructuras de la central acorde a sus condiciones de diseño.

La vulnerabilidad de sistemas de techo fue establecida con base en diferentes estudios sobre el comportamiento eólico de techumbres ligeras (López y Toledo, 2003; Henderson et al., 2010; Jayasinghe y Ginger, 2011; Smith y Henderson, 2016). Los valores utilizados se actualizaron a los valores que describen las condiciones eólicas de las centrales eléctricas, obteniendo así curvas de vulnerabilidad adecuadas para esa zona de diseño.

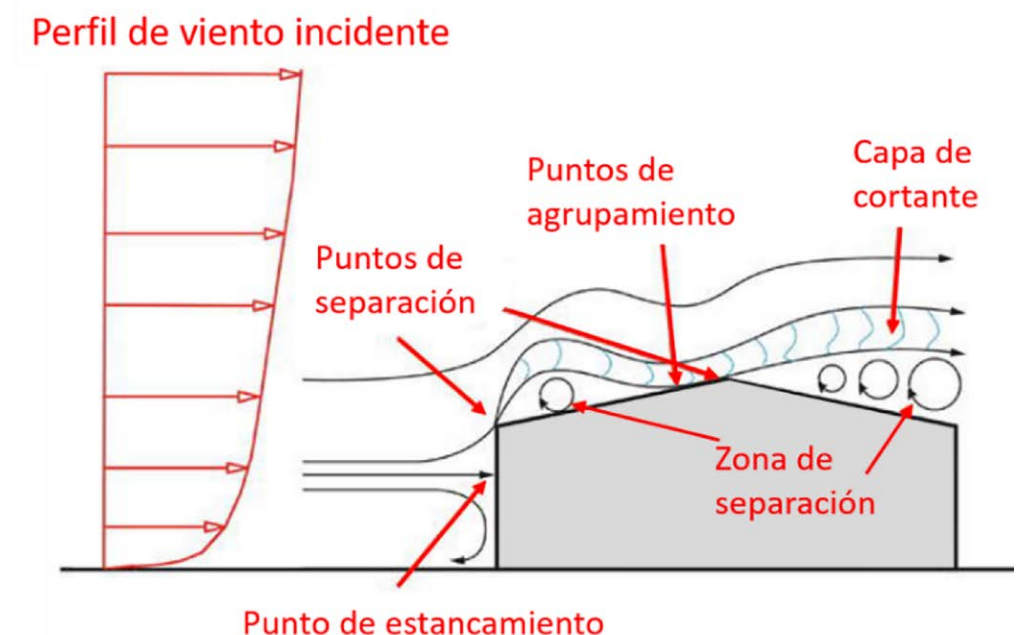
El modelo de vulnerabilidad de fachadas fue establecido con base en estudios especializados (Meinen et al., 2017; Lima-Castillo et al., 2018) los cuales detallan el comportamiento sísmico de fachadas ligeras o prefabricadas en las diferentes edificaciones.

Finalmente, para el caso de ventanas, se utilizaron varios estudios de resistencia ante viento fuertes e impactos (NAHB 2002; Viriyavudh y WooYoung 2019; Xudong y Chan 2018; Zhang y Bedon 2017), donde se definió la velocidad de ruptura de diferentes tipos de ventanas. En la Figura 1.35 se presentan de manera esquemática los efectos considerados en la definición del modelo de vulnerabilidad de viento.

Vulnerabilidad por tsunami

La vulnerabilidad estructural por tsunami es la relacionada con la predisposición de la estructura a ser dañada por tsunamis. Los fenómenos de tsunami dañan a la estructura por dos causas principales, el contacto directo con el agua y el impacto directo de la misma sobre las estructuras, así que la vulnerabilidad estructural dependerá principalmente del sistema estructural de la edificación, de los materiales de construcción y de la altura de la misma. Así pues, la medida de intensidad apropiada para relacionar

FIGURA 1.35
Representación esquemática de parámetros que inciden en el comportamiento estructural por viento.



la pérdida esperada será la altura del tirante de inundación dada una velocidad de impacto.

En primera instancia, la vulnerabilidad por tsunami de sistemas estructurales, al igual que para el caso de inundación, está ligada al tipo de material, debido a los diferentes niveles de permeabilidad y absorción aunado al daño máximo por contacto por el agua. Adicional al contacto directo con el agua, las estructuras pueden sufrir daño debido al impacto contra el agua, derivado de la velocidad del agua.

Los materiales de construcción identificados son los mismos que para el caso de inundación:

- Concreto reforzado
- Acero estructural
- Mampostería de ladrillos artesanales
- Madera

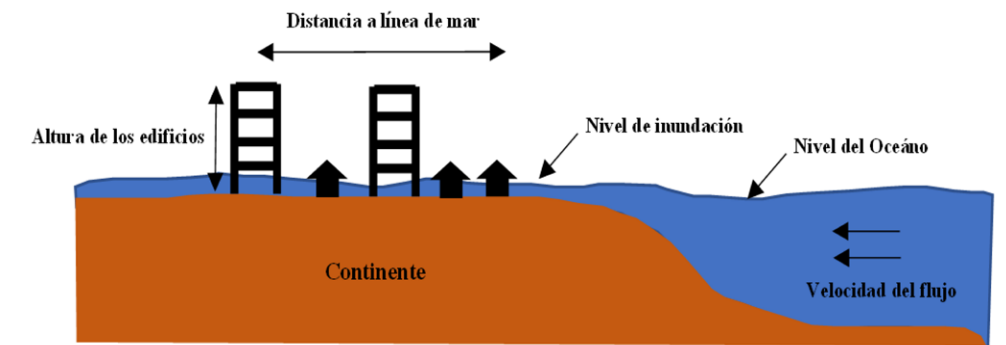
Cada uno de los materiales anteriores tienden a ser dañados por el contacto con el agua en diferentes medidas, las cuales dependen principalmente de dos factores, la velocidad del flujo de agua y el tiempo de contacto con el líquido, por lo cual, a mayor velocidad de flujo y/o a mayor permanencia en contacto con el agua, mayor será el daño presentado.

Para el cálculo de la vulnerabilidad estructural, para fines de este proyecto, se propone adoptar una duración de inundación corta, de máximo dos días, debido a las obras hidráulicas y de desagüe con las que cuenta República Dominicana.

Aunado al contacto con el agua, la velocidad del flujo de agua, acorde a la localización del inmueble en la línea de costa, el número de niveles, el estado de conservación y el uso de la edificación también fue considerado en la estimación del daño por tsunami.

Posteriormente, se establece el nivel de pérdida máxima esperada asociada a los distintos materiales de construcción sometidos a una inundación súbita. Este valor de pérdida máxima es modificado mediante un factor que considera los parámetros previamente mencionados. En la Figura 1.36 se presentan, de manera esquemática, los principales parámetros considerados en la estimación de la vulnerabilidad por tsunami.

FIGURA 1.36
Representación esquemática de parámetros considerados en la estimación del cálculo de la vulnerabilidad por tsunami.



Estimación de la incertidumbre

Para obtener la incertidumbre, y por lo tanto, la desviación estándar, es necesario conocer el valor de la varianza, ya que la desviación estándar se define como la raíz cuadrada de la varianza. La varianza nos permite conocer qué tan alejados están los valores muestrales con respecto a la media. Existe poca información para determinar la varianza (o el coeficiente de variación) del daño bruto. Se sabe, sin embargo, que cuando el valor esperado de la pérdida es nulo, la dispersión también lo es. De igual forma, cuando el valor esperado de la pérdida es total (1), la dispersión es también nula. Para valores intermedios es difícil precisar, con bases empíricas, cuánto vale la varianza de la pérdida. Para fijar la variación de la varianza para pérdidas intermedias entre 0 y 1, se ha utilizado una expresión derivada de la distribución de probabilidad asignada en el estudio clásico del informe ATC-13 (ATC, 1985).

CONCLUSIONES

Se desarrolló el modelo de vulnerabilidad para infraestructura representativa de República Dominicana, para lo cual se obtuvieron las curvas de vulnerabilidad correspondientes a la siguiente infraestructura:

- Escuelas
- Hospitales y clínicas
- Viviendas
- Carreteras y Puentes
- Puertos

Las curvas de vulnerabilidad fueron desarrolladas mediante un enfoque analítico en el cual se modeló la infraestructura de estudio.

Se desarrollaron curvas de vulnerabilidad para las amenazas de sismo, inundación, viento y tsunami, asociadas a la infraestructura mencionada anteriormente.

Se considera que el modelo de vulnerabilidad obtenido mediante las metodologías descritas en el presente documento representa en promedio la variación del daño esperado en la infraestructura de estudio dadas las medidas de intensidad propuestas y es de utilidad para el cálculo del riesgo ante las amenazas dadas.

BIBLIOGRAFÍA

Buendía, L. 2016. “Estimación de espectros de vulnerabilidad uniforme para el diseño sísmico de estructuras”. Tesis Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México.

Chacón, R., y I. Paz. 2016. “Análisis de desempeño sísmico de los edificios escolares típicos 780 post 97 de la costa peruana”. Tesis Maestría. Pontificia Universidad Católica del Perú.

FEMA. 2003. “Multi-hazard Loss Estimation Methodology - Hurricane Model”. Federal Emergency Management Agency. HAZUS-MH 2.1 Technical Manual. Washington DC.

—. 2019. “Guidelines for wind vulnerability assessments of existing critical buildings”. Federal Emergency Management Agency. FEMA P-2062. Washington DC.

Henderson, D., J. Ginger, y Gregory A. Koop. 2010. “Wind induced fatigue of metal roof cladding during severe tropical cyclones”. En 2010 Structure Congress.

Jayasinghe, N., y J. Ginger. 2011. “Vulnerability of roofing components to wind loads”. Wind and Structures an International Journal 14 (4).

Lima-Castillo, I., R. Gomez-Martínez, y A. Pozos-Estrada. 2018. “Methodology to develop fragility curves of glass facades under wind-induced pressure”. International Journal of Civil Engineering.

López, A., y H. Toledo. 2003. “Estudio de la seguridad de las edificaciones de vivienda ante la incidencia del viento”. CENAPRED, 2003.

Meinen, N., R. Steenbergen, C. Geurts, y C. van Bentum. 2017. “Probabilistic Assessment of Wind-Loaded Facade Elements”. En 14th International Probabilistic Workshop.

Miranda, E. 1997. “Estimation of maximum inter-storey drift demands in displacement-based design”. En Seismic design for the next generation codes, editado por Peter Fafjar y Helmut Krawinkler, 253–64. Rotterdam, Netherlands.

—. 1999. “Approximate seismic lateral deformation demands in multi-storeys buildings”. Journal of Earthquake Engineering 125 (4): 253–64.

NAHB. 2002. “Wind-Borne Debris: Impact Resistance of Residential Glazing”. NAHB Research Center Inc.

Ordaz, M. 2008. “Relaciones entre curvas de fragilidad, matrices de probabilidad y funciones de vulnerabilidad”. Mexico, DF.

Ordaz, M., E. Miranda, E. Reinoso, y L. E. Pérez-Rocha. 2000. “Seismic loss estimation for Mexico City”. En 12th World Conference on Earthquake Engineering, 253–64. Auckland, New Zealand.

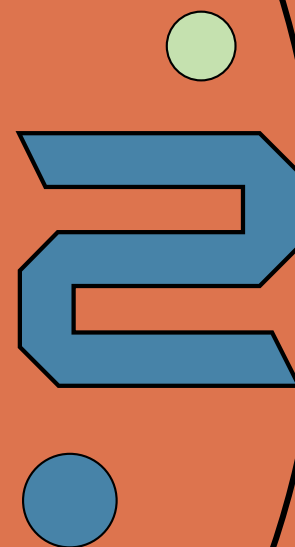
Smith, D., y D. Henderson. 2016. “Vulnerability modelling for residential housing”. En 18th Australasian Wind Engineering Society Workshop. McLaren Vale, South Australia.

Viriyavudh, S., y J. WooYoung. 2019. “Wind Fragility of Glass Windows with Tape and Film Reinforcement”. Korean Society Hazard Mitigation Journal 19 (6): 33–39.

Xudong, C., y A. Chan. 2018. “Soft impact responses of laminated glass simulated with the combined finite-discrete element method”. Engineering Computations.

Zhang, X., y C. Bedon. 2017. “Vulnerability and Protection of Glass Windows and Facades under Blast: Experiments, Methods and Current Trends”. International Journal of Structural Glass and Advanced Materials Research.





Qué puede pasar si hoy se repiten el sismo de Santiago o el huracán San Zenón

Dr. Eduardo Reinoso y especialistas de ERN



Construcción de una base de datos de exposición para República Dominicana



En esta sección y partiendo del análisis de amenazas para los peligros geológicos e hidrometeorológicos presentados en el capítulo 1, se hace una estimación del nivel de riesgo esperado (daño y pérdidas). Para ello y a partir de fuentes públicas, se obtuvieron campos de información clave para la estructuración de una base de datos representativa en los 115 municipios de República Dominicana: 1,840 centros educativos, 256 centros hospitalarios, una muestra de al menos 12,000 viviendas, al menos una muestra de 19,000km de carreteras, 2,005 puentes y 15 puertos. El riesgo fue evaluado particularmente para los eventos históricos del sismo de Santiago de 1562 y el huracán San Zenón de 1930 y, a partir de ello, identificadas regiones que podrían verse más afectadas si eventos con características similares (p.e. nivel de intensidad y posición geoespacial) volvieran a ocurrir.

CONSTRUCCIÓN DE UNA BASE DE DATOS DE EXPOSICIÓN PARA REPÚBLICA DOMINICANA

El catastro contiene el inventario estadístico y geográfico de la infraestructura urbana, necesario para trazar una estrategia adecuada en la estimación del riesgo ante diferentes amenazas a las que está expuesto el territorio de la República Dominicana. Sin embargo, la información georreferenciada pública es limitada y se concentra únicamente a algunos sectores de la capital del país, por lo que no es posible obtener de las instituciones dominicanas la ubicación y características de diferentes activos de interés: vivienda, infraestructura de salud o educación, infraestructura carretera, entre otros, por lo que fue necesario recurrir a fuentes secundarias para construir una base de datos, las cuales se enlistan a continuación.

Información censal. Se consultaron los tabuladores del IX Censo Nacional de Población y Vivienda, el cual fue levantado por la Oficina Nacional de Estadística (ONE, 2010). Este instrumento contiene información a nivel región y municipio referente a las características demográficas, de vivienda y las principales características de las actividades económicas de la República Dominicana. Algunas de las variables relevantes de este instrumento es el número de viviendas por municipio y la exposición porcentaje de viviendas a nivel municipio) a diferentes condiciones de peligro: ubicación en laderas u orillas de ríos, por ejemplo. Sin embargo, la principal limitante es la imposibilidad de generar una base de datos a nivel local.

Infraestructura vial. A través del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) se obtuvo la información de la infraestructura vial (carreteras, caminos y calles) a nivel nacional. Sin embargo, esta geometría no contiene otro tipo de datos necesarios para la estimación de la vulnerabilidad como son el tipo de vialidad, ancho de vía, material en superficie, entre otros.

Infraestructura pública. Se refiere a la infraestructura educativa y de salud, la cual se obtuvo a través de la OCHA Services, organismo dependiente de la ONU encargado de la ayuda humanitaria en naciones en vías de desarrollo. En este organismo es posible obtener información vectorial referente a la infraestructura vial, educación, áreas pobladas, puertos, servicios de salud, entre otros, para dar respuesta a posibles eventos catastróficos en países en vías de desarrollo. La principal limitante de esta fuente es que la cantidad de registros para cada categoría es sólo una muestra; además, los datos de OCHA únicamente contienen las coordenadas de cada registro, por lo que no es posible obtener otro tipo de información (número de pisos, sistema estructural, patologías constructivas, entre otros).

Catastro. A través de la base de datos Buildings Footprints de Bing Maps/Microsoft se obtuvo la geometría de una muestra de edificios identificados en territorio dominicano. Cada edificio es obtenido a través de algoritmos de inteligencia artificial a partir del procesamiento de imágenes satelitales de alta resolución. La principal limitante de esta base de datos es que no se cuenta con algún otro tipo de información (uso de inmueble, altura, etc). Tomando en cuenta las consideraciones señaladas en los puntos anteriores, las bases de datos construidas incluyen los siguientes sectores: centros educativos, centros hospitalarios, viviendas, carreteras, puentes y puertos. A

continuación, se presenta una breve caracterización de cada una de las bases de datos que fueron evaluadas.

Centros educativos

La base de datos de los centros educativos está integrada por 1,840 registros, distribuidos en 115 municipios del país, dicha base fue obtenida a través de la OCHA Services y se complementó con revisión a través de Street View; en la Tabla 2.1 se muestran los 10 municipios que contienen el 51 por ciento, de toda la base de datos educativa.

TABLA 2.1
Lista de 10 municipios con la mayor concentración de centros educativos

MUNICIPIO	REGISTROS	PORCENTAJE
SANTO DOMINGO DE GUZMAN	252	13.70%
SANTO DOMINGO ESTE	215	11.68%
HIGÜEY	84	4.57%
BARAHONA	81	4.40%
SANTIAGO	68	3.70%
SANTO DOMINGO NORTE	68	3.70%
PUERTO PLATA	54	2.93%
SAN PEDRO DE MACORÍS	49	2.66%
NAGUA	38	2.07%
COMENDADOR	31	1.68%

De los 1,840 registros, se encontró que el 85.6 por ciento están clasificadas como school; en tanto que el 7.17 por ciento corresponde a university, en la Tabla 2.2 se presenta la distribución completa.

TABLA 2.2
Distribución de registros por tipo

TIPO	REGISTROS	PORCENTAJE
childcare	3	0.16%
college	109	5.92%
kindergarten	20	1.09%
library	1	0.05%
school	1,575	85.60%

TIPO	REGISTROS	PORCENTAJE
university	132	7.17%
Total	1,840	100.00%

La Tabla 2.3 presenta la composición por tipos de los centros educativos que se encuentran en los 10 municipios donde se concentra el mayor porcentaje de centros educativos.

TABLA 2.3

Distribución por tipo educativo en los 10 municipios de mayor concentración

MUNICIPIO	CHILDCARE	COLLEGE	KINDERGARTEN	LIBRARY	SCHOOL	UNIVERSITY	TOTAL
SANTO DOMINGO DE GUZMAN		9	8	1	166	68	252
SANTO DOMINGO ESTE	1	20	2		187	5	215
HIGÜEY		2			78	4	84
BARAHONA		6			71	4	81
SANTIAGO	2	10	3		45	8	68
SANTO DOMINGO NORTE		3			65		68
PUERTO PLATA					48	6	54
SAN PEDRO DE MACORÍS		2			38	9	49
NAGUA		1			34	3	38
COMENDADOR					31		31

Centros hospitalarios

A través del Ministerio de la OCHA Services (organismo dependiente de la ONU), información pública, se obtienen una muestra representativa del sector salud en formato vectorial. La asignación de número de pisos se obtiene mediante inspección visual a través de Street View. En las Tabla 2.4 y Tabla 2.5 se presenta la distribución de los centros hospitalarios a nivel municipal y del número de pisos.

TABLA 2.4
Distribución de los centros hospitalarios a nivel municipal

MUNICIPIO	REGISTROS
SANTO DOMINGO DE GUZMÁN	77
SANTIAGO	26
SANTO DOMINGO ESTE	20
SANTO DOMINGO NORTE	10
LA ROMANA	9
SANTO DOMINGO OESTE	9
LA VEGA	8
HIGÜEY	6
BONAO	5
LOS ALCARRIZOS	4
PUÑAL	4
COTUÍ	3
GUAYUBÍN	3
SAMANÁ	3
SAN CRISTÓBAL	3
SAN FRANCISCO DE MACORÍS	3
VILLA ALTAGRACIA	3
Menos de 3 registros	60
Total general	256

TABLA 2.5
Distribución de registros de acuerdo al número de pisos observados

NÚMERO DE PISOS OBSERVADO	REGISTROS
1	71
2	70
3	47
4	33
5	15
6	9
7	8

NÚMERO DE PISOS OBSERVADO	REGISTROS
9	1
11	1
13	1
Total general	256

Viviendas

La muestra representativa de viviendas evaluadas en el presente estudio, se obtuvo de los análisis del catastro de Buildings Footprints de Bing Maps/ Microsoft y del IX Censo Nacional de Población y Vivienda, el cual fue levantado por la Oficina Nacional de Estadística (ONE); consta de 22,283 registros distribuidos en todo el país. En la Tabla 2.6 se presenta a los 20 municipios que reportan el mayor acumulado de registros, en esos 20 municipios se encuentra el 55 por ciento de la muestra.

TABLA 2.6
Municipios con mayor registros de vivienda

MUNICIPIOS	REG.	PORCENTAJE
SANTIAGO	1,550	6.96%
SANTO DOMINGO ESTE	1,369	6.14%
SANTO DOMINGO NORTE	1,069	4.80%
SANTO DOMINGO DE GUZMAN	968	4.34%
HIGÜEY	829	3.72%
LA VEGA	782	3.51%
SANTO DOMINGO OESTE	570	2.56%
SAN FRANCISCO DE MACORÍS	541	2.43%
LOS ALCARRIZOS	530	2.38%
SAN CRISTOBAL	515	2.31%
MOCA	502	2.25%
BANI	449	2.01%
SAN PEDRO DE MACORÍS	422	1.89%
BOCA CHICA	387	1.74%
SAN JUAN	343	1.54%
PUERTO PLATA	337	1.51%

MUNICIPIOS	REG.	PORCENTAJE
BONAO	335	1.50%
LA ROMANA	278	1.25%
BAJOS DE HAINA	272	1.22%
MAO	245	1.10%

Carreteras

A través del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC), información pública, se contempla la clasificación de infraestructura vial a nivel nacional. La evaluación de riesgo contempló los datos clasificados dentro de la información disponible. En la Tabla 2.7 se presenta la distribución de las carreteras de acuerdo a su tipo y longitud.

TABLA 2.7
Clasificación de carreteras por tipo y longitud

CLASIFICACIÓN	LONGITUD (KM)
track	5,094.02
tertiary	3,235.77
service	2,720.94
primary	2,618.00
secondary	1,967.35
motorway	962.01
path	937.03
footway	553.13
trunk	321.32
road	279.69
motorway_link	135.50
living_street	109.62
primary_link	54.09
pedestrian	37.92
trunk_link	19.49
construction	17.64
cycleway	16.29

CLASIFICACIÓN	LONGITUD (KM)
bridleway	10.69
raceway	9.30
secondary_link	7.81
steps	6.20
tertiary_link	5.59
services	4.38
corridor	0.29
Total general	19,124

Puentes

La base de datos, correspondiente a puentes, está conformada por un total de 2,005 registros, de los cuales el 16.7% corresponde a puentes ubicados en carreteras clasificadas como red primaria, el 9.8% ubicados en red secundaria, y el 10.4% ubicados en carreteras clasificadas como red terciaria. La Tabla 2.8 muestra la distribución de puentes por tipo de vía.

TABLA 2.8
Distribución de puentes por tipo de vía

TIPO DE VÍA	PUENTES	%
residential	385	19.2%
primary	334	16.7%
unclassified	301	15.0%
tertiary	209	10.4%
secondary	196	9.8%
footway	179	8.9%
motorway	153	7.6%
track	62	3.1%
service	59	2.9%
trunk	44	2.2%
path	26	1.3%
pedestrian	23	1.1%
motorway_link	17	0.8%
trunk_link	8	0.4%

TIPO DE VÍA	PUENTES	%
steps	3	0.1%
construction	2	0.1%
cycleway	2	0.1%
primary_link	1	0.0%
road	1	0.0%
Total general	2,005	100.0%

La Tabla 2.9 muestra el top 10 de los municipios con mayor concentración de puentes dentro de la base de datos evaluada.

TABLA 2.9

Top de municipios con mayor concentración de puentes

TOP	MUNICIPIO	PUENTES	%
1	SANTO DOMINGO DE GUZMÁN	179	8.9%
2	SANTIAGO	170	8.5%
3	HIGÜEY	90	4.5%
4	LA VEGA	66	3.3%
5	SANTO DOMINGO NORTE	60	3.0%
6	SANTO DOMINGO ESTE	57	2.8%
7	SANTO DOMINGO OESTE	54	2.7%
8	EL SEIBO	43	2.1%
9	SAN JUAN	39	1.9%
10	JARABACOA	36	1.8%
	RESTO DE MUNICIPIOS	1,211	60.4%
	Total general	2,005	100.0%

Puertos

A través del Ministerio de la OCHA Services (organismo dependiente de la ONU), información pública, se obtienen una muestra de los puertos en formato vectorial. En la Tabla 2.10 se presenta el número de puertos por municipio:

TABLA 2.10

Distribución de puertos por municipio

MUNICIPIO	PUERTOS
PUERTO PLATA	2
SAMANÁ	2
SANTO DOMINGO OESTE	1
SABANA DE LA MAR	1
SANTO DOMINGO DE GUZMÁN	1
BOCA CHICA	1
LA ROMANA	4
PEDERNALES	2
SAN RAFAEL DEL YUMA	1
Total general	15

Estimación de pérdidas para la infraestructura pública

Este ejercicio considera la evaluación de 1840 centros educativos, 256 centros hospitalarios, una muestra de 22,283 viviendas, la infraestructura carretera principal, 2005 puentes y 15 puertos, distribuidos en los principales poblados y centros urbanos del país.

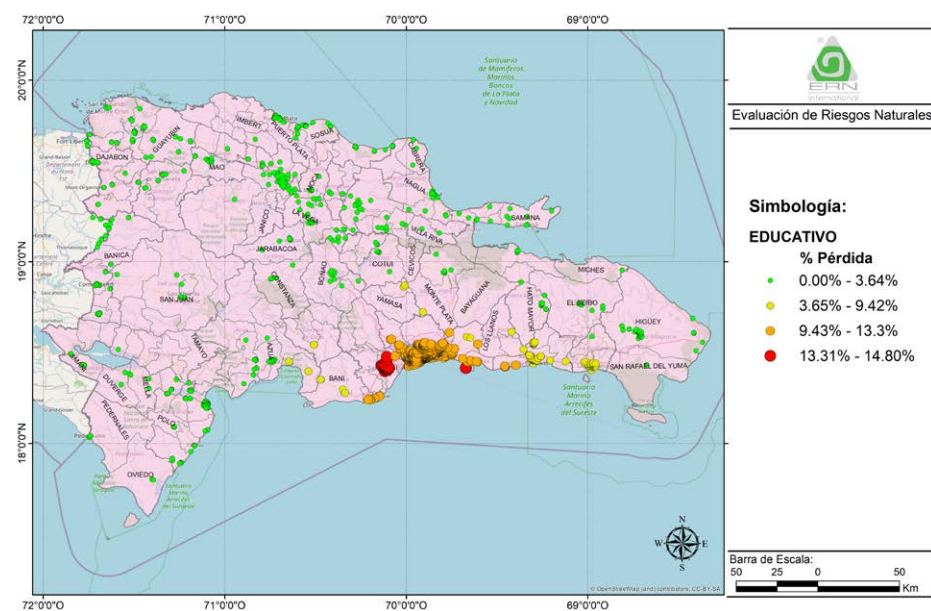
Tomando en cuenta las limitantes anteriores, y tomando de base lo indicado en el capítulo 1 en la sección de vulnerabilidad, se asignaron tipologías estructurales representativas para este tipo de infraestructura con el fin de tener una primera estimación de lo que puede pasar si ocurrieran eventos con intensidades similares a los históricos mencionados. Es importante mencionar que para el caso del huracán San Zenón, consideran únicamente la amenaza de viento.

PÉRDIDAS ESTIMADAS PARA EL HURACÁN SAN ZENÓN

Centros educativos

La pérdida correspondiente a los centros educativos considerados en este análisis, resultó de 4.9%, lo que significa que, partiendo de valores unitarios, se tendría casi un cinco por ciento del valor total analizado. En la Tabla 2.11 se muestran los diez municipios donde se tiene una mayor concentración de

FIGURA 2.1
Distribución de la pérdida relativa en los centros educativos ante intensidades de viento similares al huracán San Zenón de 1930.

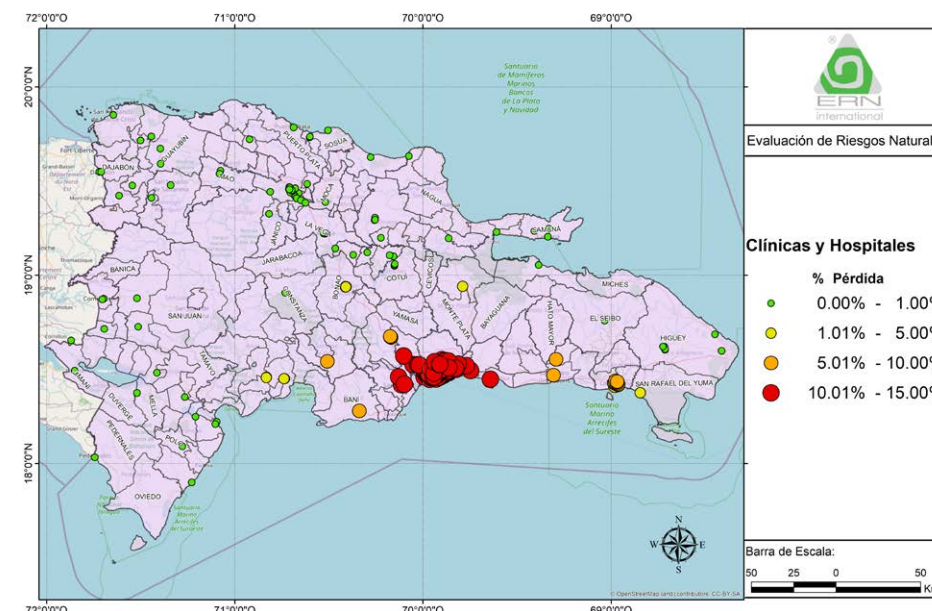


la pérdida obtenida, destacando los municipios de Santo Domingo de Guzmán y Santo Domingo Este. Por su parte, en la Figura 2.1 se observa la concentración de las escuelas con las mayores pérdidas, ubicadas principalmente en las ciudades de Santo Domingo y San Cristóbal.

TABLA 2.11
Concentración de la pérdida por municipio considerando las intensidades de viento del huracán San Zenón

MUNICIPIO	PORCENTAJE DE PÉRDIDA
SANTO DOMINGO DE GUZMÁN	34.92%
SANTO DOMINGO ESTE	29.27%
SANTO DOMINGO NORTE	9.21%
SAN PEDRO DE MACORÍS	4.51%
SAN CRISTÓBAL	4.45%
SANTO DOMINGO OESTE	3.66%
LA ROMANA	1.86%
GUAYACANES	1.56%
BOCA CHICA	1.47%
CONSUELO	1.03%

FIGURA 2.2
Distribución de la pérdida relativa en los centros hospitalarios ante intensidades de viento similares al huracán San Zenón de 1930.



Centros hospitalarios

La pérdida correspondiente a los centros hospitalarios considerados en este análisis, resultó de un 6.4% del valor total analizado. En la Tabla 2.12, se muestran los diez municipios con las mayores pérdidas, destacando los municipios de Santo Domingo de Guzmán y Santo Domingo Este. Por su parte, en la Figura 2.2 se observa la concentración de los centros hospitalarios con las mayores pérdidas, ubicadas principalmente en las ciudades de Santo Domingo y San Cristóbal.

TABLA 2.12
Concentración de la pérdida por municipio considerando las intensidades de viento del huracán San Zenón

MUNICIPIO	PORCENTAJE DE PÉRDIDA
SANTO DOMINGO DE GUZMÁN	56.74%
SANTO DOMINGO ESTE	14.35%
SANTO DOMINGO NORTE	7.19%
SANTO DOMINGO OESTE	6.43%
LA ROMANA	3.13%
LOS ALCARRIZOS	2.81%
SAN CRISTÓBAL	2.51%

MUNICIPIO	PORCENTAJE DE PÉRDIDA
VILLA ALTAGRACIA	1.52%
PEDRO BRAND	0.74%
BOCA CHICA	0.71%

Viviendas

La pérdida correspondiente a las viviendas resultó de un 9.15% del valor total. En la Tabla 2.13, se muestran los diez municipios donde se tiene una mayor concentración de pérdida, destacando los municipios de Santo Domingo Este, Santo Domingo Norte, Santo Domingo de Guzmán y Santiago. Por su parte, en la Figura 2.3 se observa la concentración de las viviendas con las mayores pérdidas, ubicadas principalmente en las ciudades de los municipios mencionados.

FIGURA 2.3
Distribución de la pérdida relativa en viviendas ante intensidades de viento similares al huracán San Zenón de 1930.

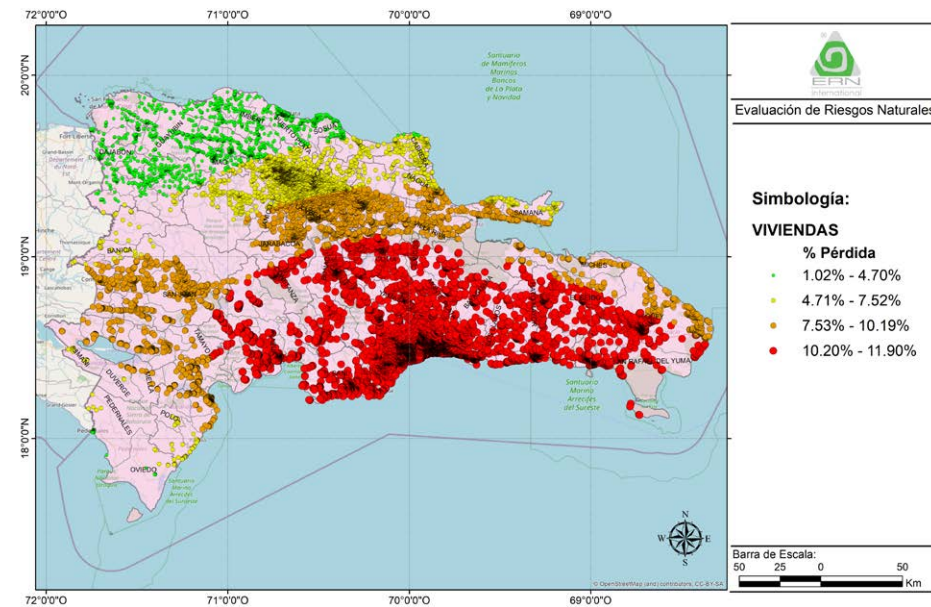


TABLA 2.13
Concentración de la pérdida por municipio considerando las intensidades de viento del huracán San Zenón

MUNICIPIOS	PORCENTAJE DE PÉRDIDA
SANTO DOMINGO ESTE	7.96%
SANTO DOMINGO NORTE	6.20%
SANTO DOMINGO DE GUZMAN	5.73%

MUNICIPIOS	PORCENTAJE DE PÉRDIDA
SANTIAGO	4.50%
HIGÜEY	4.16%
SANTO DOMINGO OESTE	3.33%
LA VEGA	3.14%
SAN CRISTOBAL	3.08%
LOS ALCARRIZOS	2.99%
BANI	2.58%

Carreteras

La pérdida correspondiente a carreteras resultó de 0.11% respecto al valor total de la infraestructura evaluada. En la Tabla 2.14 se muestra la pérdida por tipo de carretera o vialidad, en donde se observa que las vialidades clasificadas como servicio, terciarias, secundarias, primarias, y autopistas representan el 72.4% de la pérdida estimada total. Por su parte, la Figura 2.4 muestra la distribución geográfica de las pérdidas estimadas.

FIGURA 2.4
Distribución de la pérdida relativa en carreteras ante intensidades de viento similares al huracán San Zenón de 1930.

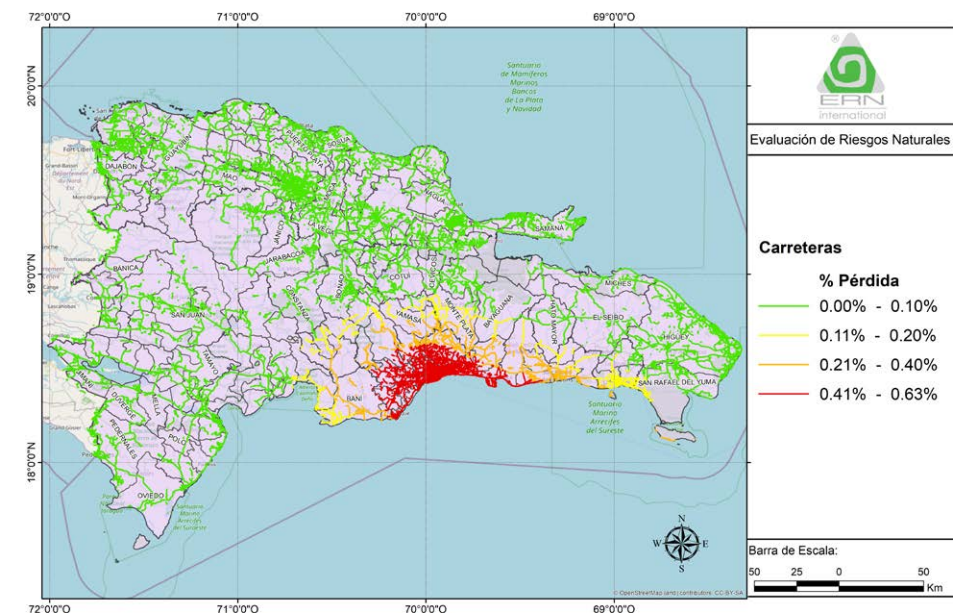


FIGURA 2.5
Distribución de la pérdida relativa en puentes ante intensidades de viento similares al huracán San Zenón de 1930.

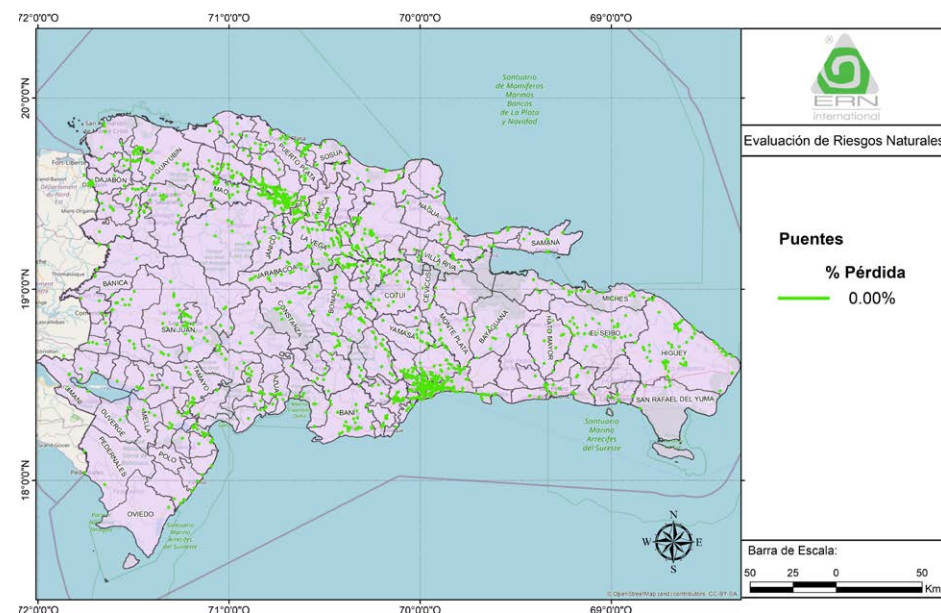


FIGURA 2.6
Distribución de la pérdida relativa en puertos ante intensidades de viento similares al huracán San Zenón de 1930.

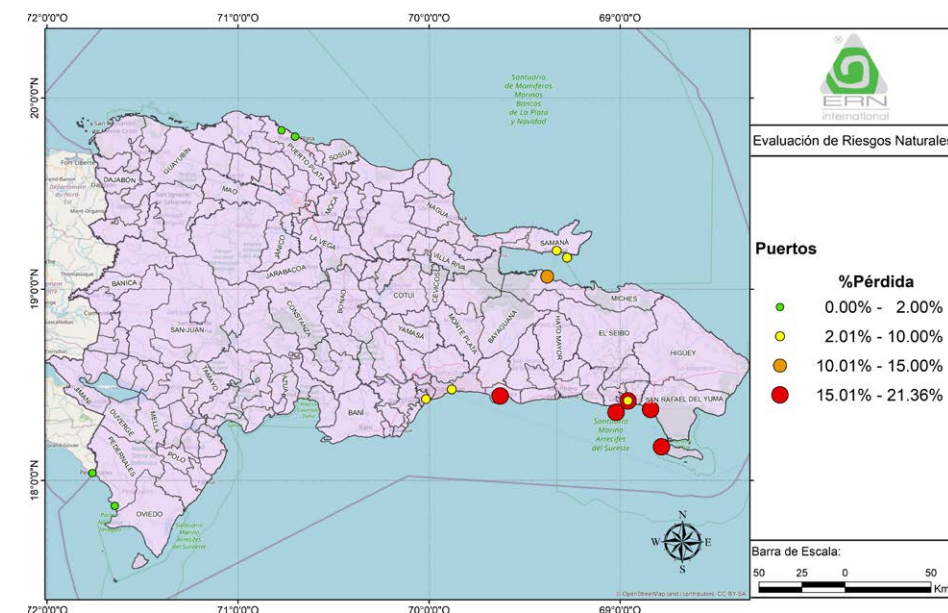


TABLA 2.14
Concentración de la pérdida por tipo de carretera considerando las intensidades de viento del huracán San Zenón

TIPO DE CARRETERA	PORCENTAJE DE PÉRDIDA
SERVICE	20.98%
TERTIARY	16.90%
SECONDARY	12.40%
PRIMARY	11.15%
MOTORWAY	10.96%
TRACK	8.56%
PATH	7.66%
FOOTWAY	3.96%
TRUNK	2.05%
MOTORWAY_LINK	1.83%

Puentes

La evaluación de riesgo por amenaza de viento, evento característico de Huracán San Zenón 1930, arroja pérdidas despreciables, prácticamente de 0.000%, para la infraestructura de puentes. En la Figura 2.5 se muestra la distribución espacial de la infraestructura evaluada.

Puertos

La pérdida estimada total para el evento de huracán modelado, correspondiente a infraestructura de puertos, resultó del orden del 9.7%. En la Tabla 2.15 se muestra el porcentaje de pérdida estimada por municipio, relativa a la pérdida total; en donde, se observa que los municipios de La Romana, Boca Chica y San Rafael de Yuma concentran el 71.9% de la pérdida total. Por su parte, la Figura 2.6 muestra la distribución geográfica de las pérdidas estimadas.

TABLA 2.15
Concentración de la pérdida en puertos considerando las intensidades de viento del huracán San Zenón

MUNICIPIO	PORCENTAJE DE PÉRDIDA
LA ROMANA	43.50%
BOCA CHICA	14.66%
SAN RAFAEL DEL YUMA	13.77%
SAMANÁ	9.52%
SABANA DE LA MAR	7.15%
SANTO DOMINGO OESTE	5.67%
SANTO DOMINGO DE GUZMÁN	5.19%
PEDERNALES	0.37%
PUERTO PLATA	0.16%

PÉRDIDAS ESTIMADAS PARA EL SISMO DE SANTIAGO

Centros educativos

La pérdida correspondiente a los centros educativos resultó de un 0.13% del valor total. En la Tabla 2.16, se muestran los diez municipios donde se tiene una mayor concentración de pérdida, destacando los municipios de Santiago y Santo Domingo de Guzmán, Cotuí y Puerto Plata. Por su parte, en la Figura 2.7 se observa la concentración de las escuelas con las mayores pérdidas, ubicadas principalmente en las ciudades de los municipios mencionados.

FIGURA 2.7
Distribución de la pérdida relativa en los centros educativos ante intensidades sísmicas similares al sismo de Santiago de 1562.

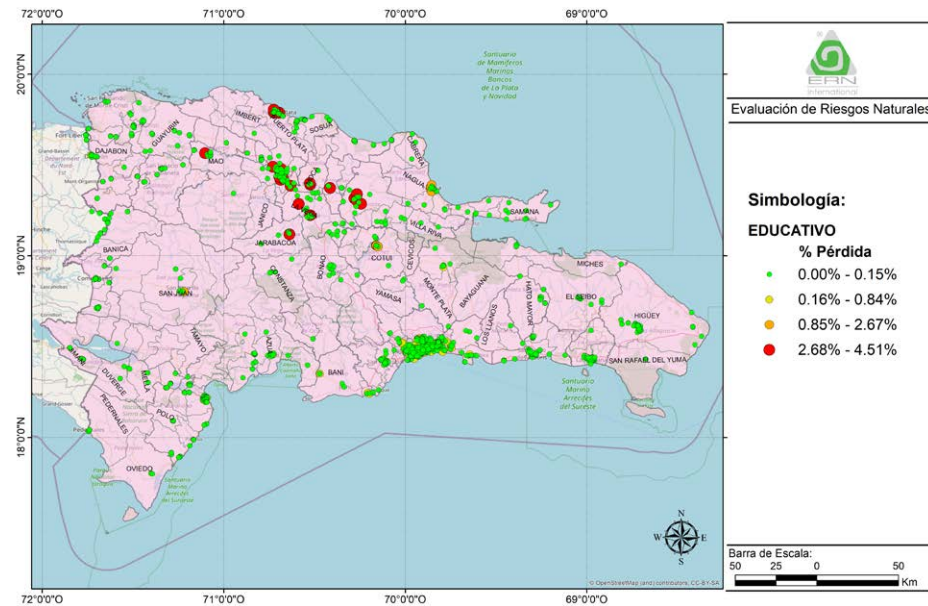


TABLA 2.16

Concentración de la pérdida por municipio considerando las intensidades del sismo histórico de Santiago

MUNICIPIO	PORCENTAJE DE PÉRDIDA
SANTIAGO	18.34%
SANTO DOMINGO DE GUZMÁN	15.98%
COTUÍ	12.11%
PUERTO PLATA	10.71%
SAN FRANCISCO DE MACORÍS	7.25%
NAGUA	5.76%
SANTO DOMINGO ESTE	4.21%

FIGURA 2.8
Distribución de la pérdida relativa en los centros hospitalarios ante intensidades sísmicas similares al sismo de Santiago de 1562.

MUNICIPIO	PORCENTAJE DE PÉRDIDA
MOCA	3.76%
LA VEGA	3.76%
PUÑAL	3.52%

Centros hospitalarios

La pérdida correspondiente a los centros hospitalarios considerados en este análisis, resultó de un 6.4% del valor total analizado. En la Tabla 2.17, se muestran los diez municipios con las mayores pérdidas, destacando los municipios de Santiago y La Vega. Por su parte, en la Figura 2.8 se observa la concentración de las escuelas con las mayores pérdidas, ubicadas principalmente en la ciudad de Santiago de los Caballeros, Concepción de la Vega, Sosúa y Puerto Plata.

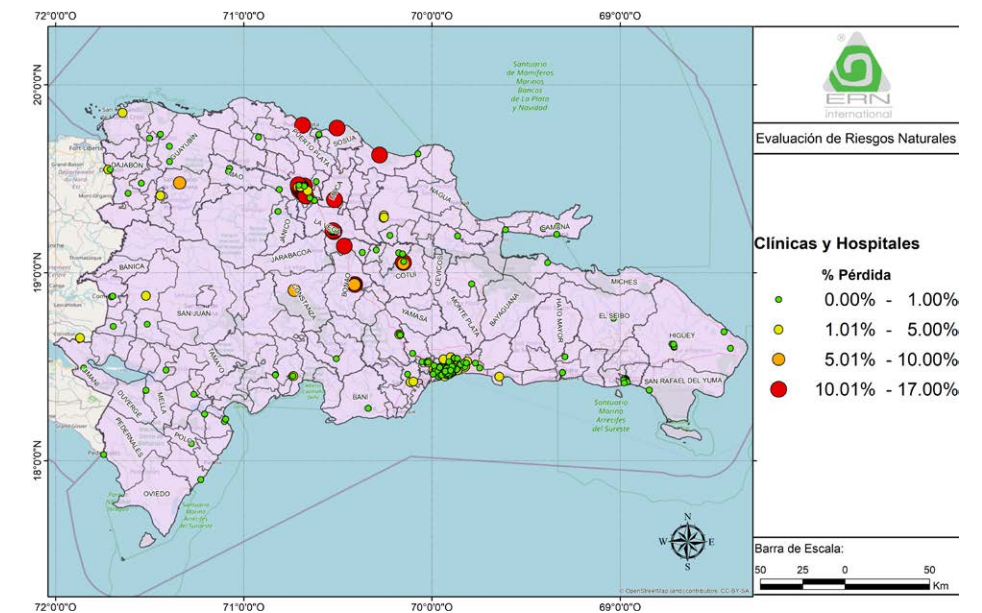


TABLA 2.17

Concentración de la pérdida por municipio considerando las intensidades del sismo histórico de Santiago y su afectación en los centros hospitalarios

MUNICIPIO	PORCENTAJE DE PÉRDIDA
SANTIAGO	35.10%
LA VEGA	11.12%

MUNICIPIO	PORCENTAJE DE PÉRDIDA
SANTO DOMINGO DE GUZMÁN	9.72%
BONAO	9.68%
PUÑAL	3.80%
SANTO DOMINGO ESTE	3.63%
COTUÍ	3.33%
SOSÚA	3.06%
GASPAR HERNÁNDEZ	2.95%
SAN FRANCISCO DE MACORÍS	2.35%

Viviendas

La pérdida correspondiente a las viviendas resultó de un 4.41% del valor total. En la Tabla 2.18, se muestran los diez municipios donde se tiene una mayor concentración de pérdida, destacando los municipios de Santiago, La Vega y San Francisco de Macorís. Por su parte, en la Figura 2.9 se observa la concentración de las viviendas con las mayores pérdidas, ubicadas principalmente en las ciudades de los municipios mencionados.

FIGURA 2.9 Distribución de la pérdida relativa en las viviendas ante intensidades sísmicas similares al sismo de Santiago de 1562.

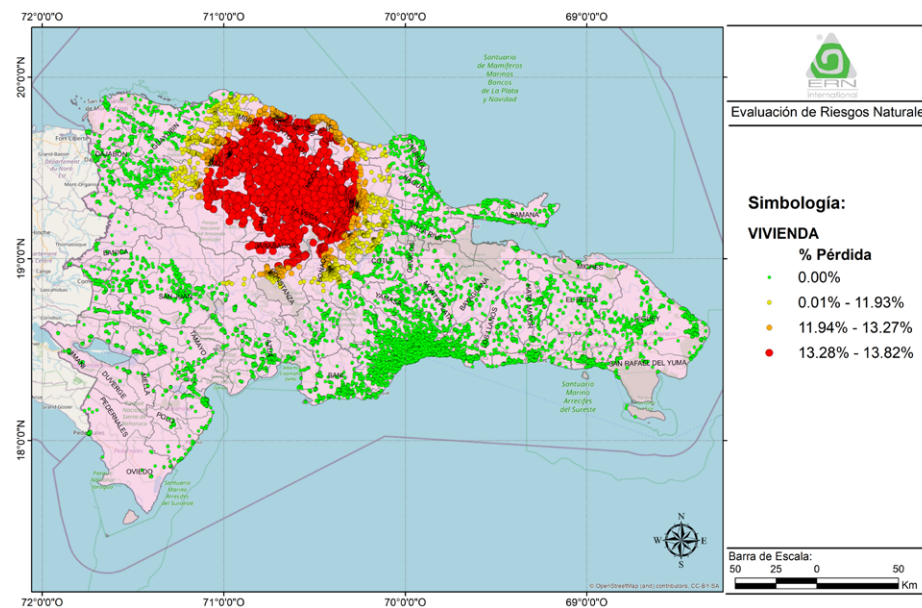


TABLA 2.18

Concentración de la pérdida por municipio considerando las intensidades del sismo histórico de Santiago y su afectación en las viviendas

MUNICIPIO	PORCENTAJE DE PÉRDIDA
SANTIAGO	21.78%
LA VEGA	10.99%
SAN FRANCISCO DE MACORÍS	7.14%
MOCA	7.06%
PUERTO PLATA	4.55%
BONAO	3.90%
JARABACOA	3.30%
MAO	3.21%
SAN JOSE DE LAS MATAS	2.60%
PUÑAL	2.33%

Carreteras

La pérdida correspondiente a carreteras resultó de un 1.08% respecto al valor total de la infraestructura evaluada. En la Tabla 2.19, se muestra la pérdida por tipo de carretera o vialidad, donde se observa que las vialidades clasificadas como pistas, terciarias, servicio, primarias, y secundarias representan el 86.04% de la pérdida estimada total. Por su parte, la Figura 2.10 muestra la distribución geográfica de las pérdidas estimadas.

FIGURA 2.10 Distribución de la pérdida relativa en carreteras ante intensidades de sísmicas similares al sismo de Santiago de 1562.

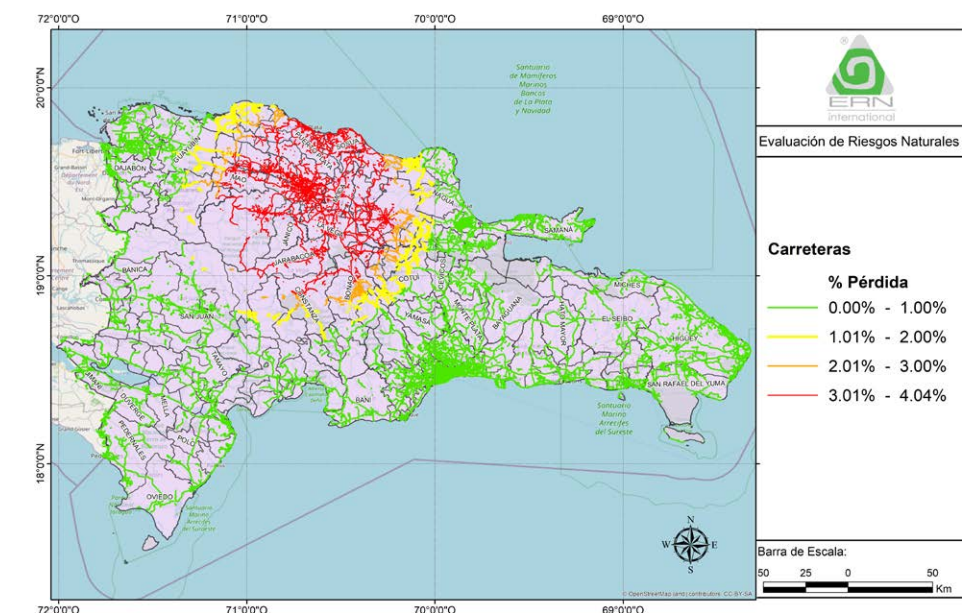


TABLA 2.19

Concentración de la pérdida estimada considerando las intensidades del sismo histórico de Santiago

TIPO DE CARRETERA	PORCENTAJE DE PÉRDIDA
TRACK	26.47%
TERTIARY	17.39%
SERVICE	15.42%
PRIMARY	14.96%
SECONDARY	11.80%
MOTORWAY	4.88%
PATH	3.40%
FOOTWAY	2.61%
LIVING_STREET	0.67%
MOTORWAY_LINK	0.65%

Puentes

La pérdida correspondiente a la evaluación de riesgo por amenaza sísmica, evento característico Santiago 1562, para la infraestructura de puentes, resultó del orden del 0.57%, respecto al valor total analizado. En la Tabla 2.20 se muestran los 10 municipios con mayor pérdida relativa, destacando los municipios de Salcedo, Villa Tapia y Tamboril. En la Figura 2.11 se observa la distribución espacial de la pérdida para la infraestructura de puentes evaluada.

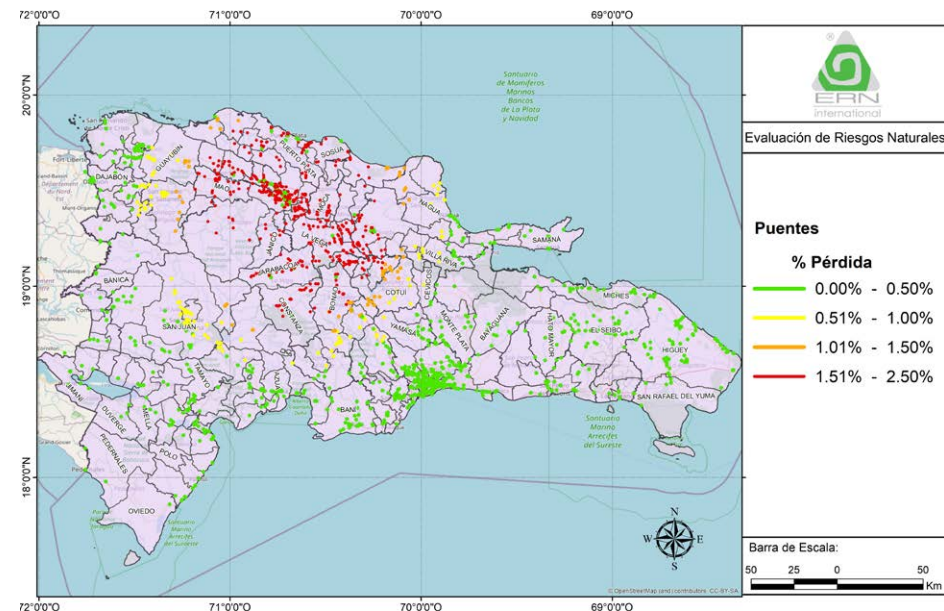


FIGURA 2.11
Distribución de la pérdida relativa en puentes ante intensidades sísmicas similares al sismo de Santiago de 1562.

TABLA 2.20

Concentración de la pérdida por municipio considerando las intensidades del sismo histórico de Santiago

MUNICIPIO	PORCENTAJE DE PÉRDIDA
SALCEDO	2.37%
VILLA TAPIA	2.37%
TAMBORIL	2.37%
LICEY AL MEDIO	2.36%
MOCA	2.36%
PUÑAL	2.35%
JIMA ABAJO	2.33%
LA VEGA	2.31%
JÁNICO	2.31%
SAN JOSÉ DE LAS MATAS	2.30%

Puertos

La pérdida estimada total para el evento sísmico modelado, correspondiente a infraestructura de puertos, resultó del orden del 1.84%. En la Tabla 2.21 se muestra el porcentaje de pérdida estimada por municipio, relativa a la pérdida total; en donde, se observa que los municipios de Puerto Plata y Samaná concentran el 80.7% de la pérdida total. Por su parte, la Figura 2.12 muestra la distribución geográfica de las pérdidas estimadas.

FIGURA 2.12
Distribución de la pérdida relativa en puertos ante intensidades sísmicas similares al sismo de Santiago de 1562.

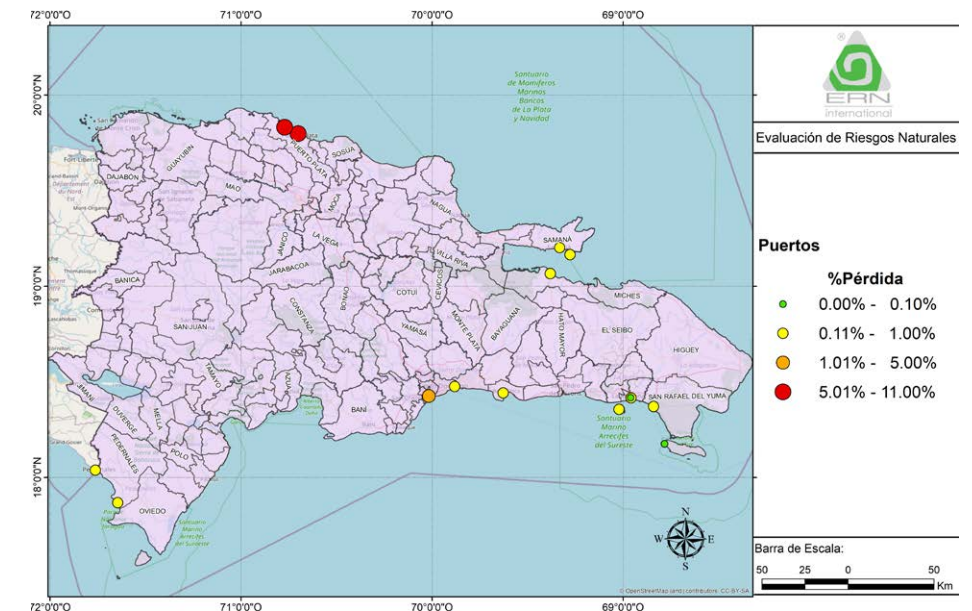


TABLA 2.21

Concentración de la pérdida estimada considerando las intensidades del sismo histórico de Santiago

MUNICIPIO	PORCENTAJE DE PÉRDIDA
PUERTO PLATA	74.42%
SAMANÁ	6.30%
SANTO DOMINGO OESTE	3.88%
SABANA DE LA MAR	3.53%
SANTO DOMINGO DE GUZMÁN	3.46%
BOCA CHICA	2.98%
LA ROMANA	2.55%
PEDERNALES	2.03%
SAN RAFAEL DEL YUMA	0.85%

ZONAS DE RIESGO

A partir de las pérdidas mostradas para los dos eventos históricos analizados, y que considera la exposición por tipo de sector y las intensidades de ambos eventos, fue posible resaltar los municipios que más se verán afectados en caso de que eventos similares volvieran a ocurrir en República Dominicana. Es de hacer notar que, aunque se resaltan los municipios con mayor riesgo, estos únicamente reflejan las pérdidas para las intensidades de viento del Huracán San Zenón y las del Sismo de Santiago. Por lo anterior, estos mapas no deben utilizarse como indicativos para establecer el riesgo general del país, ya que, para ello, se requieren analizar todos los eventos posibles, sus intensidades, su frecuencia anual de ocurrencia, entre otros parámetros.

A continuación, se presenta el mapa con las zonas de riesgo para la amenaza de viento generada por el Huracán San Zenón 1930 en República Dominicana (Figura 2.13), clasificadas en moderado, alto y muy alto.

Por su parte, la Figura 2.14, presenta las zonas de riesgo para la amenaza de sismo generada por el evento del Sismo de Santiago 1562, clasificadas en moderado, alto y muy alto.

Como se observa en ambos mapas, los municipios con mayor riesgo son los que tuvieron las mayores intensidades a partir del epicentro del sismo y trayectoria del huracán.

FIGURA 2.13
Zonas de riesgo por viento, para el evento Huracán San Zenón 1930.

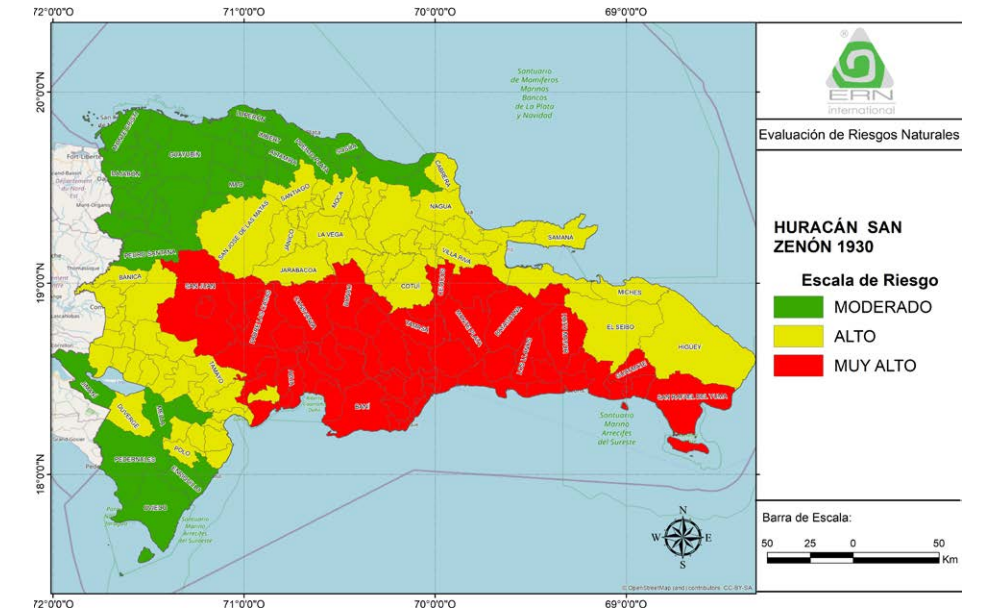
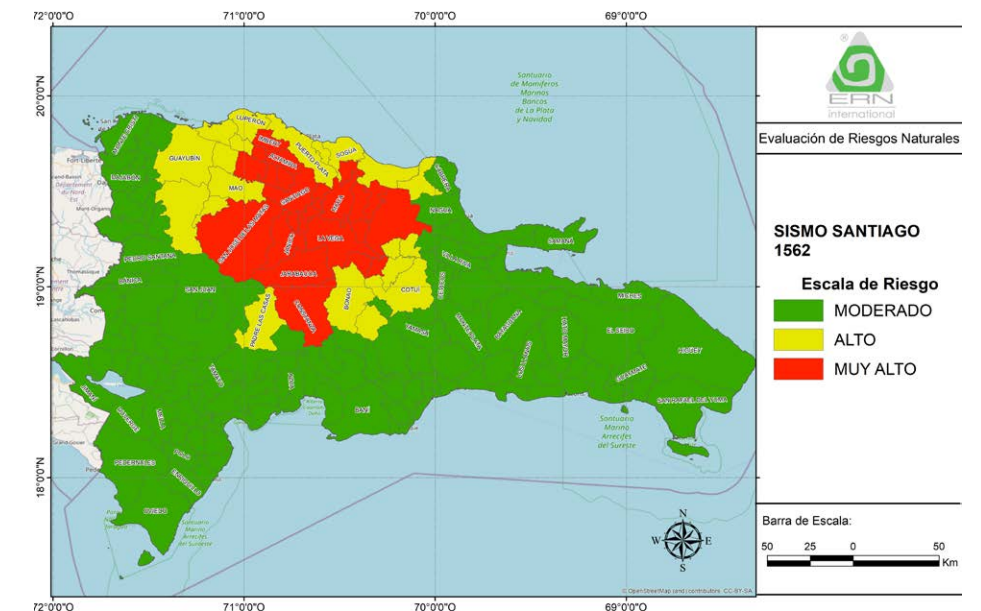


FIGURA 2.14
Zonas de riesgo por sismo, para el evento del Sismo Santiago 1562.



BIBLIOGRAFÍA

Bing Maps / Microsoft Building Footprints 2022, <https://github.com/microsoft/SouthAmerica-BuildingFootprints/blob/main/LICENSE>

Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) 2022, <https://www.mopc.gob.do>

OCHA, ONU (consulta en 2022), https://data.humdata.org/group/dom?ext_archived=1

ONE, 2010. Oficina Nacional de Estadística, <https://www.one.gob.do>







El impacto económico y financiero de los desastres naturales en República Dominicana

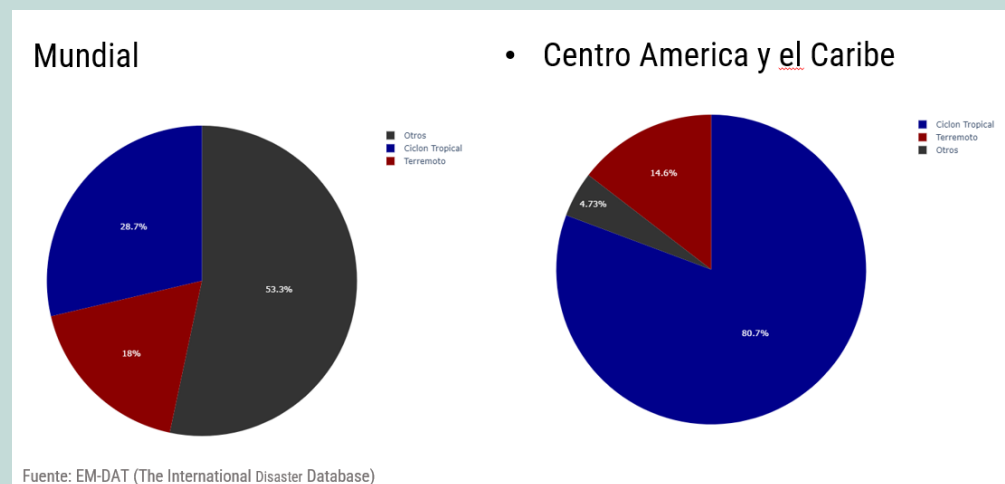
Roberto Despradel,
CEO, DESPRADEL & ASOCIADOS - DASA

La región del Caribe y Centroamérica: Zona de alto impacto para huracanes y terremotos



Al analizar las pérdidas económicas en los últimos 120 años a nivel mundial causadas por los desastres naturales, se aprecia que el 28% de dichas pérdidas económicas corresponden a ciclones tropicales y un 18% a terremotos, el restante 53% recae sobre otros tipos de eventos. Ahora bien, para la región de Centroamérica y el Caribe la distribución de las pérdidas económicas históricas se concentra en 80.7% ciclones tropicales, 14.6% en terremotos, y apenas un 4.7% recae en el resto de los eventos naturales. Por consiguiente, el 95% de todas las pérdidas económicas históricas originadas por desastres naturales en los últimos 120 años en la región de Centroamérica y el Caribe se concentran en ciclones tropicales y terremotos.

FIGURA 3.1
Tipos de Desastres Naturales por Pérdidas Económicas 1900-2020 (montos en valor presente).



Nota: EM-DAT es una base de datos global sobre desastres naturales y tecnológicos, que contiene datos básicos esenciales sobre la ocurrencia y los efectos de más de 21 000 desastres en el mundo, desde 1900 hasta el presente. EM-DAT es mantenido por el Centro de Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres (CRED) en la Escuela de Salud Pública de la Universidad Católica de Louvain ubicada en Bruselas, Bélgica. Los cálculos realizados para la determinación de los porcentajes es de DASA.

Estos dos tipos de desastres naturales se reportan con alta intensidad y frecuencia en la región, fruto principalmente por su ubicación geográfica. Estos no solo afectan pérdidas económicas, sino que afectan las vidas de cientos de miles de sus habitantes.

Para mejor entender el poder catastrófico de estos eventos y la alta incidencia que tienen en nuestra región, solo basta con analizar los diez principales eventos globales de los últimos años según un estudio realizado, cinco de estos diez tuvieron lugar en la región de Centroamérica y el Caribe.

Estos eventos se encuentran liderados por el terremoto de Haití del 2010, con más de 220 mil muertes, evidenciando los riesgos inherentes en las fallas geológicas de la isla Hispaniola. El impacto del terremoto en Haití no sólo afectó la economía en el año en que ocurrió, sino que también tuvo repercusiones en los años subsiguientes, por lo cual los eventos catastróficos tienen la capacidad de alterar el comportamiento futuro de las economías.

TABLA 3.1
Principales Eventos Catastróficos en los últimos años

CATEGORÍA	PAÍS	AÑO	DESCRIPCIÓN	MUERTES	MUERTES POR MILLÓN DE HABITANTES	DAÑOS (MILLONES DE US\$, 2009)
1	Haití	2010	Terremoto	225,570	22,365	8,071**
2	Nicaragua	1972	Terremoto	10,000	4,046	4,325
3	Guatemala	1976	Terremoto	23,000	3,707	3,725
4	Myanmar	2008	Ciclón Nargis	133,655	2,740	n.a.
5	Honduras	1974	Huracán Fifi	8,000	2,733	2,263
6	Honduras	1998	Huracán Mitch	14,600	2,506	5,020
7	Siri Lanka	2004	Tsunami*	35,399	1,839	1,494
8	Venezuela	1999	Inundación	30,000	1,281	4,072
9	Bangladesh	1991	Ciclón Gorki	138,866	1,228	2,802
10	Islas Salomón	1975	Tsunami	200	1,076	n.a.

Fuente: a partir de las bases de datos EM-DAT y WDI.

n.a No disponible.

*Este tsunami registrado en el Océano Indico causo un total de 226,000 muertes en 12 países.

** Cálculos tomados de Cavallo, Powell y Becerra (2010).

El segundo evento de mayor impacto ha sido el terremoto de Nicaragua de 1972 acarreado con 10 mil muertes. Entre los diez eventos catastróficos principales de los últimos años se encuentran también dos huracanes que afectaron a Honduras: en 1974 el huracán Fifi y en 1988 el huracán Mitch, con pérdidas de vidas de 8,000 y 14,600 personas.

Estas son claras evidencias de que nuestra región no sólo tiene alta recurrencia de huracanes y terremotos entre sus desastres naturales, sino que también estos tienen la capacidad de producir daños catastróficos de gran impacto a los países afectados, tanto en vidas humanas como pérdidas económicas.

Principales eventos catastróficos en el Caribe y Centroamérica y su impacto en el PBI

Al analizar los registros históricos de terremotos en el Caribe y Centroamérica en las últimas décadas, se puede apreciar una amplia diversidad de eventos con magnitudes 6, 7 y 8 en la escala de Richter. En términos de vidas humanas, el terremoto más catastrófico de las últimas décadas ha sido el de Haití con más de 200,000 fallecidos. A este le sigue el terremoto de Nicaragua de 1972 con más de 10,000 muertes.

Para fines de poder calcular el impacto económico de estos siniestros, nos basamos en tres métricas: Una primera corresponde al tamaño de las pérdidas estimadas¹, una segunda es la relación de estas pérdidas con el tamaño de la economía (PBI)², y una tercera es el porcentaje de las pérdidas cubiertas por los seguros, lo que por defecto nos permite calcular el porcentaje de las pérdidas que no fueron cubiertas por empresas aseguradoras.

En el terremoto del 1972 en Nicaragua, los daños totales ajustados representaron el 95.9% del PBI, sin embargo, únicamente contaron con una cobertura de seguros del 11.8% del total de los daños. Estos niveles de cobertura, por ejemplo, fueron muy inferiores al evento de magnitud 6 en la escala de Richter que tuvo lugar en Puerto Rico en el 2022, donde los niveles de cobertura de seguros fueron del 50%.

Mientras más alto sean los niveles de cobertura de seguros, mayor la capacidad para mitigar los impactos económicos del siniestro, ya que aportan recursos frescos, en moneda dura, vía reaseguros, los cuales, en muchos casos, terminan aportando a la actividad económica de períodos subsiguientes.

1. Se utilizó la base de datos de EM -DATA que incluye el valor estimado de todos los daños y pérdidas económicas directa o indirectamente relacionadas con el desastre.

2. Para el PBI de los países se utilizó la base de datos del Banco Mundial.

Por tales razones, el impacto económico de un siniestro estará sujeto a las pérdidas asociadas al desastre mismo, las cuales son pérdidas cuantificables al momento de su ocurrencia, tales como el número de personas afectadas, muertes, daños a la infraestructura y recursos naturales, pero también se encuentran los daños indirectos que incluye el impacto en la actividad económica, el costo de la recuperación de esta, incluyendo el costo de oportunidad. A mayor grado de cobertura de seguros, *Ceteris paribus*, mayor es la capacidad de mitigar el daño y reducir los costos indirectos de la recuperación. Este costo de oportunidad, o lo que en seguros se conoce como lucro cesante, es de difícil cuantificación en términos agregados en la economía, por lo cual los impactos totales calculados en siniestros de gran magnitud pueden estar subvalorados, particularmente en los períodos subsiguientes al evento.

La baja cobertura de seguros en muchos de los países de la región es particularmente visible en el caso del terremoto de Haití del 2010, donde apenas representó un 2.5% de los daños totales. Si tomamos en consideración que las pérdidas totales del siniestro equivalieron al 67.5% del PBI haitiano, se puede tener una apreciación de la gran carga que esto representó para el estado haitiano, para los operadores económicos de dicho país, y para los habitantes en general. El impacto del terremoto en términos económicos repercutió en los años siguientes, como bien reflejan las cifras de crecimiento de Haití, a pesar de alto flujo de ayuda internacional.

De acuerdo con las cifras publicadas por EM – DAT, es evidente que los niveles de cobertura de seguros para terremotos en muchos de los países de la región de Centroamérica y el Caribe son bajos. Al realizar un análisis de estos eventos durante las últimas décadas, cuando el daño por el terremoto superó el 10% del PBI del país, los porcentajes de cobertura de daños fueron inferiores al 20% del total de los daños.

TABLA 3.2

Terremotos en el Caribe y Centroamérica de alto impacto entre 1970 y 2021

PAÍS	MAGNITUD (EN ESCALA RICHTER)	AÑO	MUERTES TOTALES	DAÑOS ASEGURADOS AJUSTADOS A 2021 (MILES DE US\$)	TOTAL DE DAÑOS (MILES DE US\$)	PORCENTAJE DE COBERTURA - AJUSTADA A 2021	DAÑOS TOTALES COMO % DEL PIB
Nicaragua	6	1972	10,000	647,994	845,000	11.8%	95.9%
Haití	7	2010	222,570	248,533	8,000,000	2.5%	67.5%
El Salvador	8	1986	1,100	556,237	1,500,000	15.0%	39.8%
El Salvador	8	2001	844	443,795	1,500,000	19.3%	12.2%
Puerto Rico	6	2020	4	418,791	800,000	50.0%	0.8%
Costa Rica	6	2009	31	126,304	200,000	50.0%	0.7%
México	7	2017	369	2,210,918	6,000,000	33.3%	0.5%
México	8	2017	98	442,184	2,300,000	17.4%	0.2%
México	7	2010	2	497,066	1,150,000	34.8%	0.1%
Costa Rica	8	2012	2	37,767	45,000	71.1%	0.1%
México	7	2012	2	188,834	320,000	50.0%	0.0%
México	8	2003	29	36,825	116,300	21.5%	0.0%

Fuente: EM - DAT y DASA

NOTAS ACLARATORIAS:

Total de daños estimados (en 000 US\$ en el valor del año de ocurrencia, ajustado por inflación): Un valor de todos los daños y pérdidas económicas directa o indirectamente relacionadas con el desastre. La información puede incluir las cifras desglosadas por sectores: Social, Infraestructura, Producción, Medio Ambiente y otros (cuando estén disponibles). Ajustados por el índice de precios al consumidor, para tomar en cuenta la inflación acumulada a 2021.

Pérdidas aseguradas (en 000 US\$ en el valor del año de ocurrencia, ajustado por inflación): Daños económicos que son cubiertos por las compañías de seguros. Ajustados por el índice de precios al consumidor, para tomar en cuenta la inflación acumulada a 2021.

% del PBI: Cálculos de DASA tomando el PBI corriente correspondiente al año del evento de los países según el Banco Mundial y el total de daños estimados en el año ocurrido.

En lo que respecta a huracanes en la región de Centroamérica y el Caribe, al realizar una compilación de los eventos del 1998 al presente, para aquellos cuyo impacto ha sido igual o mayor del 5% del PBI del país afectado, se registran 14 eventos, siendo el de mayor impacto el huracán María en Puerto Rico. El Huracán Maria tuvo lugar en el 2017 con vientos superiores a los 240 km/h, se registraron 64 muertos y los daños económicos representaron aproximadamente el 66% de su PBI. Esto representó daños que superan los US\$75,000 millones de dólares. Puerto Rico, a diferencia de muchos de los países de la región, cuenta con una mayor penetración de cobertura de seguros en su economía, por lo cual el 44% de estos daños estuvieron cubiertos por estos. Estos niveles de cobertura contrastan con las cifras del huracán Mitch en 1988 donde en Honduras causó daños equivalentes al 60% de su PBI, pero solamente contaron con una cobertura del 4% de dichos daños. Al analizar en más detalles estos 14 eventos, se puede concluir que en siete de ellos la cobertura ajustada de los seguros fue inferior al 5% de los daños totales. Esto evidencia que, si bien este tipo de riesgo tiene un potencial de gran impacto económico en los países de la región, los niveles de cobertura tienden a ser bajos, con escasas excepciones.

TABLA 3.3

Huracanes en el Caribe y Centroamérica han tenido un impacto en el PBI mayor igual o mayor del 5% del 1998 al 2021

PAÍS	NOMBRE DEL HURACÁN	AÑO	PIB CORRIENTE (BILLONES DE US\$)	MUERTES TOTALES	DAÑOS ASEGURADOS AJUSTADOS A 2021 (MILES DE US\$)	TOTAL DE DAÑOS (MILES DE US\$)	PORCENTAJE DE COBERTURA - AJUSTADA A 2021	DAÑOS TOTALES COMO % DEL PIB
Puerto Rico	María	2017	103.4	64	33,163,764	68,000,000	44%	66%
Honduras	Mitch	1998	6.4	14600	249,346	3,793,600	4%	60%
Cuba	Georges	1998	25.7	6	16,623	2,000,000	0%	8%
República Dominicana	Georges	1998	21.7	347	664,922	1,981,500	20%	9%
Sint Maarten	Irma	2017	1.2	4	552,729	2,500,000	20%	210%
Dominica	María	2017	0.5	64	21,335	1,456,000	1%	279%
Bahamas	Frances	2004	9.1	2	329,955	1,000,000	23%	11%
Jamaica	Ivan	2004	10.2	15	286,918	595,000	34%	6%
Bahamas	Floyd	1999	7.7	1	35,788	450,000	5%	6%
Turks and Caicos	Irma	2017	1.0		16,471	500,000	3%	49%
Antigua and Barbuda	Irma	2017	1.5	1	7,517	250,000	3%	17%
Anguilla	Irma	2017	0.3	4	7,407	200,000	3%	66%
Antigua and Barbuda	Georges	1998	0.7	2	83,115	100,000	50%	14%
Dominica	Dean	2007	0.4	2	13,069	20,000	50%	5%

República Dominicana: Riesgo de exposición a ciclones tropicales (huracanes) y terremotos

Como es bien sabido, la ubicación geográfica de República Dominicana la coloca en una zona de alta probabilidad de tormentas tropicales y en medio de fallas geológicas. En la región de Centroamérica y el Caribe, la República Dominicana ocupa las primeras posiciones en su exposición a riesgos relacionados con clima, también compartimos las mismas fallas geológicas con Haití. Por tales razones, como parte del riesgo inherente dónde nos encontramos ubicados se encuentran la probabilidad de desastres causados por terremotos y por huracanes.

En el 2020 el *Latin America and Caribbean Risk Index*³ (Índice de Gestión de Riesgos para América Latina y el Caribe), colocó a República Dominicana entre los países de mayores riesgos de exposición a ciclones tropicales.

TABLA 3.4

RD se encuentra entre los 10 principales países de Centroamérica y Caribe con mayor riesgo de exposición a ciclones tropicales

PAÍS	CICLÓN TROPICAL	RELACIONADOS CON EL CLIMA - PELIGRO Y EXPOSICIÓN	VULNERABILIDAD	FALTA DE CAPACIDAD DE AFRONTAMIENTO	RELACIONADOS CON EL CLIMA - RIESGO
	(0-10)	(0-10)	(0-10)	(0-10)	(0-10)
Haití	8.7	7.9	8.4	9.0	8.4
México	8.9	7.7	5.8	4.5	5.9
República Dominicana	8.7	6.8	4.7	6.3	5.9

3. La primera versión del Índice de Gestión de Riesgos para América Latina y el Caribe (LAC-INFORM) se lanzó a principios de 2017. LAC-INFORM 2020 es la tercera actualización de este índice regional. LAC-INFORM es una herramienta para comprender y medir el riesgo de crisis humanitarias y desastres entre los países de la región. LAC-INFORM es una adaptación regional del modelo global INFORM. El modelo global se ha adaptado para captar mejor las condiciones particulares de los países de la región y proporcionar una mejor comparación relativa de los niveles de riesgo entre ellos. El modelo LAC-INFORM incluye información sobre 33 países de la región.

PAÍS	CICLÓN TROPICAL	RELACIONADOS CON EL CLIMA - PELIGRO Y EXPOSICIÓN	VULNERABILIDAD	FALTA DE CAPACIDAD DE AFRONTAMIENTO	RELACIONADOS CON EL CLIMA - RIESGO
Jamaica	9.2	6.3	4.3	6.8	5.7
Belice	7.8	6.6	5.0	5.7	5.7
Dominica	8.2	4.5	5.1	4.7	4.8
Cuba	8.9	6.6	3.4	3.6	4.3
Bahamas	9.2	4.8	2.6	5.2	4.0
Antigua y Barbuda	8.6	4.4	2.4	5.2	3.8
San Cristóbal y Nieves	8.4	4.0	2.5	3.8	3.4

Fuente: Latin America and Caribbean Risk Index, 2020

Peligro y Exposición: Esta dimensión de INFORM captura eventos peligrosos que podrían ocurrir y las personas que podrían estar potencialmente expuestas a ellos. Se compone de dos categorías: peligros naturales y peligros humanos

Vulnerabilidad: Esta dimensión de INFORM mide la susceptibilidad de las personas a los peligros potenciales. Capta la fragilidad de los sistemas socioeconómicos y las fortalezas de las comunidades, los hogares y las personas para enfrentar una situación de crisis. La dimensión se compone de dos categorías: vulnerabilidad socioeconómica y grupos vulnerables.

Falta de capacidad de afrontamiento: Esta dimensión de INFORM abarca la falta de recursos disponibles que puedan ayudar a las personas a hacer frente a eventos peligrosos. Tiene en cuenta las fortalezas institucionales y de infraestructura para hacer frente a la crisis y recuperarse de ella. La dimensión se compone de dos categorías: falta de capacidades institucionales y falta de capacidades de infraestructura y sistemas.

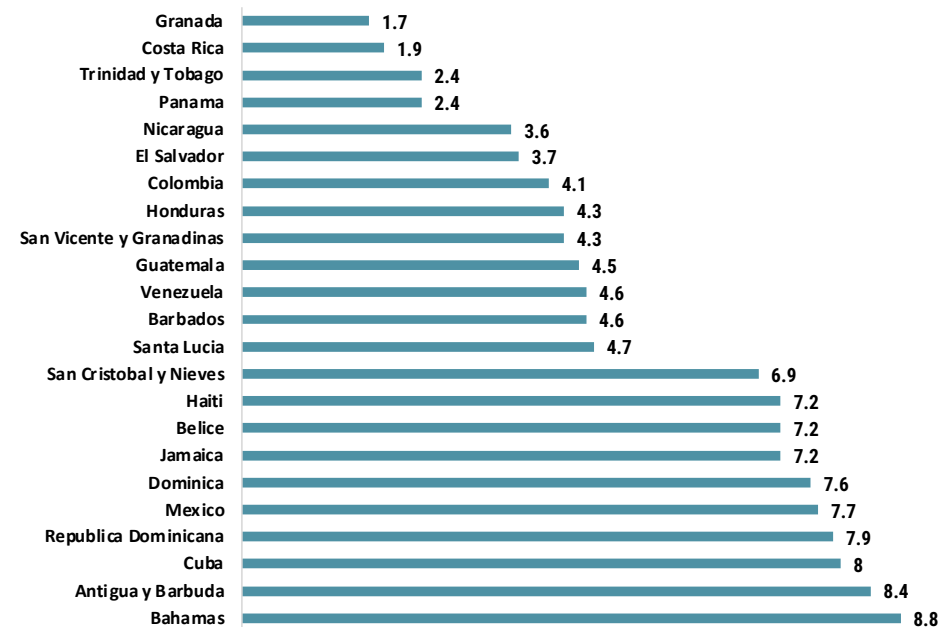
Relacionados con el Clima - Riesgo: El modelo INFORM también se puede utilizar para el análisis de peligros específicos. Dicho análisis podría centrarse en un peligro específico o considerar un grupo específico de peligros. De esta manera, el modelo podría usarse para un análisis del riesgo de desastres relacionado con el clima. A los efectos de este análisis, se han vuelto a calcular la dimensión de amenaza y exposición y el índice de riesgo de LAC-INFORM incluyendo cuatro componentes de la categoría

de amenaza natural solamente: inundación, ciclón tropical, degradación ambiental y sequía, y epidemias.

De igual manera, el *Hurricane Risk Index* de Latinoamérica (índice de riesgo de huracanes en Latinoamérica y el Caribe), el cual se basa en el número estimado de personas expuestas a ciclones tropicales (vientos y marejadas ciclónicas) por año, coloca a la República Dominicana en las principales posiciones entre los países con mayor nivel de riesgo. De veintitrés países que se clasifican en este índice, la República Dominicana ocupó la cuarta posición, únicamente superado por Bahamas, Antigua & Barbuda y Cuba.

FIGURA 3.2
República Dominicana es el cuarto país latinoamericano con mayor riesgo de exposición a Huracanes (*Hurricane risk index in Latin America*)

Fuente: Statista.



Desastres naturales de mayores impactos en República Dominicana: Huracanes y terremotos

A lo largo de la historia de República Dominicana, seis eventos catastróficos han permanecido en la memoria histórica de los dominicanos, tres de estos vinculados con terremotos y tres con huracanes. Nos referimos a los terremotos de Santiago de 1562, el de Azua de 1751, el de Samaná de 1946, y a los huracanes San Zenón de 1930, David de 1979 y Georges de 1998.

En diciembre de 1562, un fuerte terremoto destruyó casi por completo la villa de La Vega así también a Santiago, tomándose la decisión de mover ambas demarcaciones. En La Vega, lo único que quedó en pie fue una parte de la fortaleza, que aún hoy se puede observar. De la catedral apenas quedó en pie una columna y parte de los cimientos. En 1751, Azua fue destruida, y el terremoto también afectó el Seibo, provocó daños en Santo Domingo, Puerto Príncipe y en Croix-des-Bouquets en Haití. Este sismo afectó todo el sur de la isla, y también se produjo un maremoto. Mas recientemente en 1946, un sismo produjo un tsunami, causó daños en Puerto Plata, San Francisco de Macorís, Salcedo, Moca, La Vega, Santiago, San Pedro de Macorís, Monte Plata y Santo Domingo. Se estima que unas 1,200 personas murieron, tomando en cuenta que era una zona escasamente poblada, las construcciones de casas y de otra naturaleza eran de madera y tablas de palma, techadas de cinc o cana, pone en perspectiva el potencial impacto de un evento similar con los actuales niveles de densidad poblacional.

La ubicación geográfica de República Dominicana, entre diferentes fallas geológicas, hace que estos potenciales eventos catastróficos representen un riesgo inherente hacia el futuro, que se potencializan con el crecimiento poblacional, y los aumentos de las densidades en las ciudades. Esto no solo tiene una huella importante en los eventos sísmicos, sino también en los eventos climatológicos como son los huracanes. A manera de ejemplo, la población actual en la República Dominicana es el doble a la población que se tenía cuando el Huracán David, con una mayor concentración poblacional en las grandes urbes, incluyendo las zonas costeras por los desarrollos turísticos de las últimas décadas. En adición, se ha desarrollado y diversificado la producción agrícola, tanto en el campo abierto como bajo ambientes controlados, enfocado tanto para el consumo interno como para las exportaciones.

TABLA 3.5
Terremotos >6 Richter que han afectado a la República Dominicana

TERREMOTOS	MAGNITUD
1562	8
1615	8
1665	7
1673	8
1684	8
1691	7
1701	7
1751	8
1842	9
1897	7
1911	7
1916	6
1946	7.5
1971	6.1
1984	6.7
2003	6.4

De igual manera desde la década de los 70 a la fecha, hemos visto un crecimiento importante del país, que ha ido a la par con el crecimiento y los aportes del sector de la construcción dentro del Producto Interno Bruto. Mientras en la década de los 70 el sector de la construcción aportaba al PBI apenas un 5% del total, en la actualidad dicha cifra es mas del doble, llegando a representar en los últimos años entre un 12% y 13% del PBI total.

Por tales razones el crecimiento económico de República Dominicana ha estado muy ligado con el incremento de su infraestructura física, la cual se refleja vía una mayor relevancia del sector de la construcción dentro del PBI. Esto no es algo propio de nuestro país, sino que es sintomático de los países que se encuentran en procesos de desarrollo.

Se le denomina la curva de Bon a la relación de la participación del sector de la construcción en el PBI y el PBI per cápita. En los países en vías de desarrollo esta relación es creciente, es decir, mientras más aumenta el PBI per cápita, mayor es la participación de la construcción dentro PBI. Una vez alcanzado

FIGURA 3.3
Población República Dominicana 1970 - 2020. Fuente: Banco Mundial.

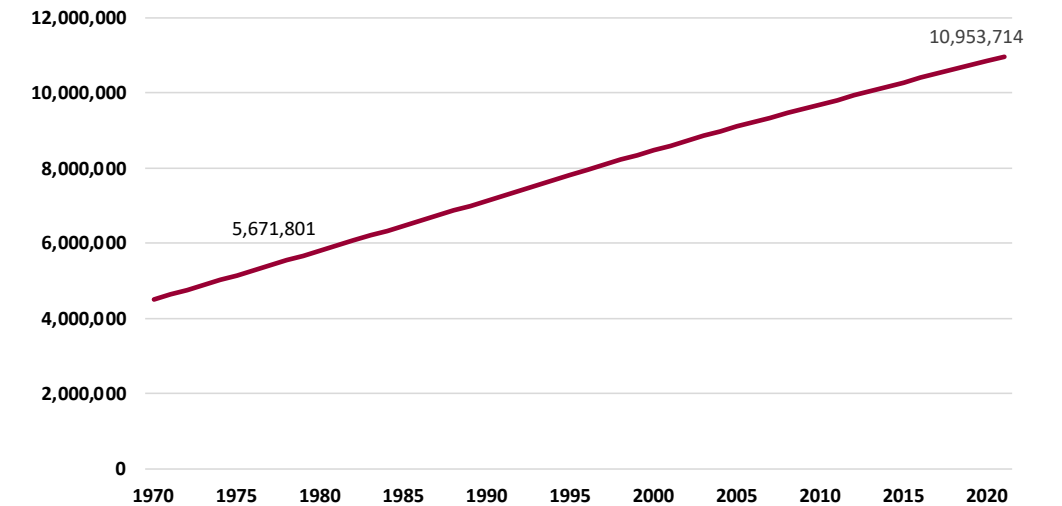
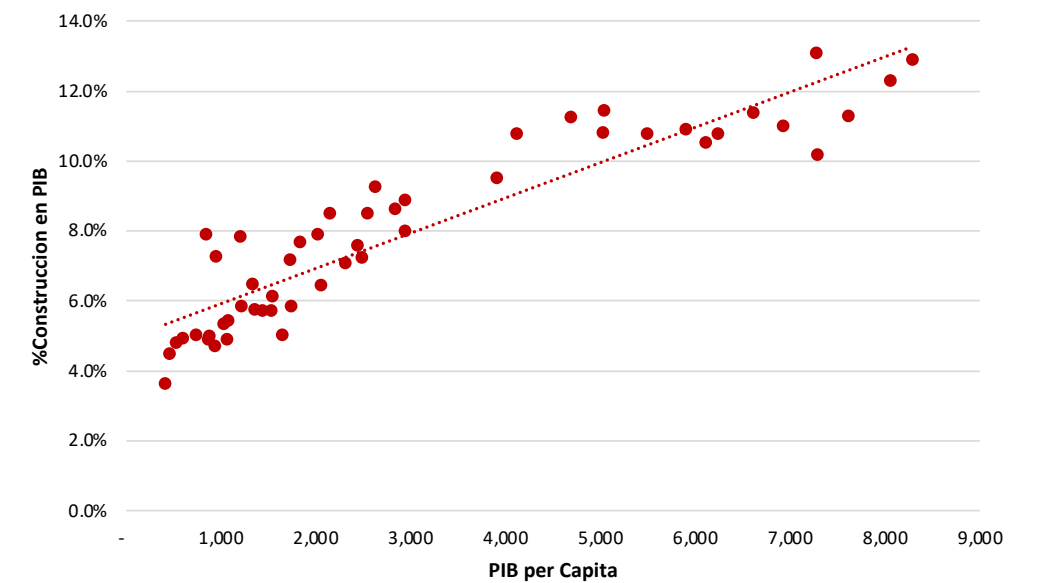


FIGURA 3.4
Relación %PBI de la Construcción y PBI Per Capita en US Dólares. Fuente: Cálculos del autor con datos del Banco Central de la República Dominicana (BCRD).



el desarrollo, dicha curva empieza a descender, incrementándose el PBI per cápita y reduciéndose la participación de la construcción dentro del PBI. Como se puede apreciar en el gráfico, nuestro país se encuentra en un proceso de desarrollo, por lo cual el sector de la construcción (desarrollo de infraestructura), juega una parte fundamental en el crecimiento del PBI y del PBI per cápita. Estas inversiones en nuevas infraestructuras tienen a su vez riesgos inherentes por los potenciales impactos de terremotos y huracanes.

Los casos del huracán María en Puerto Rico y el terremoto de Haití: Las vulnerabilidades de desastres de alto impacto

En la historia reciente, el último evento de gran impacto que afectó la República Dominicana fue el Huracán Georges en el 1998, previo a este el Huracán David, junto con la tormenta Federico, y si remontamos más hacia atrás, el Huracán San Zenón. En términos relativos, Georges fue de menor impacto económico que David y San Zenón, pero las cifras de daños de dicho evento, permiten compararlo con eventos recientes que afectaron a nuestros dos vecinos: el terremoto de Haití de 2010 y el Huracán María en Puerto Rico en el 2017. Georges, afectó a más de 800 mil dominicanos, dejando sin hogar a más de 120 mil personas, con daños en valores del 1998 por US\$1,980 millones, equivalentes al 9.1% del PBI. Ahora bien, el Terremoto de Haití ocasionó daños equivalentes al 67.5% del PBI, y el Huracán María el 65.8% del PBI. Esto significa que, en términos relativos, el impacto económico de María en Puerto Rico fue 7 veces mayor, y el Terremoto en Haití 7.4 veces.

TABLA 3.6
Comparación de desastres naturales de alto impacto en Puerto Rico, Haití y República Dominicana

PAÍS	PUERTO RICO	HAITÍ	REPÚBLICA DOMINICANA
Año	2017	2010	1998
Subgrupo	Meteorológico	Geofísico	Meteorológico
Tipo de Desastre	Tormenta	Terremoto	Tormenta
Subtipo Desastre	Ciclón Tropical	Terremoto	Ciclón Tropical
Nombre	Huracán 'María'		Huracán Georges
Total de Muertes	64	222,570	347
No. de Afectados	540,000	3,400,000	855,000
No. de personas sin hogar	210,000	ND	120,000
Total de Afectados	750,000	3,700,000	975,595
Daños asegurados ('000 US\$)	30,000,000	200,000	400,000

PAÍS	PUERTO RICO	HAITÍ	REPÚBLICA DOMINICANA
Total de Daños ('000 US\$)	68,000,000	8,000,000	1,981,500
PIB Corriente (Billones US\$)	103.4	11.9	21.7
Daño Como % del PIB	65.8%	67.5%	9.1%

Fuentes: Cálculos del autor con datos de EM - DAT, Banco Mundial. Cifras económicas corresponden al año del evento.

Si bien el Huracán María causó daños catastróficos en Puerto Rico, en términos económicos, dos elementos ayudaron a compensar este impacto desgarrador. Primeramente, se trata de un país altamente asegurado. Datos de EM DAT señalan que Puerto Rico tuvo una cobertura de daños de un 44%, es decir más del doble que lo alcanzado durante el Huracán Georges en República Dominicana (20%), y sobre 10 veces a los niveles de cobertura alcanzados durante el Huracán Mitch en Honduras (4%). Estos altos niveles de cobertura permitieron que los pagos de las aseguradoras sirvieran de mitigante para compensar parte de los costos económicos del huracán.

En adición, a diferencia de los países de la región, Puerto Rico, cuenta con la capacidad de recibir ayuda Federal de los Estados Unidos. Las últimas cifras disponibles de FEMA (Federal Emergency Management Agency) señalan asistencias importantes en tres categorías:

1. En lo que respecta a asistencia individual, se realizaron sobre las 475 mil solicitudes de asistencia, por un total de US\$1,336 millones de dólares.
2. En la asistencia pública, se asignaron recursos para trabajos de emergencias por un total de US\$5,243 millones y en trabajos permanentes se asignaron US\$13,403 millones, para un total de US\$19,282 millones.
3. En adición, en el programa de subvenciones para la mitigación de riesgos (HMGP), se asignaron US\$54 millones de dólares.

En total, en estos tres diferentes renglones se aprobaron sobre los US\$20,672 millones en asistencia federal vía FEMA. En términos relativos esto equivale a un 20.1% del PBI de Puerto Rico. Para tener una perspectiva de la cobertura de estas cifras, en el Huracán María se registraron más de 540 mil afectados, y se aprobaron 475 mil solicitudes de asistencia individual bajo programas de FEMA. Es decir que aproximadamente un 87% de los afectados remitieron solicitudes de asistencia a FEMA.

A esto se complementa que de los US\$68 billones en daños sufridos por María, el 44% contaba con cobertura de seguros, representando un 29.1% del PBI. Esto

significa que al sumársele los aportes de FEMA, se recibieron aportes por daños equivalentes al 49% del PBI% de Puerto Rico. Estas cifras dan una mejor visual sobre la gran cantidad de recursos frescos que entraron¹ a la economía de Puerto Rico luego del paso del Huracán que sirvieron para mitigar su impacto, sin tener que incurrir en deudas, tanto desde el lado privado, como del lado público.

TABLA 3.7
Daños huracán María en Puerto Rico

HURACÁN MARÍA	PUERTO RICO
Daño Como % del PIB	65.80%
FEMA	
Número de Solicitudes	475,317
Montos Aprobados y Obligados (En Miles US\$)	20,672
% del PBI	20.1%
Mitigantes: Seguros y FEMA	
Cobertura Seguros % del PBI	29.1%
Fema como % del PBI	20.1%

Fuentes: Cálculos del autor con datos de EM – DAT, Banco Mundial y Federal Emergency Management Agency (FEMA).

Por el otro lado, con el terremoto de Haití se destaca la baja cobertura de seguros, donde apenas un 2.5% de los daños se encontraban asegurados. Haití, si bien recibió importantes ayudas internacionales, las dificultades logísticas e institucionales, y la magnitud del evento en comparación con las limitaciones de económicas del país, terminaron afectando la capacidad de crecimiento económico hacia el futuro, un mayor desenfoque hacia la definición de una estrategia de desarrollo. Las debilidades institucionales, económicas, y las necesidades sociales, terminaron debilitando la estabilidad política. Si bien no todo tiene su génesis en el terremoto, dicho evento ayudo a acelerar los resultados que hoy presenta Haití en lo económico, lo social y lo político.

1. O que existe un compromiso para entrar.

Principales riesgos globales identificados para la próxima década: Medioambientales y climáticos

El Foro Económico Mundial de Davos en los últimos años le ha venido dando estrecha atención a los riesgos medioambientales y climáticos que enfrentaremos en el futuro, indicando que estos riesgos son el foco central de las percepciones de riesgos globales durante la próxima década, y son los riesgos para los que se considera que estamos menos preparados.

Señalan, además, que la falta de un progreso profundo y concertado en los objetivos climáticos ha expuesto la divergencia entre lo que es científicamente necesario para lograr cambios y lo que es políticamente factible. La creciente demanda de recursos de los sectores público y privado de otras crisis reducirá la velocidad y la escala de los esfuerzos de mitigación en los próximos dos años, junto con el progreso insuficiente hacia el apoyo de adaptación requerido para aquellas comunidades y países cada vez más afectados por los impactos del cambio climático.

A medida que las crisis actuales desvíen recursos de los riesgos que surgen a mediano y largo plazo, las cargas sobre los ecosistemas naturales crecerán dado su papel aún infravalorado en la economía mundial. Indican, además, que, sin un cambio significativo en las políticas o inversiones, la interacción entre los impactos del cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la seguridad alimentaria y el consumo de recursos naturales acelerará el colapso de los ecosistemas, amenazará los suministros de alimentos y los medios de vida en las economías vulnerables al clima, amplificará los impactos de los desastres naturales y limitará el progreso adicional en la mitigación del clima. Por tales razones, en las encuestas que realiza el Foro Económico Mundial entre líderes del sector público y privado, los temas relacionados con los desastres naturales se encuentran entre los de mayor impacto entre los riesgos globales tanto en el corto plazo, como en el largo plazo.

Éstos, inclusive, se encuentran ranqueados por encima de los riesgos económicos, sociales, tecnológicos y geopolíticos, como son el costo de la vida,

la migración involuntaria, la crisis de la deuda pública, la desaceleración económica mundial, los ataques terroristas, la brecha digital, entre otros. El Foro Económico Mundial, publicó a inicios del 2023 un reporte sobre riesgos globales según su severidad desde una perspectiva de largo plazo (10 años). De los 10 principales riesgos identificados, seis estaban vinculados con aspectos medio ambientales, y de estos, tres ocuparon las primeras tres posiciones: 1) Falta de mitigación del cambio climático 2) Fracaso en la adaptación al cambio climático, 3) desastres naturales y fenómenos meteorológicos extremos. Estos tres riesgos se encuentran entrelazados, pero el tercero está directamente relacionado con eventos como las tormentas, inundaciones y ciclones tropicales, los cuales, como bien indican las estadísticas de los últimos 100 años, es donde se concentran las mayores pérdidas por desastres naturales en la región del Caribe y Centroamérica.

FIGURA 3.5
Riesgos Globales identificados por el World Economic Forum.
Severidad relativa a los riesgos para períodos de 2 y 10 años en el futuro.

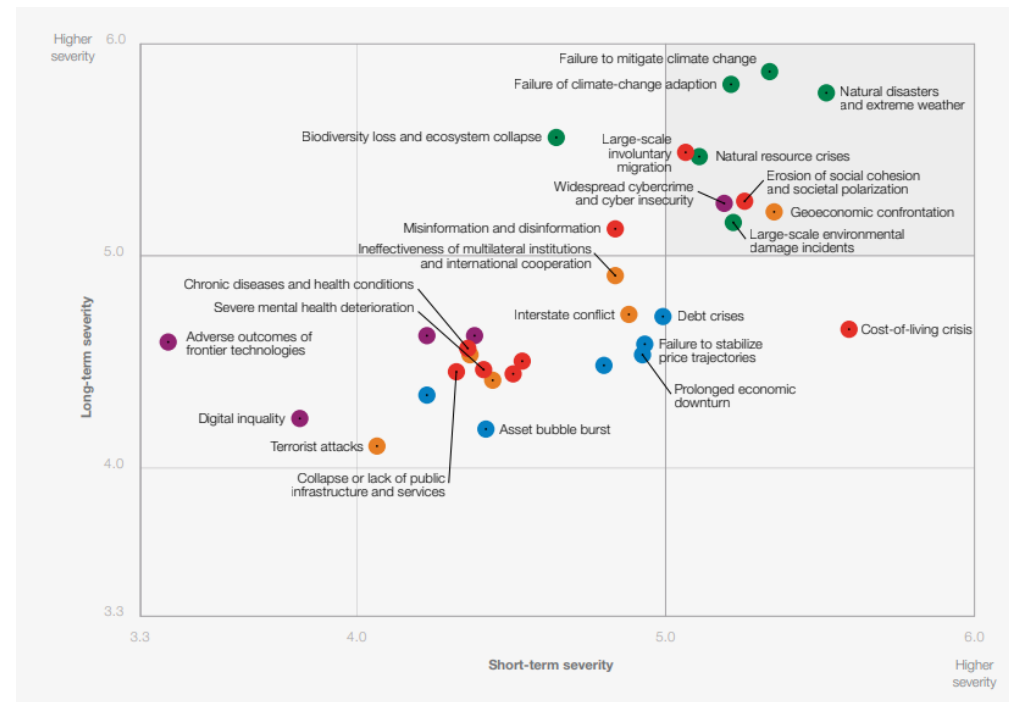


FIGURA 3.6
Global Risks Report 2023, World Economic Forum.
Fuente: World Economic Forum.

Es evidente que los riesgos de pérdidas por estos tipos de eventos se consideran mayores en el futuro de lo que han sido en el pasado, de ahí la importancia de contar con planes de contingencia y las acciones preventivas que permitan mitigar dichos daños una vez ocurran. En el caso particular de nuestro vecino, Puerto Rico, parte de los mitigantes son un alto nivel de cobertura de seguros catastróficos de parte del sector privado, y contar con apoyos federales del gobierno de Estados Unidos, como fueron los apoyos brindados por FEMA. En el caso de República Dominicana, los niveles de cobertura de seguros representan una fracción a los de Puerto Rico, y no se cuenta con programas de apoyo federales. Es importante destacar que la economía dominicana a lo largo de las últimas décadas ha demostrado altos niveles de resiliencia, robustas tasas de crecimiento económico, mayores niveles de diversificación económica,

Riesgos globales organizados por pontencial daño en el largo plazo 10 años):

1. Falta de mitigación del cambio climático
2. Fracaso de la adaptación al cambio climático
3. Desastres naturales y fenómenos meteorológicos extremos
4. Pérdida de biodiversidad y colapso de ecosistemas
5. Migración involuntaria a gran escala
6. Crisis de recursos naturales
7. Erosión de la cohesión y polarización sociales
8. La ciberdelincuencia generalizada y la ciber inseguridad
9. Confrontación geoeconómica
10. Incidentes de daños ambientales a gran escala

Categorías de Riesgo:

- Económico
- Ambiental
- Geopolítico
- Social
- Tecnológico

tanto en los sectores que generan riquezas, como en los que generan empleos. También, hemos visto una mayor diversificación de los generadores de divisas, pasando de pocos productos primarios agrícolas exportados, a una amplia diversidad de productos agrícolas, agroindustriales, e industriales. En adición, se han desarrollado los servicios de exportación, incluyendo el turismo.

Nuestro crecimiento ha venido estrechamente vinculado a los procesos de globalización, al desarrollo de nuestros puertos, aeropuertos, autopistas, carreteras y caminos vecinales. Hemos mejorado profundamente la conectividad tanto interna como externa, lo que ha requerido importantes inversiones en infraestructuras. En adición, se han realizado importantes inversiones públicas en las áreas de salud y educación, así como también en el acceso a electricidad. En la actualidad, la gran mayoría de los dominicanos cuentan con acceso de electricidad en sus hogares, siendo la transmisión y distribución de la misma responsabilidad del estado, vía empresas públicas estatales.

Contamos con una economía mucho más diversificada, pero, a su vez, mucho más interdependiente de las cadenas de suministros locales, de la conectividad interna y externa, de las vías de comunicación, del apoyo de los servicios de telecomunicaciones y electricidad. Toda esta interdependencia crea una alta vulnerabilidad a eventos catastróficos de amplio impacto como fue el Huracán María en Puerto Rico, o el Terremoto de Haití, que afectaron la conectividad de los puertos, el suministro de energía eléctrica, o en el caso de Mitch en Honduras las vías de comunicación interna afectadas por la caída de la mayoría de los puentes.

En República Dominicana, sectores como el transporte ya son uno de los principales dentro del PBI, lo que refleja en gran medida la interdependencia de la conectividad con el resto de la economía. De igual manera, en los últimos años, la construcción ha sido el principal sector de la economía dominicana, lo que demuestra las grandes inversiones que han ido realizando, no solo en infraestructura vial, de salud, y educación, sino también en edificaciones comerciales, apartamentos, con un desarrollo vertical que han transformado los principales centros urbanos del país, principalmente Santo Domingo y Santiago.

Ahora bien, un evento catastrófico en nuestro país como los ocurridos en Haití en el 2010, en Puerto Rico con María, o un evento que impacte

nuestro PBI como lo hizo el Huracán de San Zenón, el Huracán David, o los terremotos que impactaron Santiago y Azua siglos atrás y el más reciente en Samaná, su impacto y mitigación, enfrentaría como gran limitante los altos niveles de endeudamiento relativos de la economía dominicana a partir de la crisis financiera internacional del 2008 y luego de la Pandemia del Covid 19.

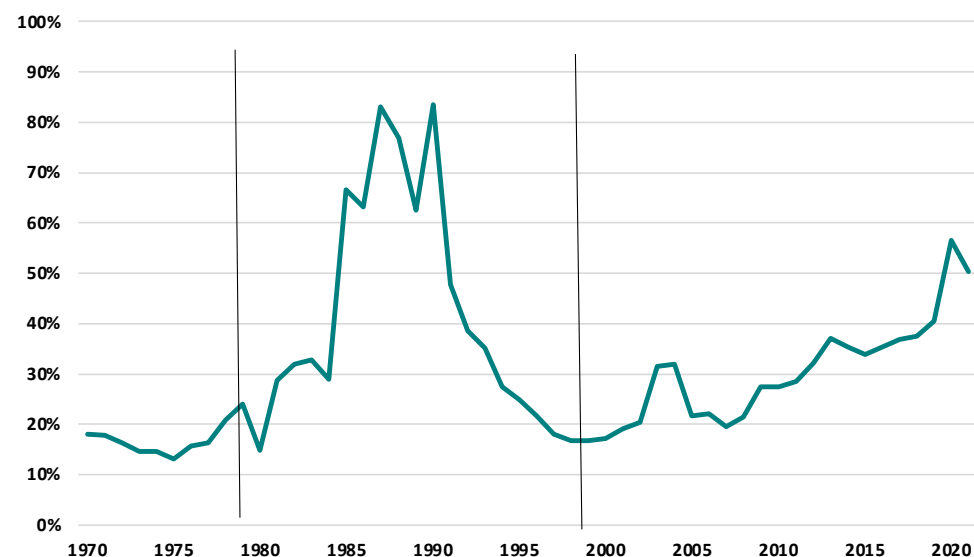
Al analizar los niveles de endeudamiento público de la economía dominicana durante el Huracán David, estos representaban un 20% del PBI del país, coincidiendo dicha cifra con el Huracán Georges. En la actualidad, los niveles de endeudamiento público superan el 50% del PBI. Por tales motivos, en términos relativos, las autoridades oficiales cuentan con menos holgura para poder hacer frente a estos eventos y aplicar políticas fiscales expansivas para mitigar los impactos de los daños potenciales causados por este tipo de siniestros.

De igual manera, la estructura del gasto público es mucho más rígida en la actualidad, de lo que era décadas atrás, teniendo mucho mayor propensión hacia gastos corrientes que hacia gastos de capital. Mientras apenas unos años atrás el 35% de los gastos totales se concentraban en gastos de capital, los cuales incluyen gastos de construcción para infraestructura como son los caminos vecinales, puentes, carreteras, hospitales, escuelas, entre otros, en la actualidad, dicha cifra ronda el 14%, es decir se ha reducido más de la mitad. Esto otorga a su vez menos discrecionalidad al presupuesto nacional para aplicar gastos para atender necesidades puntuales surgidas por desastres naturales de amplia envergadura como los citados en este documento.

Para mejor poner en perspectiva esta limitante frente a los riesgos de desastres naturales de alto impacto en nuestro país, en el 2021 el gasto de capital ejecutado en el presupuesto general del estado representó el 2.3% del PBI. Es decir que todo el gasto de capital ejecutado equivalió al 2.3% del Producto Interno Bruto de dicho año, cifra que se ha comportado de manera similar en los años anteriores y no se espera que, con la actual estructura tributaria, cambie en el futuro cercano.

Ahora bien, el impacto del Huracán María en Puerto Rico representó el 66% del PBI. Incluye daños a la propiedad privada como hoteles, hogares, cultivos, industrias, así también daños a la infraestructura pública, tales como el tendido eléctrico, acueductos, puentes, carreteras, y demás. Si

FIGURA 3.7
Deuda como % del PIB en los eventos de David y Georges no superaba el 20%... En la actualidad es un 50%.
Fuente: Crédito Público.

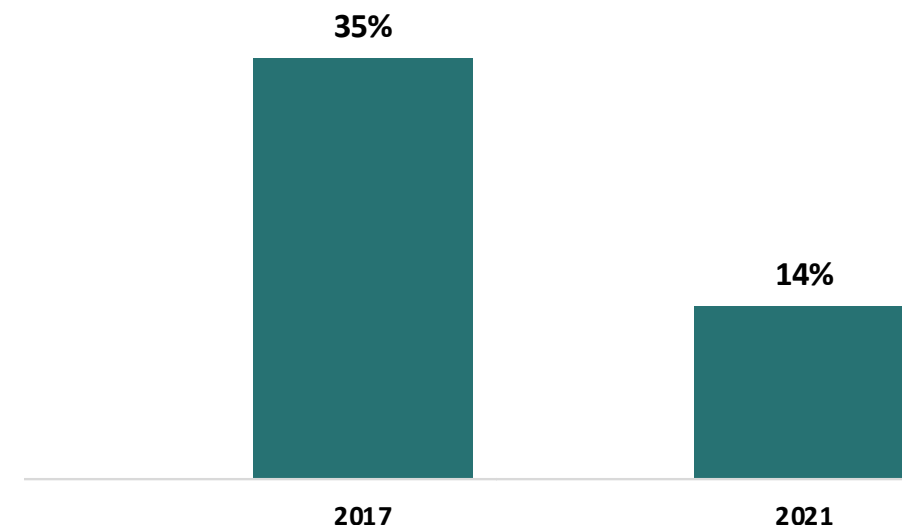


bien es complejo segregar dichos daños en públicos y privados, las cifras de las reclamaciones a las compañías de seguros y las cifras de solicitudes de asistencia a la Federal Emergency Management Agency (FEMA) podrían ser ilustrativas.

Primeramente, Puerto Rico goza de una penetración de seguros relativamente alta en comparación con República Dominicana. De acuerdo con datos de EM-DAT, el 44% de los daños estuvieron cubiertos por las compañías aseguradoras. Estos niveles de cobertura permitieron a los propietarios de casas, apartamentos, comercios, industrias, hoteles, y demás poder reconstruir y reparar sus propiedades, así también permitiéndoles reponer las marchas de los negocios. En nuestro país, el último evento de gran impacto fue el Huracán Georges, donde el 20% de los daños estuvieron cubiertos por las empresas de seguros.

Esto podría estar indicando que, en términos relativos, la penetración de los seguros catastróficos en Puerto Rico es más del doble que en República Dominicana. Por tales razones, un evento como María en República Dominicana tendría menores flujos de pagos de reaseguros, con menores impactos en la recuperación económica de los sectores privados afectados, y, por ende, mayores presiones recaerían en la política fiscal para asistir en la reconstrucción de pequeños negocios, así como propiedades de los quintiles más pobres del país.

FIGURA 3.8
Ratio Gastos de Capital y Corrientes (Gastos de capital / Gastos corrientes).
Fuente: Cálculos de DASA con datos de la Dirección General de Presupuesto (DIGEPRES).



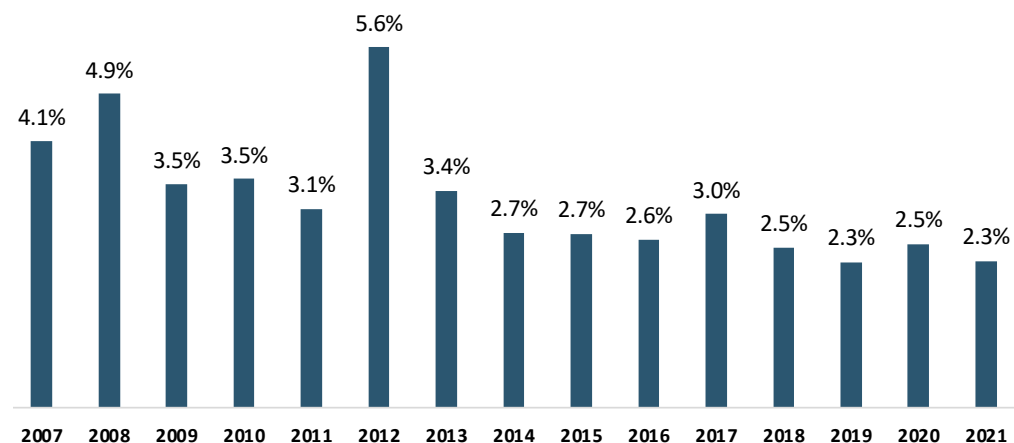
Segundo, el Estado Asociado de Puerto Rico se encuentra bajo la sombra del gobierno federal de Estados Unidos, y, por ende, del FEMA. Las últimas cifras publicadas por esta agencia federal indican que en Puerto Rico se crearon aprobaciones y montos obligados totalizando US\$20,672 millones. Al comparar esta cifra con los daños totales estimados en la base de datos de EM-DAT, equivalen a un 30.5% del total de daños. Esta cifra es altamente significativa, pues el estado de Puerto Rico en lugar de tener que hacer frente a una serie de daños a través de una reorientación de los gastos públicos o vía un aumento del gasto apoyado con endeudamiento, la agencia federal aportó importantes recursos frescos que ayudaron a mitigar el impacto del siniestro, asistiendo a un proceso más acelerado de recuperación.

Retomando el argumento del bajo margen de gasto discrecional con que cuenta el estado dominicano, para hacer frente a desastres naturales de alto impacto, el 2.3% de gastos de capital con relación al PBI, contrasta con los montos recibidos en Puerto Rico reportado por FEMA que equivalieron al 20.1% del PBI del Puerto Rico. Esto equivaldría a 10 años de gastos de capital para hacer frente a las necesidades que requirieron en Puerto Rico bajo el Huracán María.

Con los bajos niveles de penetración de seguros catastróficos en el país, unidos a la ausencia de agencias supranacionales para hacer frente a los daños, el estado dominicano únicamente tendría como alternativa mitigar los impactos

FIGURA 3.9
Gastos de Capital Ejecutado como % del PIB (2007 - 2021).

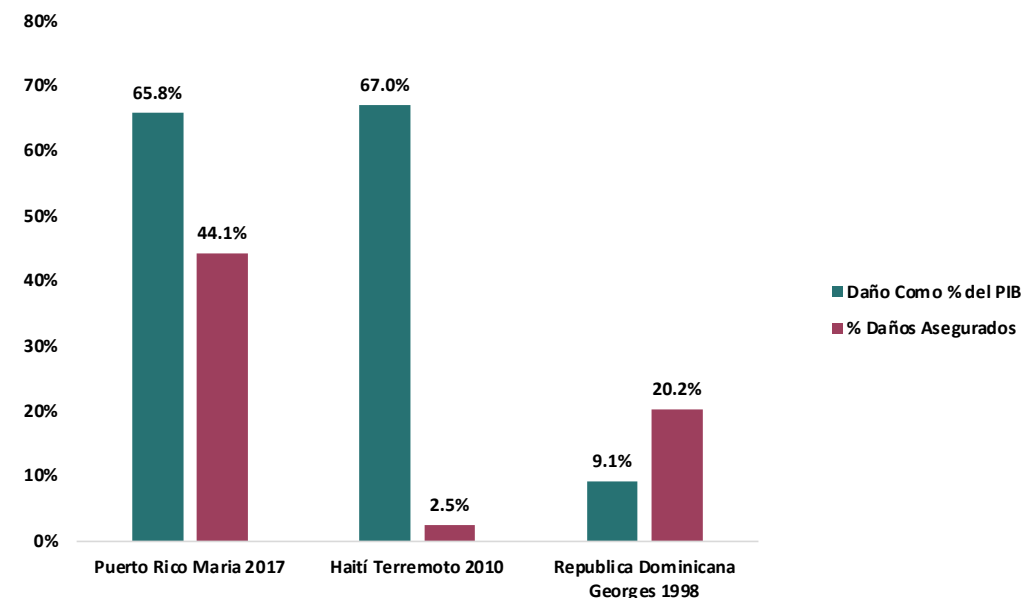
Fuente: Cálculos de DASA con datos de Banco Central de la República Dominicana (BCRD) y Dirección General de Presupuesto (DIGEPRES).



socioeconómicos de una catástrofe de tal envergadura vía el endeudamiento público. Sin embargo, con los actuales niveles de endeudamiento del país con su relación al PBI, las decisiones de políticas públicas serían difíciles y complejas, pues pondrían a prueba las capacidades de nuevos financiamientos junto con presiones sociales.

Mientras por un lado del espectro tenemos a Puerto Rico, donde un evento catastrófico como el Huracán María provocó daños equivalentes al 65.8% de su Producto Bruto, pero que fueron mitigados por la alta penetración de seguros patrimoniales catastróficos y por el apoyo de agencias federales de los Estados Unidos, por el otro tenemos a Haití, cuyo terremoto del 2010, produjo daños económicos equivalente al 65% de su PBI, donde los impactos económicos fueron mucho, mucho mayores. Primeramente, apenas el 2.5% de los daños económicos causados estaban asegurados, en comparación con una cobertura del 20% en República Dominicana en el Huracán Georges. Segundo, el tipo de evento, al tratarse de un movimiento telúrico, afectó las infraestructuras de Puerto Príncipe, las cuales, por una serie de factores, incluyendo niveles de pobreza como debilidad institucional, afectaron de forma abrumadora a la población, los sectores productores y a las autoridades estatales. El impacto económico del terremoto aún persiste una década después, y, a pesar de las ayudas internacionales recibidas, aceleró el deterioro institucional de Haití.

FIGURA 3.10
Comparación Daños asegurados por evento. Fuente: Cálculos del autor con datos de EM - DAT y el Banco Mundial.



Para fines de ilustrar el potencial impacto económico de huracanes como María en Puerto Rico, Mitch en Honduras, o los terremotos como los de Nicaragua y Haití, presentamos el siguiente escenario bajo el supuesto de daños equivalentes al 60% del PBI de República Dominicana.

Bajo este escenario, los daños alcanzarían los US\$56 mil millones, asumiendo una cobertura de seguros similar a la del Huracán Georges equivalentes a un 20% del total de los daños, se tendrían aportes de compañías de seguros por US\$11 mil millones, quedando un monto descubierto de US\$45 mil millones, equivalentes al 48% del PBI.

Si bien estos montos incluirían daños tanto a bienes públicos como privados, como se pudo ver de la experiencia de Puerto Rico, existe una gran demanda de asistencia pública a daños y pérdidas privadas. Esto pondría grandes presiones a las autoridades oficiales y a la distribución de recursos presupuestarios para mitigar el impacto del siniestro. Ahora bien, gran parte de la flexibilidad presupuestaria viene dada por los gastos de capital, que tienden a ser discrecionales. En tal sentido, en el 2021 los gastos de capital ejecutados totalizaron US\$2,159 millones, es decir que apenas cubren un 5% de los daños totales no cubiertos por seguros en ese escenario. Si partimos que el estado tendrá presiones para reparar infraestructura y para aportar asistencia social, la redistribución de los gastos de capital y el reenfoque de gastos corrientes discrecionales no serán suficientes, requiriendo el incremento del endeudamiento público.

TABLA 3.8

Escenario de un Evento Catastrófico en República Dominicana que afecte el 60% del PBI. *Fuentes: Cálculos del autor con datos de EM – DAT, Banco Mundial.*

EVENTO CATASTRÓFICO EN RD DE 60% DEL PBI EN EL PRESENTE	
PIB Corriente (Billones US\$)	94.2
Daño Como % del PIB	60.0%
Total de Daños (En millones US\$)	56,546
% de Cobertura de Daños	20%
Daños asegurados (En millones US\$)	11,309
Daños NO asegurados (En miles US\$)	45,237
Gastos de Capital 2021 (en millones US\$)	2,159
Años de Gastos de Capital para cubrir el desastre potencial sin asegurar	21
Gastos de Capital / PIB 2021	2.3%
Daños sin asegurar como % del PIB	48.0%

En tal sentido, la pandemia del Covid-19 ilustra el impacto de un choque de demanda y oferta que requiere mayor involucramiento del estado, vía política fiscal. En un período de dos años, el estado se vio en la necesidad de incrementar el endeudamiento público con relación al PBI en un 10%, en lugar del 2% que venía haciendo de forma histórica. En términos netos, se podría indicar que el Covid-19 impactó en un incremento de la deuda pública de un 8%. Como se puede apreciar en el caso de Puerto Rico y FEMA, los aportes fueron por el orden del 20% de PBI.

Esto pone en claro relieve la difícil situación en que se encontrarían las finanzas públicas, con los actuales niveles de endeudamiento público, y la rigidez de las finanzas públicas en términos de la participación de los gastos de capital en los gastos totales.

Planificación de las estrategias de financiamiento ante los desastres

Los desastres naturales inciden sobre diversas variables macroeconómicas. En términos fiscales, los efectos más usuales son la exacerbación de las restricciones financieras, el debilitamiento de los saldos fiscales, la desviación de fondos de los programas de desarrollo y el posible incremento del endeudamiento para responder al desastre o financiar procesos de reconstrucción. De acuerdo con la CEPAL, la planificación resiliente debe considerar una estrategia financiera orientada a proteger los activos del sector público y a generar incentivos para que el sector privado proteja los suyos. La protección financiera se basa en instrumentos ex ante para financiar el riesgo de desastres.

Una estrategia fiscal de protección financiera contempla diversos instrumentos, como seguros, créditos y el uso de fondos nacionales (CEPAL, 2019). De igual manera, una estrategia de financiamiento para los desastres debería considerar la gestión eficiente y coordinada de la cooperación internacional. En los últimos tiempos, dos países de la región han hecho intentos de proteger sus cuentas fiscales ante desastres. En 2018, el Ministerio de Finanzas Públicas de Guatemala (MFP), con el apoyo del Banco Mundial, implementó la Estrategia financiera ante el riesgo de desastres, que tiene instrumentos financieros para la atención de emergencias generadas por un desastre natural.

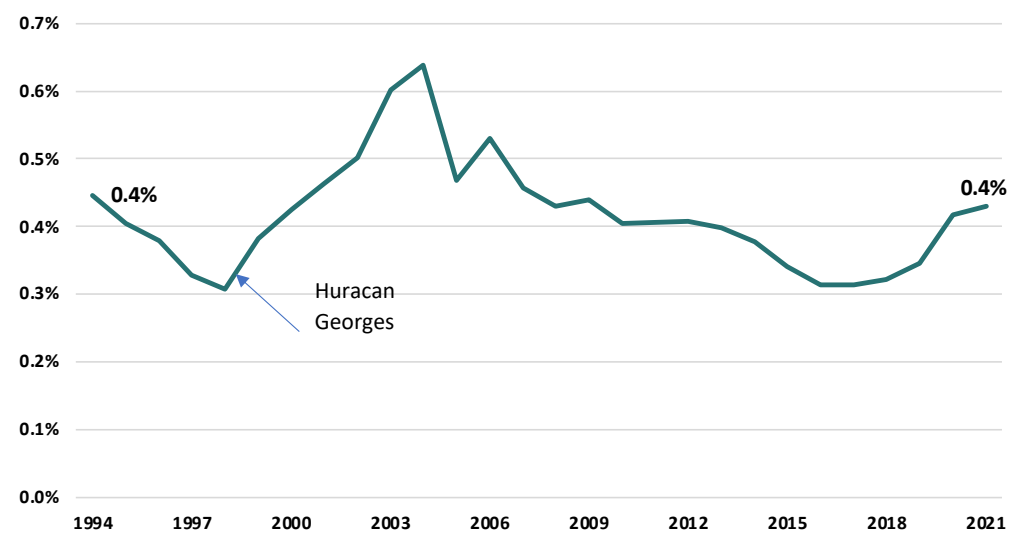
Estos instrumentos incluyen: presupuesto para la gestión del riesgo de desastres, reasignación presupuestal, fondos para la atención de emergencias, seguros, reaseguros, bonos catastróficos, créditos contingentes, créditos para después del desastre y donaciones (MFP, 2018). Por su parte, reconociendo la complejidad de la reasignación presupuestaria, Jamaica ha completado recientemente el diseño de una política sobre financiamiento nacional para el riesgo de desastres (Policy on National Disaster Risk Financing) en línea con su Plan Nacional de Desarrollo Vision 2030 Jamaica. Si bien el país ya

tiene un Fondo Nacional para Desastres, este enfoque proactivo implica la designación del fondo para contingencias (establecido en la Constitución para gastos generales imprevistos) como el fondo de reserva para catástrofes (National Catastrophic Disaster Reserve Fund). Estos instrumentos financieros son adecuados para desastres de gravedad baja y media, y queda una brecha financiera para los esfuerzos de reconstrucción resilientes en el caso de un desastre de mayor impacto. En consecuencia, el Gobierno de Jamaica ha solicitado la asistencia del Banco Mundial para poder contar con bonos catastróficos y aumentar así su capacidad de recuperación financiera. En el caso de la República Dominicana, se trata de una economía de baja penetración de seguros, esto a pesar de los altos riesgos inherentes debido a su ubicación geográfica, en medio de fallas geológicas y en el trayecto de huracanes y tormentas tropicales.

Históricamente, la relación de primas de seguros cobradas para incendios y aliados, con relación al PBI ha sido de 0.4%, fluctuando + o - 0.1%. En otras palabras, a pesar de que hemos visto un incremento de eventos de alto impacto económico en los últimos años, esta relación no ha cambiado a través de tres décadas, por tales razones es de esperar que, en un evento de mayor impacto como fue el Huracán María, la cobertura de los seguros para los daños incurridos, se asemeje al 20% del total, como fue bien el caso de Georges en el 1998.

FIGURA 3.11
Relación de las Primas de Seguros para Incendios y Aliados Cobradas y PBI de República Dominicana.

Fuente: Superintendencia de Seguros y Banco Central de la República Dominicana (BCRD).

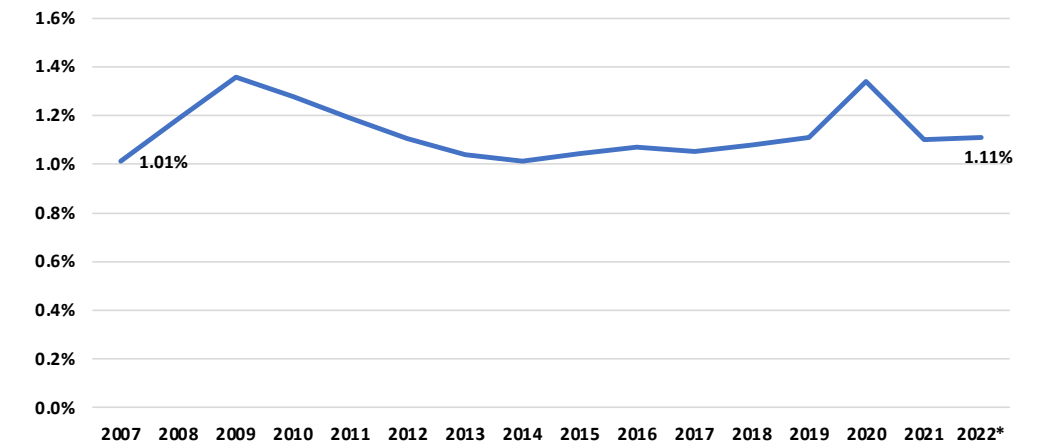


En el caso de República Dominicana, desde hace muchos años se aplica un impuesto selectivo ad-Valorem a los seguros de un 16%. En la literatura económica, los impuestos selectivos al consumo tienen entre sus objetivos, desde la perspectiva de las políticas públicas, penalizar las acciones que generan externalidades negativas, como mecanismo de desincentivar su uso y cubrir los costos asociados con su uso, ya sea en el orden individual, social o medioambiental, tales son los casos de juegos de azar o de los cigarrillos, entre otros.

En el caso de los seguros, el impuesto en República Dominicana tiene su fundamento en su fácil aplicabilidad, ya que recae en un puñado de compañías de seguros que hacen la labor de recolección. Este impuesto, sin embargo, encarece la cobertura de los seguros, lo cual desmotiva su uso, más aún en un país que por sus características de riesgos catastróficos, tanto por terremoto como ciclones, tiende a tener primas de seguros relativamente superiores a países que solo cuentan con uno de estos tipos de riesgos. Anteriormente, los seguros de cobertura de riesgos catastróficos se les aplicaba el ITBIS, el cual permitía ser compensado con otros costos asociados con la actividad, sin embargo, priorizando el interés recaudador, dicho impuesto fue sustituido por un impuesto selectivo que no permite dicha compensación.

FIGURA 3.12
% del Impuesto Selectivo a los Seguros como % de los Ingresos Tributarios. *2022 Corresponde al período Enero - Noviembre.

Fuente: Dirección General de Presupuesto (DIGEPRES).



En adición, el impuesto a los seguros, al ser ad-Valorem, tiene un efecto perverso en momentos que los agentes económicos perciben mayores riesgos y por ende mayor necesidad de tenerlo (es decir luego del paso de un evento catastrófico), ya que las primas tienden a subir, desmotivando a los agentes económicos a que realicen las coberturas correspondientes. Ahora bien, por su alta efectividad, debido a que el impuesto se recolecta por las empresas aseguradoras al momento de la emisión de las pólizas, dicho impuesto es importante para las arcas del estado. En los últimos 15 años, las recaudaciones por el impuesto selectivo al consumo de seguros han representado el 1.1% de los impuestos tributarios totales. Esto abarca la totalidad de las pólizas gravadas con dicho impuesto. En un país donde más de 50% de los empleos son generados por actividades informales, se torna retador la recaudación fiscal, quedando una amplia brecha para la evasión. Por tales razones, el estado tiende a ser celoso en eliminar, o reducir impuestos de alta efectividad, aunque los mismos entren en contradicción con la lógica económica. Una alternativa de política pública, por ende, a raíz de los casos llevados a cabo por Guatemala y Jamaica, es la asignación de una parte de las recaudaciones de dicho impuesto a desarrollar programas de mitigación del impacto de estos riesgos catastróficos en las finanzas públicas del estado.

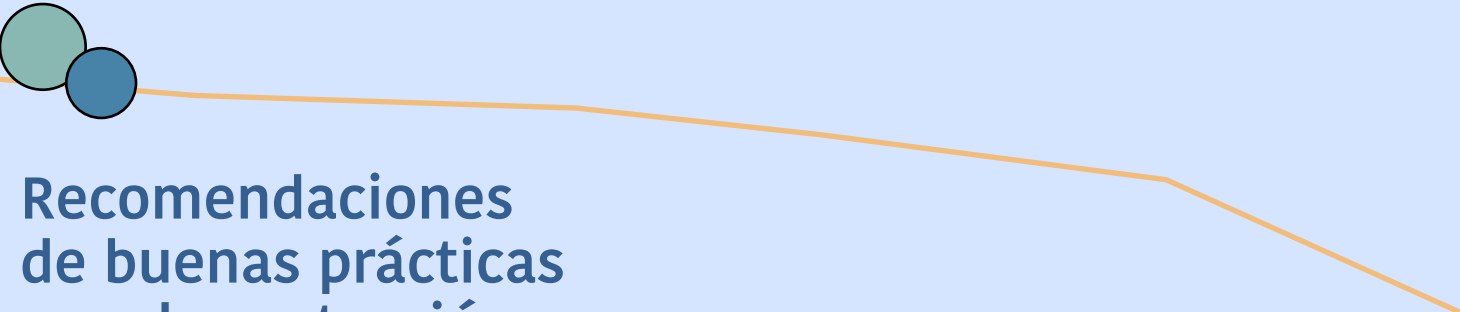






Recomendaciones de buenas prácticas para la protección financiera del país y de las personas

Julio Cedillo
y Eduardo Rojas
DE LA FIRMA AON



Recomendaciones de buenas prácticas para la protección financiera del país y de las personas



En esta sección se analiza y evalúa el potencial de las soluciones de seguros paramétricos enfocado a administradores de seguros que buscan soluciones para los riesgos en República Dominicana, incompatibles con el mercado tradicional. De forma general, se hace un análisis y propuesta simplificada de seguro paramétrico, alrededor de estimaciones de índices de pérdidas y evidencia de eventos históricos, para activos referentes como inmuebles (residencial, no residencial) y sector energético.

INTRODUCCIÓN

Cada año, los desastres naturales (Nat Cat) causan estragos en todo el mundo, provocando daños y destrucción inmensos dondequiera que ocurran. A su paso, dejan daños a largo plazo en muchos bienes y socavan los esfuerzos por generar un crecimiento económico sostenible. El Banco de Pagos Internacionales calcula que, en algunos casos, especialmente en los mercados en desarrollo, las peores catástrofes naturales pueden reducir permanentemente el PIB de un país en casi un 2%.

En 2017, los huracanes que devastaron partes de EE. UU. y el Caribe, el terremoto en México y las inundaciones en Asia enfatizaron el riesgo cada vez mayor que representan las catástrofes naturales. Se cree que las catástrofes relacionadas con el clima están aumentando en frecuencia y gravedad debido al cambio climático. Esta tendencia, combinada con el crecimiento de la población y el aumento de la urbanización, significa que más personas se ven afectadas con mayor frecuencia.

De hecho, la cantidad de siniestros relacionados con el clima se ha triplicado desde la década de 1980, y las pérdidas de seguros ajustadas por inflación en

el mismo período han aumentado de un promedio anual de USD 10 mil millones a USD 50 mil millones, según datos de Munich Re. Las pérdidas económicas causadas por catástrofes naturales en 2017 parecen estar entre las peores de la historia reciente, con datos de Swiss Re que estiman tales pérdidas en USD 300 mil millones en 2017, en comparación con un promedio de USD 178 mil millones durante los 10 años anteriores. De estos 300 mil millones de pérdidas económicas, se estima que tan solo USD 131 mil millones de estas pérdidas estaban aseguradas, por lo anterior la brecha de protección es clara y significativa.

Adicionalmente, nos encontramos en un contexto de disrupción a los modelos de negocio, un cambio de activos tangibles a intangibles y cambios asociados a los perfiles de riesgo: por lo que los administradores de riesgos están buscando nuevos productos y servicios adecuados al mundo moderno. Las juntas exigen que los administradores de seguros encuentren soluciones para los riesgos previamente incompatibles con el mercado tradicional. Por lo tanto, el potencial de las soluciones de seguros paramétricos es cada vez más considerado.

Por su naturaleza, el seguro paramétrico trae consigo la capacidad de brindar financiamiento rápido para los trabajos de alivio, recuperación y reconstrucción, por lo que puede tener el mayor impacto potencial en los países más afectados por peligros naturales y donde la brecha de protección es actualmente grande. Los desarrollos tecnológicos y la mejora del modelado de riesgos han sentado las bases para permitir que se acelere la aceptación de los seguros paramétricos.

Los beneficios son innegables: transparencia de la cobertura, velocidad de ajuste, flexibilidad de diseño. Sin embargo, es indispensable entender bien qué son los productos paramétricos y los desafíos que se enfrentan al comprar soluciones de este tipo y cómo se pueden superar.

Perfil nacional de riesgo en República Dominicana: huracanes y sismos

Un perfil nacional de riesgos es una estimación de las potenciales pérdidas económicas por afectación a los bienes inmuebles causadas por eventos naturales adversos de gran magnitud. Sus principales aplicaciones son:

- Informar acciones de protección financiera ante desastres

- Evaluar el impacto fiscal y económico de los desastres
- Promover y guiar la reducción del riesgo

REPÚBLICA DOMINICANA EN BREVE

La República Dominicana tiene la octava economía más grande de América Latina y la primera de América Central y el Caribe, y ocupa la octava posición en ingresos per cápita. El país ha disfrutado de un fuerte crecimiento económico en los últimos 5 años, con un promedio de 3.4%, posicionándose en el primer lugar de crecimiento en todo América Latina.

POBLACIÓN (MIL HABITANTES)	10,954
PIB NOMINAL 2021 (MUSD)	94,243
PIB PER CÁPITA (USD)	8,604
TOTAL DE BIENES INMUEBLES EXPUESTOS (MUSD)	208,695

EXPOSICIÓN

¿Dónde se concentran los bienes expuestos al riesgo de desastres?

Los bienes que están expuestos al riesgo de desastres constituyen la capa de Exposición. Los bienes económicos que forman la exposición son los edificios residenciales y no residenciales en zonas urbanas, rurales y la capital del país (Figura 4.1).

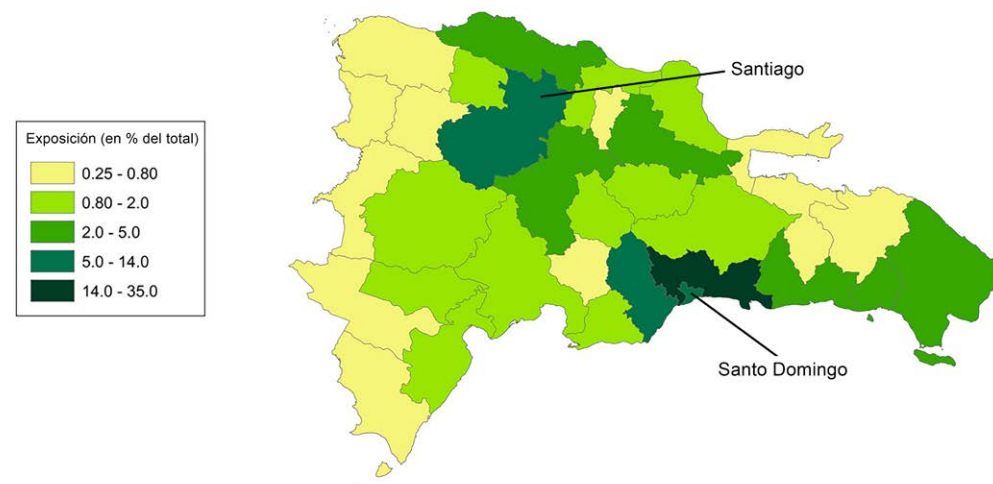


FIGURA 4.1
El mapa presenta el valor de las construcciones residenciales y no-residenciales que están expuestas, en cada provincia.

EXPERIENCIA

Principales eventos catastróficos que han sucedido

En complemento a lo expuesto en el Capítulo 2, donde se analizaron los eventos históricos del Sismo de Santiago (1562) y Huracán San Zenón (1930), a continuación, se describe el Huracán David de 1979 y el sismo de Samaná de 1946, donde ambos eventos ocasionaron daños significativos en el país.

HURACÁN DAVID (1979)

En 1979, la República Dominicana fue afectada por el Huracán David. Como huracán de categoría 5 en la escala de Saffir-Simpson, el huracán David fue uno de los huracanes más mortíferos de la última mitad del siglo XX, dejando más de 2.000 víctimas fatales a su paso, casi todos en la República Dominicana. Se estima que casi el 70% de los cultivos del país fueron destruidos por las inundaciones torrenciales. Las inundaciones extremas en los ríos causaron la mayoría de las 2,000 muertes del país. La inundación destruyó miles de casas, dejando a más de 200,000 personas sin hogar tras el huracán. La presidencia en aquel momento estimó que la combinación de daños agrícolas, inmobiliarios e industriales ascendió a USD 1 mil millones (\$ 3.5 mil millones en 2020 USD).

SISMO DE SAMANÁ (1946)

El terremoto de República Dominicana de 1946 tuvo una magnitud de 8.0 y se registró en Samaná, provincia del noreste del país, el 4 de agosto de 1946 a las 17:51 UTC (12:51 hora local vigente). Una réplica ocurrió cuatro días después, el 8 de agosto a las 13.28 UTC con una magnitud de 7.6 del país. Alrededor de 100 personas murieron por el terremoto y otras 20 000 quedaron sin hogar. Este terremoto produjo un maremoto de 16 pies (5 m) de altitud que causó la muerte de casi 1,200 personas.

PÉRDIDAS AS-IF

¿Cuáles serían las pérdidas hoy, si volviera a ocurrir un evento histórico?

Si bien los dos eventos antes descritos ocurrieron hace ya más de 40 años, los eventos Nat Cat por su naturaleza pueden ocurrir en cualquier momento. Hay que recordar que República Dominicana ocupa hoy día el primer lugar de crecimiento en todo América Latina, por lo que no solo es traer a valor

presente las pérdidas históricas, sino considerar el desarrollo e infraestructura que se ha generado en el país en las últimas décadas.

Si el Huracán David ocurriera hoy, podría provocar pérdidas de más de USD 6.1 mil millones.

Si el sismo de Samaná con magnitud 8.0 en la escala de Richter ocurriera hoy, podría provocar pérdidas de USD 7.6 mil millones.

PÉRDIDAS ESTIMADAS CON LA EXPOSICIÓN ACTUAL

NOMBRE DEL EVENTO	AÑO DEL EVENTO	PÉRDIDAS ESTIMADAS A HOY (MM USD)	PÉRDIDA (EN % DE LA EXPOSICIÓN)	PÉRDIDA (EN % DE PIB, 2016)
Terremoto de Santiago	1562	11.6	7.50%	16.2%
Terremoto Azua	1751	11.1	7.20%	15.5%
Huracán San Zenón	1930	14.9	9.70%	20.8%
Terremoto de Samaná	1946	7.6	4.90%	10.6%
Huracán David	1979	6.1	4.00%	8.5%
Georges	1998	2.7	1.8%	3.8%

PÉRDIDAS ESPERADAS

A diferencia de las pérdidas esperadas obtenidas para el Huracán San Zenón y Sismo de Santiago, en esta sección se indica cuáles serían las pérdidas (PML y AAL) considerando modelos probabilistas de riesgo.

¿CUÁLES SON LAS PÉRDIDAS QUE SE PUEDEN ESPERAR HOY ANTE ESTOS EVENTOS NAT CAT?

Las potenciales pérdidas por viento huracanado serían más significativas que las pérdidas por sismos para períodos de retorno bajos. Las potenciales pérdidas para períodos de retornos altos son de un nivel similar por viento huracanado y sismos.

Las pérdidas esperadas anuales promedio (AAL por sus siglas en inglés) por viento huracanado se elevan a USD 345M (~0.50% del PIB), y por sismos a USD 297M (~0.45% del PIB).

La pérdida máxima probable esperada por viento huracanado (en un período de retorno de 250 años) sería de al menos USD 11,482M (~16.0% del PIB), y por sismos de al menos USD 11,112M (~15% del PIB).

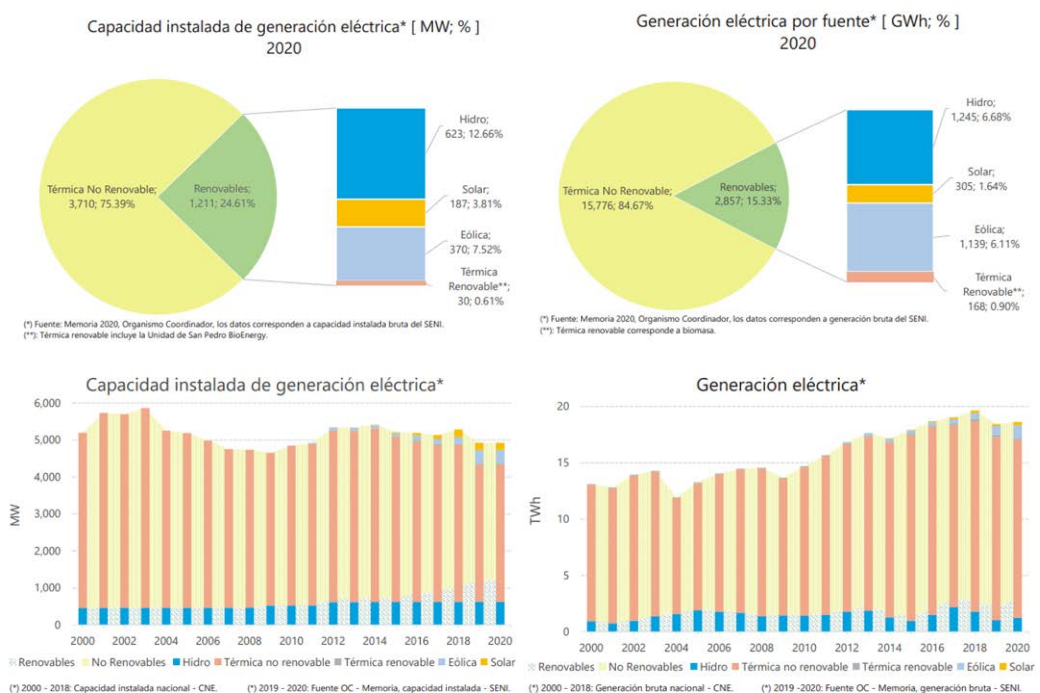
Período de retorno	Probabilidad Anual de Excedencia	SISMOS		HURACANES	
		Pérdida en MUSD	Pérdida (en % del PIB)	Pérdida en MUSD	Pérdida (en % del PIB)
50	2.00%	3,176	4.4%	6,124	8.5%
100	1.00%	5,960	8.3%	8,573	12.0%
250	0.40%	11,112	15.5%	11,482	16.0%
500	0.20%	15,867	22.2%	15,616	21.8%
1000	0.10%	21,079	29.4%	19,443	27.2%
Pérdida promedio anual		297	0.4%	345	0.5%

SECTOR ENERGÉTICO

La generación de electricidad en la República Dominicana está dominada por plantas térmicas que mayoritariamente funcionan con combustible o gas (o gas natural líquido) importado.

Al final del 2020, la capacidad instalada total de los servicios públicos era de 4,921 MW de los cuales el 75% eran de origen térmico y el 13% hidroeléctrico. La explotación de otros recursos renovables (solar y eólica) es muy limitada. Sin embargo, se ha observado un crecimiento paulatino en la capacidad y en su generación desde el 2012.

FIGURA 4.2 Capacidad instalada de generación eléctrica.

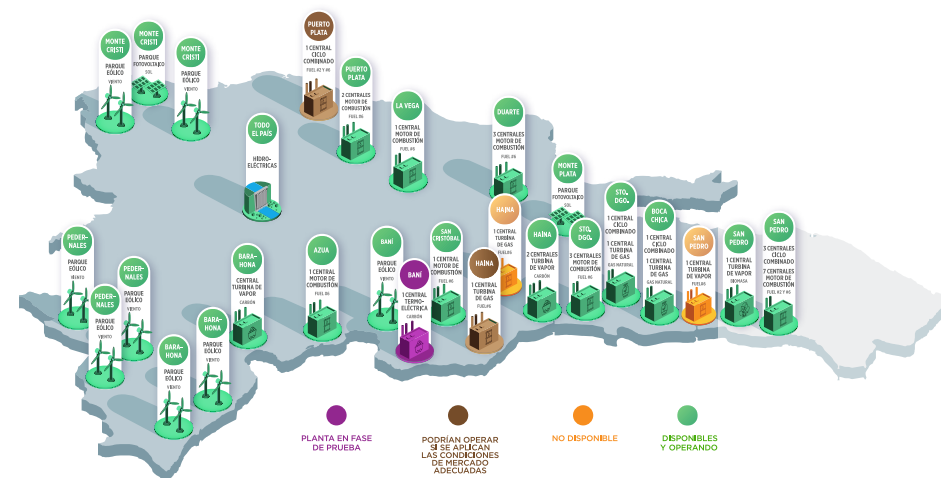


Si bien la capacidad instalada de generación eléctrica está bien distribuida geográficamente a lo largo del país, casi una cuarta parte por cada región: Norte, Sureste, Noroeste y Metropolitano, ésta depende de una red de distribución amplia lo largo del país que necesita estar protegida.

La transmisión de electricidad relevante al Sistema Eléctrico Nacional Interconectado (SENI) es realizada por la Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana (ETED), empresa propiedad del Estado. El Sistema de Transmisión alimenta cuatro grandes centros de consumo (Centro, Este, Norte y Sur). Esta red cuenta con 5,462 km de líneas de transmisión en voltajes de diseño de 69, 138, 230 y 345 kV.

Si bien, la red de energía eléctrica es robusta y extensa, mucho de esto depende de las líneas de transmisión y distribución (T&D), activo que normalmente está excluido o limitado de las pólizas tradicionales de cobertura.

FIGURA 4.3
Distribución geográfica de las plantas de generación eléctrica.



INVENTARIO DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSMISIÓN DE RD

CENTROS DE CONSUMO	VOLTAJE (KV)	LONGITUD	CAPACIDAD (AUTO) TRANSFORMADORES (MVA)
Centro	69	1,696	
Este	138	3,141	2,415
Norte	230	275	500
Sur	345	350	2,100
Total		5,462	5,015

Fuente OC (2020)

SOLUCIONES PARAMÉTRICAS PARA ASEGURAR LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN (T&D)

¿QUÉ SON LOS SEGUROS PARAMÉTRICOS?

El seguro convencional indemniza al asegurado por la pérdida en la que incurre a causa de un evento cubierto. El seguro paramétrico, por el contrario, paga una cantidad fija cuando ocurre un evento con por encima de un parámetro determinado. El monto a pagar puede basarse en un pronóstico modelado de la pérdida en la que incurrirá el titular de la póliza. La naturaleza del producto implica que no es necesario realizar ningún ajuste de pérdidas. Tan pronto como se alcanza un umbral predeterminado, se activa la póliza y se realiza el pago.

Un disparador paramétrico puede ser cualquier cosa, pero a menudo se establece en referencia a una medida de un evento natural catastrófico que podría provocar una pérdida o una serie de pérdidas. Entonces, por ejemplo, la cobertura de huracanes puede ser provocada por velocidades del viento que alcanzan una cierta intensidad acordada previamente en una ubicación específica de acuerdo con un proveedor confiable y verificable de datos meteorológicos. La cobertura de terremotos puede ser provocada por datos de intensidad sísmica, ubicación, profundidad y radio, mientras que para la sequía y la cobertura agrícola, los parámetros pueden basarse en imágenes satelitales del color del suelo o el volumen y la frecuencia de las lluvias durante períodos definidos.

Los productos paramétricos pueden cubrir riesgos que de otro modo no serían fácilmente asegurables y permitir una fijación de precios más científica de productos que respondan a parámetros aislados específicos, en lugar de las pérdidas físicas que podrían resultar de cualquier número de una amplia gama de sucesos. Junto con menores costos de gestión de siniestros, esto hace líneas de negocio comercialmente viables que antes no lo eran.

Los datos son para parametrizar el riesgo y, como tal, se investigan e implementan regularmente nuevos índices basados en conjuntos de datos. Siempre que exista una correlación lo suficientemente fuerte entre el índice y las pérdidas esperadas del asegurado, debería ser posible definir una solución paramétrica que ofrezca velocidad y certeza de pago.

SEGUROS TRADICIONALES VS. PARAMÉTRICOS

	SEGURO TRADICIONAL	SOLUCIONES PARAMÉTRICAS
“Trigger” de pago	Ocurrencia de pérdida asegurada	“Trigger” de un parámetro
Monto de pago	Pérdida ajustada (considerando límites, deducibles, etc.)	Estructura de pago previamente acordada
Uso del pago	Cubrir las pérdidas aseguradas	A discreción del asegurado
Velocidad de pago	Sujeto a ajuste de siniestro	Rápido y ágil
Ajuste de siniestro	Sí	No Menor carga administrativa de siniestros
Transparencia	Ajuste de siniestro complicado y con varias partes involucradas	“Triggers” paramétricos son transparentes y objetivos
Riesgo Base	Condiciones de la póliza, deducibles y exclusiones	Correlación del parámetro con la exposición actual del riesgo

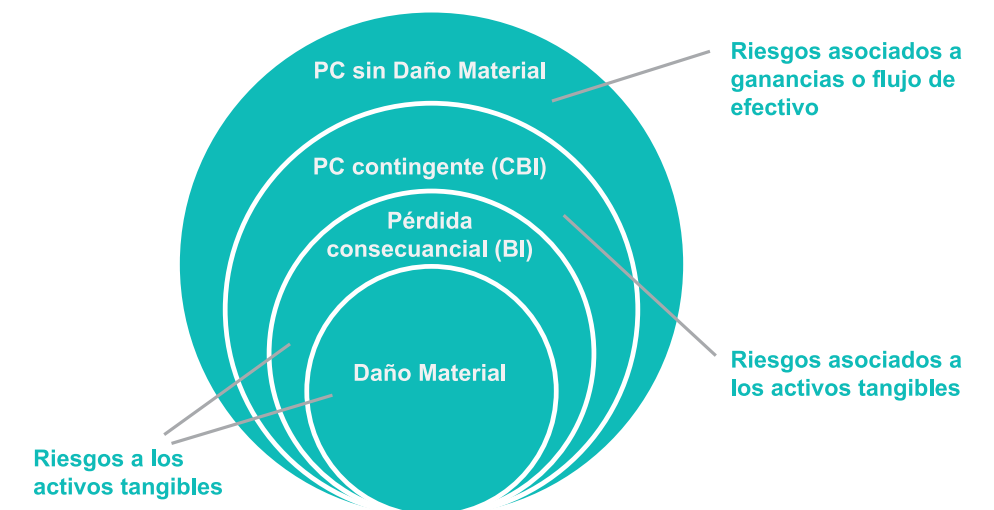
PÉRDIDAS MATERIALES SIN DAÑO FÍSICO

Las soluciones paramétricas pueden cubrir pérdidas en bienes considerados, previamente, como no asegurables o, más regularmente, cerrar brechas en las pólizas tradicionales generadas por exclusiones o sublímites.

Hay que vincular lo más apropiadamente posible la gestión de riesgos con la estrategia del proceso cubierto. Con base a ello, identificar los riesgos asociados a los activos intangibles. Identificar dónde las soluciones paramétricas pueden proporcionar capacidad adicional o una inyección necesaria de efectivo, entender los flujos de ganancias y de efectivo, y sus interdependencias para identificar cualquier evento externo que pueda perturbar estos procesos, incluida la revisión de todos riesgos restantes en el registro de riesgos (Figura 4.4).

Las soluciones paramétricas pueden proporcionar protección contra riesgos previamente no asegurables, así que no hay que dejar nada fuera de la región de riesgos. Históricamente, la cobertura ha sido más relacionada para el clima y los riesgos de catástrofes naturales, pero, las soluciones paramétricas, para los riesgos creados por el hombre, se están volviendo cada vez más populares. Hay que ver más allá del negocio y hacer una revisión de la cadena de suministro y sus riesgos.

FIGURA 4.4
Esquema de registros de riesgos.



LIMITACIÓN DE COBERTURA PARA LÍNEAS DE TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN (T&D)

Por naturaleza, las redes aéreas de líneas T&D están muy expuestas a riesgo de ciclones, viéndose fuertemente afectados por aumentos en las tasas de las primas cuando las condiciones del mercado se endurecen. Muchas veces estos activos están limitados o sublimitados generando brechas en la cobertura tradicional.

Su distribución dispersa también añade un desafío adicional al proceso tradicional de ajuste de pérdidas, resultando en retrasos en los pagos y faltantes. Los modelos paramétricos pueden mapear con precisión la cuadrícula y la red de líneas de T&D, proporcionando una evaluación granular de su exposición a ciclones.

El pago de las estructuras se puede diseñar para cada velocidad del viento en función del impacto modelado en la red, que se adapta de manera flexible al

presupuesto existente y asegurando una cobertura de hasta el límite completo contratado mediante un proceso simple de ajuste. Esto, además de complementar la póliza indemnizatoria tradicional en términos de cobertura, puede ayudar a facilitar su colocación del resto del programa que debió aislar por separado este tipo de bienes que normalmente no son del apetito tradicional.

APLICACIONES A REPÚBLICA DOMINICANA

Con todo lo expuesto y revisado anteriormente, para el caso de República Dominicana, se está proponiendo un par de coberturas paramétricas para los principales riesgos catastróficos de terremoto y huracán como se indica a continuación; existen evidencias previas o casos de éxito de la implementación de seguros paramétricos, por ejemplo, para México, donde se han detonado algunos pagos derivados de desastres antes fenómenos naturales entre el 2015 y 2020 (Anexo III).

SEGURO PARAMÉTRICO DE TERREMOTO

Es un pago basado en la intensidad sísmica reportada en las ubicaciones del asegurado: un terremoto con magnitud moderada, pero con epicentro en alguna de las ubicaciones aseguradas, puede causar tanto daño como un terremoto con magnitud más significativa cuyo epicentro se encuentra a decenas o cientos de kilómetros de distancia de las ubicaciones en cuestión. Para esto:

- Se utilizaría el proveedor de datos independiente USGS, que proporciona mapas sísmicos de intensidad para terremotos considerados como significativos (Figura 4.5),
- La cobertura aplicaría sin cajas ni círculos, siendo el parámetro la intensidad sísmica reportada en una ubicación específica,
- No habría restricción de ubicaciones, funciona tanto para una sola ubicación como para múltiples, expuestas a terremoto,
- Es posible modelar activos no-propios para los cuales exista un interés asegurable, por ejemplo, infraestructura, proveedores o compradores clave.

SEGURO PARAMÉTRICO DE HURACÁN

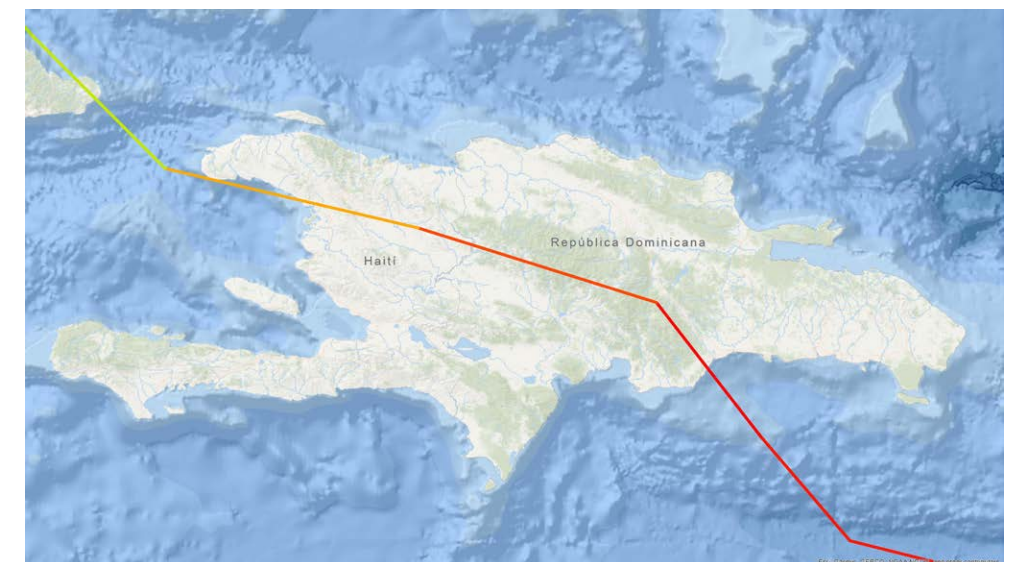
Es un pago basado en la velocidad del viento asociada a la categoría en las ubicaciones del asegurado. El proveedor de Datos Independiente sería el National Hurricane Center (NHC), quien proporciona la huella de la trayectoria del huracán (Figura 4.6).

Aquí es necesario definir las ubicaciones de mayor valor o contribución indirecta a una posible pérdida consequential a causa de un huracán para determinar las cajas o círculos más adecuados para lo que se desee cubrir ya sea la red de tendido de T&D o las carreteras principales de Santo Domingo a Santiago y a La Romana o Punta Cana.

FIGURA 4.5
Mapa de intensidades sísmicas para el evento del 04/08/1946 en Miches (República Dominicana (M=7.8, 16km NNW).



FIGURA 4.6
Trayectoria del huracán David (1979).



Para ambas coberturas se estará buscando cubrir el AAL o pérdida promedio anual esperada alrededor de un límite de USD 300M, aunque se buscaría poder acrecentar este límite lo más posible para brindar un margen de confianza mayor en la cobertura.

BIBLIOGRAFÍA

Banco Mundial, <https://www.worldbank.org>

Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (GFDRR), <https://www.gfdr.org>

Informes de la Gestión Comercial CDEEE 2020, <https://cdeee.gob.do/transparencia/informes-del-sector-energetico/>

National Hurricane Center and Central Pacific Hurricane Center, National Oceanic and Atmospheric Administration, www.nhc.noaa.gov/

Swiss Re Sigma 20 December 2017, www.swissre.com/institute

United States Geological Survey (USGS), <https://www.usgs.gov>







5

Falta de aseguramiento de las viviendas en República Dominicana

Carlos Nieto

VICEPRESIDENTE TÉCNICO DE ROS & ASOCIADOS, SRL



Falta de aseguramiento de las viviendas en República Dominicana

La destrucción total o parcial de viviendas a consecuencia de grandes terremotos u otras catástrofes naturales, es un tema de necesaria consideración debido a las potenciales consecuencias individuales y colectivas que conllevaría la ocurrencia de tales fenómenos en nuestro país. Todas las estadísticas presentadas en este informe muestran, además de los efectos de otros riesgos naturales, el historial de eventos sísmicos más importantes. Los terremotos de 1562 y 1946 demuestran la alta probabilidad de su ocurrencia, con grandes consecuencias para un alto número de viviendas individuales y apartamentos (que no existían en esos años y ahora están expuestos), como ha ocurrido en el pasado reciente en otros países sacudidos por terremotos de gran magnitud, tales como México (1985, 2017), Chile (1960, 2010), Turquía (1999, 2023), Siria (2023), Marruecos (2023) y Haití (2010, 2021). El desarrollo económico que hemos experimentado, que viene aparejado con la expansión y concentración de la población en las principales ciudades y polos turísticos del país, nos permiten inferir sobre las graves consecuencias de un terremoto, u otro evento catastrófico, debido al imparable incremento en las unidades de vivienda expuestas.

Baja penetración de seguros en RD

Según las informaciones disponibles, aproximadamente un cuatro por ciento (4%) de las viviendas del país¹ están aseguradas; esto supondría que miles de personas y familias quedarían desprovistas de un techo para vivir en caso de que sus hogares quedasen afectados como consecuencia de una catástrofe,

1. A falta de una cifra oficial del número de pólizas de seguros emitidas para las viviendas, inferimos que el total de viviendas aseguradas es de aproximadamente 150,700 tomando como base el número de préstamos hipotecarios a diciembre 2023 ascendente a aproximadamente 135,995 (según datos obtenidos del SIMBAD de la Superintendencia de Bancos) y las 14,700 viviendas aseguradas voluntariamente según cifras proporcionadas por la Cámara Dominicana de Aseguradores y Reaseguradores (Cadoar). La proporción se calcula en base al total de viviendas que arrojó el Censo Nacional de Población y Vivienda 2022 (3,689,348 viviendas).

agravado por la adversa situación económica consecencial para la mayoría. Pero ¿por qué tan baja la penetración de seguros en este renglón? A continuación se presentan algunas de las razones:

- 1. La percepción de que este tipo de eventos no ocurrirán.** Muchas personas no entienden completamente el valor del seguro hasta que enfrentan una situación donde éste sería necesario. En los últimos setenta y siete (77) años, afortunadamente, los temblores en la República Dominicana han sido de pequeña magnitud, con repercusiones menores en cuanto a los daños a la propiedad, y, el impacto de los grandes huracanes e inundaciones, igualmente, no nos ha afectado con todo el potencial que las amenazas representan. Lamentablemente, esto nos ubica en una “zona de confort” ilusoria, pues, realmente, el país está gravemente expuesto a riesgos de la naturaleza capaces de producir consecuencias de magnitudes desastrosas;
- 2. Costo del seguro.** La percepción general de la población es que el costo de adquirir una póliza de seguro, incluido el seguro para la vivienda, es muy elevado, cuando en realidad, hay opciones que pueden ajustarse a diferentes presupuestos. El seguro a menudo se ve como un gasto adicional, en lugar de una inversión en seguridad y estabilidad financiera. Muchas personas en la República Dominicana tienen ingresos muy limitados, lo que hace que el seguro de vivienda se perciba como un gasto innecesario o inasequible. A esto, debemos sumarle la informalidad laboral y la falta de bancarización que existe en nuestro país, que no le permiten al propietario de una vivienda asumir compromisos de pagos recurrentes estables, como lo exigiría una póliza con pagos mensuales.
- 3. Regulación.** La ausencia de una regulación actualizada con respecto a la exigencia de los seguros necesarios para viviendas bajo régimen de condominio. La Ley 5038 de Condominios data del año 1958 cuando casi todas las viviendas que existían en la República Dominicana eran particulares, existiendo muy pocos edificios de apartamentos. El artículo 11 de esta ley flexibiliza la opción de asegurar o no las propiedades en régimen de condominio al condicionar “a la decisión que tome su consorcio de propietarios” sobre la obligación de emitir los seguros necesarios para proteger el inmueble de manera integral, incluyendo sus áreas comunes. Obviamente, el bajo nivel general de conciencia sobre las consecuencias a las que estamos expuestos, sumado al costo



que representan los seguros, son la combinación perfecta para que la mayoría de los condómines en un edificio de apartamentos voten por dejar a un lado la opción de asegurar;

- 4. Educación financiera.** La ausencia de educación financiera y la baja cultura de previsión que conspiran contra la posibilidad de que haya la debida planificación respecto de los riesgos que amenazan la vida, su calidad y los patrimonios personales.
- 5. Conocimiento de los seguros.** La falta de conocimiento sobre los beneficios del seguro y cómo funciona es un obstáculo significativo para la adquisición de un seguro para la vivienda. Muchas personas no están familiarizadas con los productos de seguros disponibles ni con los riesgos que estos incluirían. Asimismo, existe una falta de mensajes consensuados entre los sectores públicos y privados difundidos a la población en general sobre el importante rol que cumplen los seguros en caso de una catástrofe natural.

Problemáticas al asegurar tu vivienda

La mayor parte de los edificios de apartamentos no están asegurados de manera integral, si no que cada unidad se asegura de manera individual. Al asegurarse las unidades de manera independiente, un evento que afecte gran parte o la totalidad del edificio podría devenir en la incapacidad para restablecer el inmueble y sus áreas comunes tal cual se encontraban antes del siniestro. En estos casos, sería remota la probabilidad de poder recuperar la integridad del inmueble y la calidad de vida de la comunidad de propietarios. Veamos los siguientes escenarios:

- 1.** Si el apartamento asegurado resulta inhabitable por las condiciones en que quedaron otros apartamentos y/o las áreas comunes no aseguradas, y no requiere que sea demolido, dicho asegurado no recibirá indemnización alguna por parte de su aseguradora, pues su apartamento no habrá sufrido daños físicos. Habrá de esperar que las demás estructuras y servicios sean habilitadas debidamente para poder habitar su apartamento nuevamente.

2. Si, por el contrario, el edificio debe ser demolido debido a daños estructurales causados por un evento cubierto en la póliza, la aseguradora pagará hasta el importe convenido, que la mayoría de las veces será equivalente al valor de reconstrucción de la unidad asegurada. Sin embargo, esto no será suficiente para adquirir una nueva vivienda con características similares, considerando las diferencias entre el ‘valor de mercado’ de una propiedad y su ‘valor de construcción’ en el momento del siniestro. Los propietarios que no estén asegurados perderán completamente su unidad de apartamento, teniendo que incurrir, al igual que los demás, en los aportes extraordinarios necesarios para la demolición del edificio y la remoción de escombros. La erosión del patrimonio de cada dueño de unidad de apartamento se agravaría con la necesidad de buscar alojamiento temporal, o definitivo en caso de que no existan los acuerdos ni los recursos para reconstruir el edificio destruido.
3. Las pólizas de seguros se suscriben mayormente a “valor de reposición” o valor de reconstrucción en el caso de las edificaciones. Si el propietario de un apartamento contrata su seguro por el valor que exige la póliza, al ocurrir el siniestro recibirá su indemnización según las condiciones de su seguro que reflejan esa valoración. Sin embargo, la póliza de seguro requiere que el valor asegurado se actualice constantemente para que se mantenga reflejando su valor de reconstrucción o reposición. Si la suma asegurada no es actualizada, y esto es muy común que suceda, especialmente con las pólizas que sirven de garantía a los préstamos hipotecarios², el asegurado solo será indemnizado por una proporción equivalente al porcentaje asegurado del valor de reconstrucción o reposición.

Posibles consecuencias ante la ocurrencia de un desastre natural mayor

En el contexto de lo planteado, con los niveles actuales de aseguramiento, los efectos de un terremoto de gran magnitud podrían significar terribles consecuencias para la República Dominicana, entre las cuales resaltamos las siguientes:

2. Cuando hablamos de los apartamentos y viviendas asegurados, debemos tomar en cuenta que la mayoría de éstos están asegurados mediante programas gestionados por la banca diseñados para cubrir los bienes en garantía bajo los préstamos hipotecarios.

1. **Consecuencias económicas³.** Considerando los dos tipos fundamentales de viviendas, que son las unidades independientes y las que conforman un edificio de apartamentos, en ambos casos, cada propietario sufriría la carga total de los daños correspondientes. Sin embargo, en el modelo de condominio, con cada vez mayor prevalencia en el país, las posibilidades de reparación o reconstrucción estarían condicionadas a la voluntad comunitaria y a la disponibilidad de recursos de cada uno de los condómines para reestablecer la calidad de vida en el edificio de apartamentos, incluyendo las unidades particulares de vivienda y las áreas comunes.
2. **Consecuencias sociales.** Después de una catástrofe importante a nivel nacional será inevitable el desplazamiento de miles de personas por la destrucción de sus viviendas y/o imposibilidad de acceso a las mismas. Como consecuencia, se crea la necesidad súbita de alojamiento temporal con todo lo que ello conlleva en cuanto a espacios apropiados, así como recursos sanitarios y de alimentación. Todo ello es ineludible y, por ende, requiere de la debida inclusión en los planes de emergencia y en los presupuestos de contingencia destinados para estos fines. La falta de todo ello pone en riesgo al Estado que tendrá que proveer soluciones sin contar con los recursos oportunos necesarios para hacer frente a las múltiples obligaciones que se les presentarán.
3. **Viviendas de alquiler.** La mayoría de las personas habitan viviendas alquiladas; y los propietarios de éstas, por lo general, no las tienen aseguradas. Esto nos lleva a la misma problemática de falta de recursos para reponer o reparar daños y reubicar de manera indefinida a toda la población afectada. Siendo mayoría los alquilados, y, estando desprovistos de protección los inmuebles que ocupan, con el potencial de destrucción que nos presentan las catástrofes naturales a las que estamos expuestos, tenemos a riesgo la importante oferta misma de vivienda de alquiler.

Este último dato es especialmente importante en zonas turísticas donde también la mayoría de los empleados de hoteles y restaurantes, y, de los servicios que soportan estas operaciones, viven alquilados en unidades de apartamentos o viviendas independientes que, en su mayoría, no están

3. Aquellos que no tienen seguro para sus apartamentos, tendrán que, además de la pérdida de su vivienda, buscar los recursos para pagar la proporción que le corresponda del monto de remoción de los escombros, el cual es, como es bien sabido, muy oneroso en nuestra República Dominicana.

aseguradas. Además de las consecuencias económicas y sociales que ello representa, está el efecto negativo colateral en los servicios y operaciones de los mencionados sectores que dependen de estas personas.

Posibles soluciones

Las soluciones que proponemos para el problema planteado son:

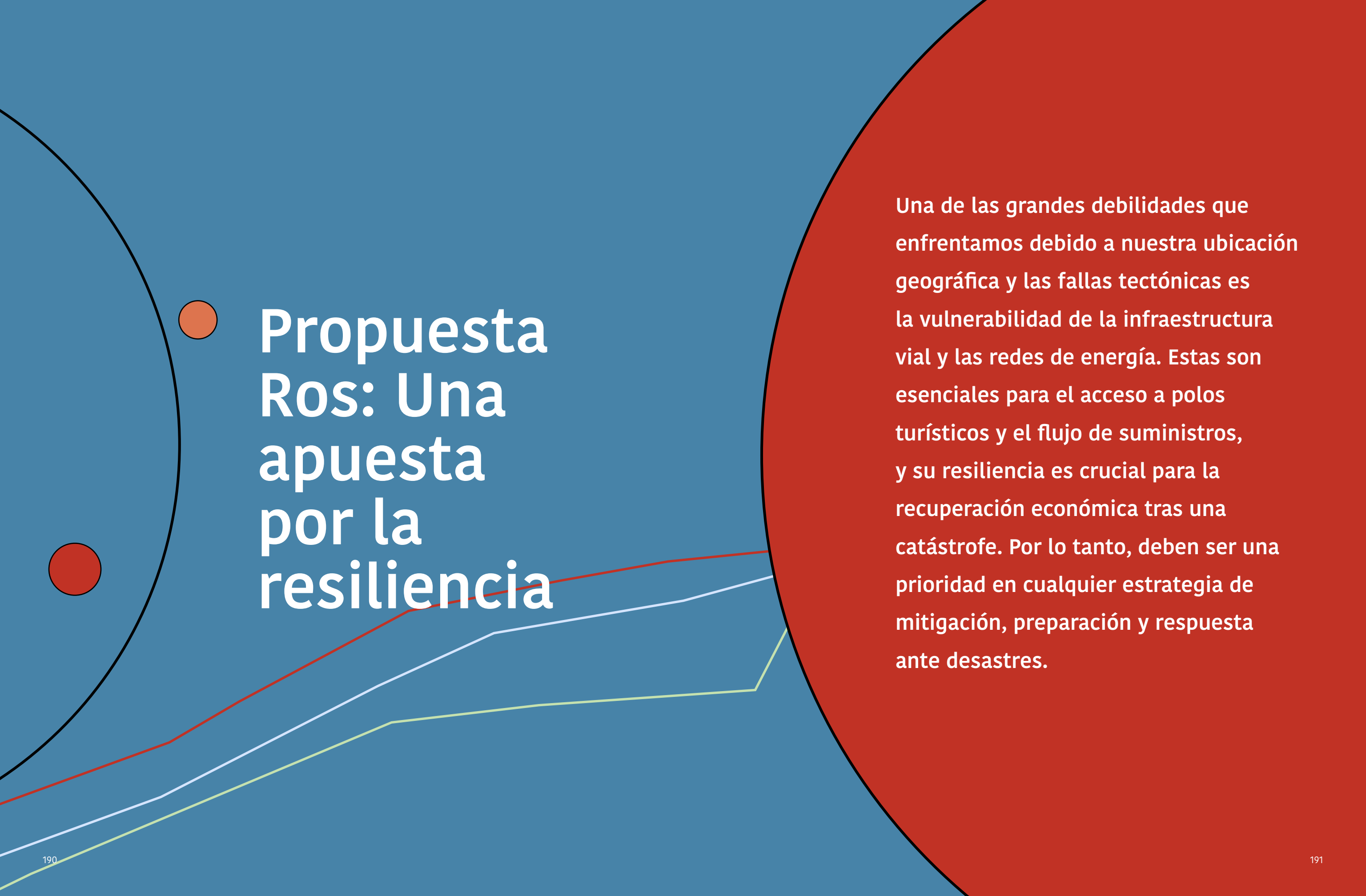
1. Fomentar y facilitar a la población general los seguros de terremoto y otras catástrofes naturales, considerando además sistemas alternos de transferencia del riesgo. Hacer esfuerzo conjunto de concientización entre el gobierno, las compañías de seguros, la banca, los intermediarios y los propietarios y administradores de viviendas, para implementar las soluciones idóneas masivas que permitan la debida dispersión del riesgo y el acceso a las coberturas necesarias. Los gobiernos pueden jugar un papel crucial promoviendo el seguro a través de subsidios, incentivos fiscales o programas educativos. La implementación de políticas públicas que fomenten el aseguramiento de viviendas puede ser un catalizador para el cambio.
2. Establecer normativas que obliguen a asegurar las propiedades según segmentos de vulnerabilidad establecidos de acuerdo con las zonas de alto riesgo y tipo de construcción, entre otros factores.
3. Establecer subsidios y facilidades de financiamiento para las primas de seguro para viviendas de bajo costo y en edificios de apartamento de los estratos sociales más bajos.
4. Eliminar el Impuesto Selectivo al Consumo a los seguros para viviendas de bajo costo y a aquellas con préstamos hipotecarios.
5. Crear un producto de seguros destinado a cubrir solamente los daños y pérdidas por terremotos e incendio a consecuencia de estos eventos, incluyendo los costos de remoción y demolición de escombros. Este producto debe también poder comercializarse para amparar las áreas comunes y de servicio que sean necesarias para que un edificio de apartamentos pueda recuperar con mayor celeridad la calidad de vida de su comunidad de propietarios. Las compañías de seguros podrían desarrollar productos específicos que se adapten mejor a las necesidades y posibilidades económicas de las personas en la región.
6. Crear un formato de póliza especial para amparar las viviendas con préstamos hipotecarios, donde, entre otras cosas, se establezca claramente lo

siguiente: a) el valor por el cual debe ser asegurada la vivienda que sirve de garantía del préstamo; b) la base sobre la cual se pagaría cualquier indemnización al propietario y a la Institución Financiera; c) la indexación obligatoria del valor asegurado; d) la inhabilitación de la vivienda como causa de pérdida total; e) la inclusión de la cobertura de remoción y demolición de escombros como una suma separada de la edificación.

Conclusiones

En conclusión, es imperativo abordar el tema de la falta de aseguramiento de las viviendas en la República Dominicana, con especial atención en las viviendas de apartamentos que representan el principal problema desde el punto de vista de su reparación o reconstrucción en caso de una catástrofe natural u otro peligro. La práctica local de no asegurar de manera integral los edificios de apartamentos, por ejemplo, es, igualmente, uno de los comportamientos comunes que nos conviene solucionar. Son muchas las interrogantes que pudiera generar esta realidad, pero, fundamentalmente, la idea es tener muy claro con cuáles recursos contaremos cuando ocurra el desastre y tengamos que buscar albergue indefinido, auxilio sanitario y alimentación a miles de familias desamparadas quienes, además, queden descapitalizadas o imposibilitadas de financiar una nueva vivienda para poder recuperar la calidad de vida que tenían antes de perderlo todo. Abordar estos factores es crucial para mejorar la seguridad y la resiliencia de las viviendas en el país.





Propuesta Ros: Una apuesta por la resiliencia

Una de las grandes debilidades que enfrentamos debido a nuestra ubicación geográfica y las fallas tectónicas es la vulnerabilidad de la infraestructura vial y las redes de energía. Estas son esenciales para el acceso a polos turísticos y el flujo de suministros, y su resiliencia es crucial para la recuperación económica tras una catástrofe. Por lo tanto, deben ser una prioridad en cualquier estrategia de mitigación, preparación y respuesta ante desastres.



Conclusiones

Después de ver todas las referencias geológicas, climatológicas e históricas correspondientes al alto grado de exposición y vulnerabilidad de la República Dominicana a los riesgos de la naturaleza, y de conocer los bajos niveles que ostentamos de preparación para el desastre, no queda espacio para dudas sobre la inminente necesidad de emprender las debidas acciones. Esto nos lleva a la primera batalla de nadar “contra la corriente” con respecto a la cultura de seguros que nos identifica. Resolviendo esto, eludiríamos la falsa ilusión de que nada nunca va a pasar y que, si fuera a ocurrir, buscaríamos cómo resolver, avocándonos a una gestión responsable en cuanto a la medición de nuestra tolerancia al riesgo y apetito correspondiente, creando así las estructuras legales, financieras y procedimentales necesarias para contar, cuando más lo necesitemos, con los niveles de respuesta para financiar las pérdidas potenciales y emprender una pronta recuperación de la “normalidad” productiva, estructural y existencial.

Como se ha hecho evidente en este trabajo, y con la intención de que el aporte nuestro sirva también de modelo para otros renglones y sectores, las prioridades en las que hemos enfocado esfuerzo son las de infraestructura vial, la distribución eléctrica y la vivienda. En cuanto a la infraestructura vial a nivel nacional, sólo en los últimos 10 años el país ha invertido más de US\$1,500 Millones, valores que en caso de destrucción por un evento catastrófico pondría al país en riesgo de retroceso y/o estancamiento debido al potencial bloqueo del transporte necesario para la entrega de productos y servicios, así como la movilidad de la fuerza laboral, del turismo y del ocio. En casos extremos, la magnitud de los daños físicos a carreteras, puentes y otras obras de infraestructura del estado, cuya reparación inminente requeriría de masivos aportes de capital, sumado a la merma circunstancial en la producción del sector privado y del turismo, pondrían al país de rodillas

por su incapacidad de enfrentar económicamente la suma de los fondos necesarios para reparar los daños correspondientes y su consecuente baja en los ingresos.

La red de distribución eléctrica nacional, por otro lado, es imprescindible para que los más de 6,000 MW instalados en la República Dominicana puedan ser debidamente transmitidos. Todas las torres, cables y subestaciones que la componen en todo el territorio nacional, propiedad del Estado y operadas por éste, carecen de protección alguna mediante programas de seguros o mecanismos alternos de financiamiento del riesgo, estando sensiblemente expuestas a daños por huracán, terremoto o tsunami, y un impacto sobre las mismas ocasionaría grandes interrupciones en el recurso eléctrico y, por ende, en los niveles de producción y de servicios, sin mencionar el efecto masivo en los hogares. En consecuencia, la preponderancia de la energía eléctrica en el funcionamiento del país y su fragilidad por la mencionada vulnerabilidad de las redes de transmisión, son motivo para que hayamos incluido este componente entre los elementos prioritarios a atender.

Por último, y no por ello menos importante, merece singular atención la falta de una estrategia para enfrentar la crisis de gran magnitud que produciría la destrucción de miles de viviendas, de manera súbita, durante una gran catástrofe. La población dominicana es el principal recurso que mueve al país y, por ende, no podemos escatimar en los niveles de protección mínimos necesarios. En el Censo Nacional de Población y Vivienda, 2022 se calcularon 10.7 Millones de habitantes ocupando 3.7 millones de viviendas, y de estos hogares sólo se estima que un 4% cuentan con algún tipo de seguro, lo que supone una desprotección económica total en un 96% de todas las unidades familiares en el país.

En el mundo de las posibilidades, todo puede pasar y hay que pensar siempre en el peor escenario como punto de partida para las estrategias de solución correspondientes. En el contexto de los tres ejes antes mencionados y abordados en este estudio, nuestro inventario de exposiciones incluye aproximadamente 5,500 Kms de líneas de transmisión eléctrica, otros 5,500 Kms de carreteras, sin contar caminos vecinales y otras vías, más una cantidad de puentes que supera las 1,000 unidades; pero, además, los dominicanos residimos en un total 3.7 Millones de viviendas, según el censo nacional realizado en el 2022. Todo ello es parte del progreso que hemos acumulado y que representa los

pilares de la futura evolución social, productiva y económica del país. Nuestro mayor error sería pensar que “nada va a pasar”, estando nuestra ubicación en la mera ruta de los peores huracanes, y durmiendo tranquilos sobre fallas tectónicas voraces.

En resumen, nuestras propuestas para atender cada una de las tres mencionadas áreas de riesgo, son las siguientes:

I. Infraestructura Vial. Para la infraestructura vial (carreteras, puentes, túneles, pasos a desnivel, distribuidores, etc.) recomendamos evaluar la contratación de un seguro de Obras Civiles Terminadas que cubriría los costos de reparación o de reconstrucción de estas estructuras si resultasen dañadas o destruidas, principalmente por la ocurrencia de un terremoto, huracán, tsunami o inundación. También podría contemplarse la contratación de un seguro paramétrico, que, en los últimos años, se ha venido considerando como un mecanismo de transferencia de riesgos apropiado y aceptado mundialmente para este tipo de exposición.

II. Líneas de Transmisión y Distribución (T&D). Para este tipo de bienes, es muy escasa la oferta de seguros tradicionales de Todo Riesgo como el de Obras Civiles Terminadas que citamos anteriormente. Por ello la contratación de un seguro paramétrico basado en la velocidad del viento, sería la solución más adecuada para cubrir las pérdidas de los cables y torres instalados para la transmisión y distribución de la electricidad en todo el territorio de la República Dominicana. Las subestaciones pertenecientes a las empresas distribuidoras de electricidad (EDEs) podrían asegurarse correctamente mediante una póliza tradicional de Todo Riesgo de Propiedades.

Concomitantemente a la evaluación de la contratación de los seguros antes expuestos para estos tipos de bienes, es necesario hacer una revisión exhaustiva de las actuales estructuras y procesos de respuesta al desastre y, además, pensar en la posible creación de los mecanismos legales necesarios y confiables que permitan una adecuada ejecución. En adición a esto, recomendamos revisar la ley 147-02 de Gestión de Riesgos para incorporar en ella o en sus reglamentos, los mecanismos de transferencia de riesgo que autorizaría el Estado para cubrir cada una de las exposiciones a pérdidas materiales de las diferentes estructuras públicas.

La República Dominicana cuenta con varias entidades para gestionar las situaciones derivadas de desastres naturales; sin embargo, su acción se

ve limitada a momentos de crisis y bajo circunstancias puramente reactivas. Basado en ello, también es necesario revisar esas importantes oportunidades de mejora con miras a elevar nuestra capacidad de respuesta ante catástrofes naturales.

Para financiar los mencionados y necesarios seguros, la propuesta es derivar su coste del Impuesto Selectivo al Consumo (ISC) de 16% que ya están pagando los asegurados en sus pólizas. No viene al caso comentar sobre el contrasentido que representa penalizar con un ISC un servicio financiero que mejor requiere de un incentivo para motivar la protección del patrimonio personal e institucional de los dominicanos, pero su existencia nos da la oportunidad de utilizar parte de ese oneroso impuesto para que el gobierno pueda adquirir las coberturas necesarias que amparen las vías públicas y líneas de transmisión, minimizando la obligación de acceder de manera reactiva a fondos públicos y nuevos financiamientos, reservando así dichos recursos para otros renglones no menos importantes como serían la salud, alimentación, entre otros elementos sociales y demográficos.

Para viabilizar esta propuesta se proponen, además, dos alternativas que se pueden implementar tanto de forma independiente como complementarias:

- a. Que sea promulgada una ley especial disponiendo un porcentaje de los ingresos recaudados por el Estado a partir del ISC (sector Seguros) para ser destinado al Fondo Nacional de Prevención y Mitigación (contenido en la Ley No. 147-02 de Gestión de Riesgos); y proponer en dicha ley que el fondo sea utilizado para la adquisición de los seguros ya mencionados con el objetivo de proteger los componentes de la infraestructura del Estado (vías públicas y líneas de transmisión eléctrica) que se hayan identificado; y/o
- b. Diseñar un mecanismo de mercado a partir del cual el Estado pueda adquirir los mencionados seguros que procurarían proteger su infraestructura utilizando las partidas del Presupuesto Nacional que hayan sido previstas para responder a los casos de desastres naturales y calamidades públicas.

III. Vivienda. El tercer renglón que hemos identificado donde el sector privado puede formar equipo con el Estado para contar con un mecanismo de respuesta al desastre, es en el ámbito de la vivienda, especialmente para los sectores más vulnerables y las clases menos pudientes de la sociedad. Para ello, recomendamos la creación de un fideicomiso filantrópico que funcione

como receptáculo de donaciones internacionales y de otros aportes, con el único fin de apoyar la reconstrucción y reparación de los daños materiales sufridos por dichos hogares causados únicamente por la ocurrencia de catástrofes naturales. Esto tiene varias implicaciones, a saber:

- a. Incorporación y gestión de la institución por parte del sector privado con un asiento en el Consejo para el sector público.
- b. Contar con un comité técnico para el diseño de las políticas de inversión y empleo de los fondos con un reglamento interno que establezca los mecanismos para la solución de empates, reglas flexibles de convocatoria para decisiones ágiles y mecanismos efectivos de suplencia.
- c. Permitir que tanto personas e instituciones locales y extranjeras puedan realizar aportes directos al Fideicomiso.
- d. Creación de una estructura que permita al fideicomiso beneficiarse de las ventajas fiscales de una asociación sin fines de lucro y, al mismo tiempo, confiera la confianza que éste debe generar.

Además de la solución mencionada mediante la creación del fideicomiso filantrópico para la vivienda de los sectores más vulnerables de la sociedad, debemos emplear los esfuerzos necesarios para que las personas vean el seguro como una necesidad y no como un gasto. La educación de la población sobre la importancia de asegurar sus viviendas contra terremotos es crucial para minimizar las pérdidas y daños que estos desastres naturales pueden ocasionar. Es imperativo que la industria aseguradora ofrezca productos más asequibles y accesibles destinados a cubrir no solo los daños directos causados por los terremotos, sino también los incendios que a menudo se derivan de estos eventos. Además, es necesario impulsar la legislación que modifique la Ley de Condominios para que se exija, como mínimo, la cobertura de las áreas comunes y los equipos esenciales para la habitabilidad de los edificios después de un siniestro.

La banca también puede colaborar significativamente en este propósito al asegurar el valor completo de las edificaciones con préstamos hipotecarios y comprometerse a la indexación del valor asegurado en el tiempo, manteniéndolos actualizados durante todo el período del préstamo. Asimismo, los bancos pueden servir como un mecanismo de concientización para sus clientes, promoviendo la necesidad de adquirir un seguro complementario al ofrecido por el banco, con el fin de asegurar el valor no financiado de su propiedad

mientras dure el préstamo. De esta manera, se garantizaría una recuperación más rápida y efectiva, protegiendo tanto a los propietarios individuales como a la comunidad en general.

Los modelos a seguir existen y las soluciones están planteadas; sólo nos queda el ejercicio de la voluntad conjunta, público y privada, para llevar a cabo las medidas necesarias que coloquen nuestra capacidad de resiliencia en un nivel mínimo apropiado y ajustado a las exposiciones reales que enfrentan la infraestructura vial, las redes de distribución eléctrica y las viviendas de la República Dominicana.

A continuación, el documento preparado por el equipo de abogados de OMG que resume las estructuras de inversión y las alternativas legales para la consecución de nuestra propuesta.





Estructuras de inversión y alternativas legales propuesta Ros

Leonel Melo

PRESIDENTE FUNDACIÓN OMG Y SU EQUIPO DE ABOGADOS

Tema I

Análisis de estructuras de inversión de desastres naturales



Preámbulo

Ante la alta exposición de la República Dominicana a fenómenos naturales, catástrofes y siniestros, se hace necesaria una estructura legal que sirva como un fondo de contingencia para recaudar y canalizar de forma ordenada a los sectores vulnerables que se identifiquen como damnificados.

Problemática

Los fenómenos naturales, catástrofes y siniestros que impactan la República Dominicana pueden afectar sectores vulnerables de la clase menos pudiente de la sociedad. En tal sentido, se evalúa la pertinencia de ofrecer una estructura constituida por el sector privado para que recaude y canalice los recursos en la reconstrucción y remodelación de daños materiales en caso de ocurrencia de fenómenos naturales, catástrofes y siniestros.

Introducción

El presente proyecto propone la estructura legal para recaudar y canalizar fondos de manera ordenada a los sectores que se identifiquen como damnificados en caso de un desastre natural.

1.1 RESUMEN DE LA PROPUESTA

- Se propone la incorporación de un fideicomiso filantrópico para recaudar y canalizar fondos de manera ordenada a los sectores que se identifiquen como damnificados en caso de un desastre natural. El fideicomiso será desarrollado con el capital privado y gestionado por entes privados, donde se le otorgará un asiento con voz al sector público. Los aportantes tanto locales como extranjeros podrán realizar los aportes directos al Fideicomiso.

- El fideicomitente del Fideicomiso será una asociación sin fines de lucro (en lo adelante, “ASFL”) conformada por los entes privados interesados en participar y los beneficiarios del mismo, las asociaciones sin fines de lucros independientes, en coordinación con los entes del Estados competentes en cada caso.
- Se propone la creación de un comité técnico para el diseño de las políticas de inversión y empleo de los fondos, con un reglamento interno que establezca: (i) mecanismos de solución de empates; (ii) reglas flexibles de convocatoria para decisiones ágiles; y, (ii) mecanismos efectivos de suplencia. Los miembros deben ser personas con conocimiento técnico y experiencia relevante.

1.2 OBJETIVO

- Presentar la estructura legal idónea para un fondo de contingencia de desastres naturales.

1.3 PREMISAS

- El proyecto se desarrollará con capital privado y será gestionado por entes privados.
- Se otorgará el equivalente a un asiento con voz, pero sin voto al sector público.
- La estructura estará diseñada para recaudar y llevar fondos de manera ordenada a los sectores que se identifiquen como damnificados en caso de un desastre natural.
- La estructura sólo manejará activos líquidos.

1.4 CONSIDERACIONES LEGALES: FIDEICOMISO DE ADMINISTRACIÓN

- El artículo 56 de la Ley 189-11 establece los fideicomisos culturales, filantrópicos y educativos, que son fideicomisos sin fines de lucro cuyo objeto es el mantenimiento y preservación de patrimonios culturales, tales como museos, o la promoción y fomento de la educación, o la ejecución

de labores filantrópicas de cualquier tipo, entre otros. Estos fideicomisos tienen el mismo tratamiento fiscal que las asociaciones sin fines de lucro, es decir una exención impositiva general.

- El artículo 287, literal i) del Código Tributario Dominicano (en lo adelante, “CTD”) establece que las donaciones “efectuadas a instituciones de bien público, que estén dedicadas a obras de bien social de naturaleza caritativa, religiosa, literaria, artística, educacional o científica” son admisibles como deducción al impuesto sobre la renta (en lo adelante, el “ISR”), hasta el 5% de su la renta neta imponible del ejercicio¹.
- El artículo 50 de la Ley 122-05 establece que las organizaciones sin fines de lucro, una vez cumplidos los requisitos legales para su constitución y sean autorizadas a operar en el país, gozarán de una exención general de todos los tributos, impuestos, tasas, contribuciones especiales, de carácter nacional o municipal, vigentes o futuros. Conforme el artículo 56 de la Ley 189-11, este tratamiento sería extensivo a un fideicomiso filantrópico.
- El artículo 20 de la Ley 25-69 establece que están exentas del impuesto las donaciones hechas a instituciones de caridad, beneficencia o de utilidad pública reconocidas por el Estado.

1.5 CONSIDERACIONES ESTRATÉGICAS

- Un fideicomiso filantrópico ofrece mayor nivel de credibilidad y permite tercerizar la gestión de los recursos. Sin embargo, tiene un costo (en la forma de la comisión por servicios fiduciarios).
- Es necesario diseñar un mecanismo que haga verdaderamente exigibles los aportes a quienes se comprometan a efectuarlos.
- El comité fiduciario del fideicomiso requerirá una estructura de gobernanza robusta, que le permita sesionar y deliberar rápidamente (incluyendo de forma remota); especialmente en casos de desastres naturales.
- Se recomienda tener aprobadas por el comité:

1. Luego del contribuyente efectuar la compensación de las pérdidas provenientes de ejercicios anteriores, cuando corresponda.

- a. Una política de inversión, que rijan el uso de fondos mientras no es necesario emplearlos, incluyendo los primeros gastos y su procedencia.
- b. Una política de empleo de fondos, que clasifique incluya al menos:
 - I. El mandato de la estructura, detallando la forma en que empleará los fondos. Esto puede ser para construcción de infraestructura nueva o reconstrucción/repación de infraestructura deteriorada.
 - II. Definiciones y clasificación de los siniestros, incluyendo la delimitación de cuáles están cubiertos y cuáles no; o bajo qué circunstancias.
 - III. Definición y clasificación de sectores económicos vulnerables, incluyendo la delimitación de cuales están cubiertos y cuáles no; o bajo qué circunstancias.
 - IV. Definición de las formas o canales a través de los cuales la estructura empleará los fondos en los escenarios previstos en la Política.
- Los fondos pueden canalizarse de dos (2) formas:
 - a. Cuando se destinen a donaciones a entes privados, la estructura podrá ejecutar donaciones en una forma fiscalmente eficiente.
 - b. Cuando se destinen a la reconstrucción de infraestructura pública, en coordinación con la entidad correspondiente. Para esto, la entidad gubernamental deberá organizar una licitación pública conforme la Ley 340-06 para contratar el ente privado que hará la reconstrucción. La estructura puede proveer el financiamiento (sea en forma de préstamo o donación) para esta licitación.
- En principio, la Ley 340-06 establece que aplica para procedimientos de compras o contrataciones ejecutados por entes públicos con fondos públicos; y que no aplica para acuerdos de préstamos o donaciones con entidades de derecho público internacional. Dado que la estructura no se trata de una entidad de derecho público, no podría aprovecharse de esta excepción. Sin embargo, nada impide que la estructura done los fondos para la reparación de infraestructura necesaria mientras que el ente correspondiente del Estado maneja el proceso de licitación.

- Cabe señalar que, en caso de declaratoria de estado de excepción, conforme el artículo 262 y siguientes de la Constitución, o en los casos establecidos en la Ley 340-06, podrían aplicarse procedimientos de excepción más expeditos que una licitación pública ordinaria.

1.6 ESTRUCTURA² - PRÓXIMOS PASOS

1. Incorporación de una ASFL que fungirá como fideicomitente.
2. Creación de un fideicomiso filantrópico, en conjunto con una fiduciaria.
3. Designación de un Comité Fiduciario, que apruebe las Políticas de Inversión y de Empleo de Fondos:
 - 3.1. Definición de beneficiario en caso de que se reciban los fondos.
 - 3.2. Selección de los integrantes del comité fiduciario.
4. Identificación de aportantes locales y extranjeros:
 - 4.1. Diseño de lista de posibles aportantes locales, especialmente grandes industrias privadas.
5. Identificación de ASFLs locales relacionadas con mitigación de desastres para el empleo de fondos (ante la ocurrencia de un siniestro) y ejecución de acuerdos de colaboración:
 - 5.1. Decisión sobre si la reconstrucción de viviendas será uno de los usos posibles de fondos. Esta actividad puede hacerse de forma completamente privada.

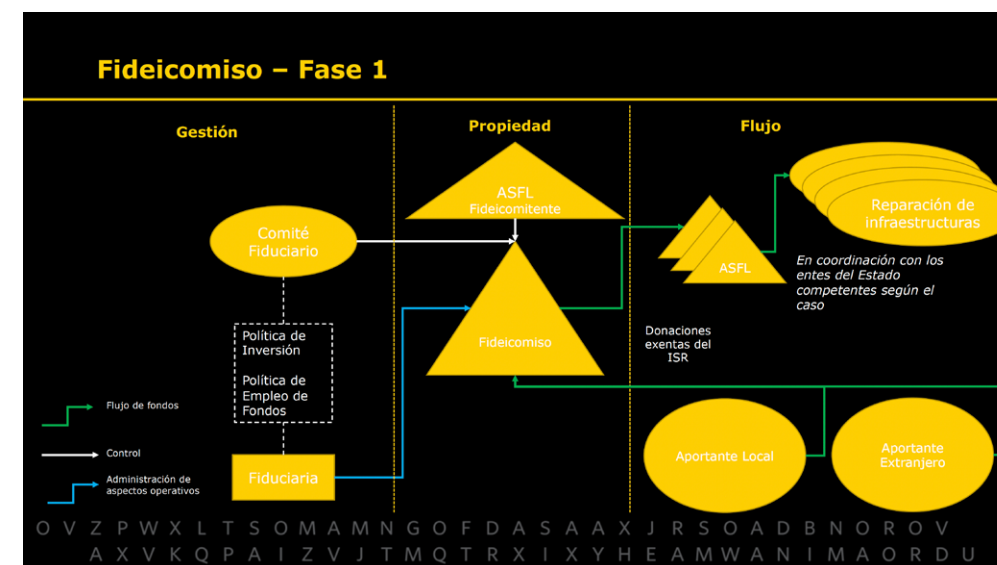
1.7 CONCLUSIONES

1. La estructura más óptima para la creación y operación del fondo es un fideicomiso filantrópico, dado que cuenta con todas las ventajas fiscales de una ASFL y permite aprovechar la confianza que genera una fiduciaria.
2. El comité técnico o fiduciario del fideicomiso debe tener una composición impar; con un reglamento interno que establezca:


2. Ver estructura propuesta en figura 1.

- I. Mecanismos de solución de empates, si hubiere;
 - II. Reglas flexibles de convocatoria de modo que pueda sesionar y decidir rápidamente (y de forma virtual) en caso de desastres naturales;
 - III. Mecanismos efectivos de suplencia.
- En adición a esto, el comité técnico o fiduciario del fideicomiso debe ser conformado por personas con conocimiento técnico y experiencia relevante, así como de buena reputación, para asegurar que el uso de fondos sea óptimo y percibido como tal. En este órgano, puede otorgarse asiento con voz, pero sin voto a un representante del o de los entes relevantes del Estado dominicano.

FIGURA 1
Fideicomiso
Fase 1.







Tema II

Alternativas legales para responder a daños a la infraestructura del estado causados por desastres naturales impuesto selectivo al consumo (en lo adelante, el “ISC”)

Preámbulo

Por su ubicación geográfica, la República Dominicana presenta una alta exposición a fenómenos naturales, catástrofes y siniestros. La ocurrencia de estos fenómenos tiene un alto impacto económico y social en el país. En tal sentido, el Estado necesita contar con mecanismos legales y/o políticas públicas que permitan responder adecuadamente a la ocurrencia de estos eventos y con los recursos financieros y que permitan viabilizar su ejecución.

Problemática

Los fenómenos naturales, catástrofes y siniestros que impactan la República Dominicana pueden afectar la infraestructura pública (principalmente puentes, carreteras y redes de distribución eléctrica). De estos fenómenos resultan daños cuya reposición puede implicar inversiones cuantiosas para el Estado que no puede preverse anticipadamente con exactitud. En tal sentido, se evalúa la pertinencia de ofrecer un mecanismo de respuesta novedoso que permita subsanar los daños a la infraestructura pública en caso de ocurrencia de fenómenos naturales, catástrofes y siniestros.

Para ello, se contempla la creación de un fondo de contingencia a partir de los ingresos provenientes del Impuesto Selectivo al Consumo (ISC) que grava las pólizas de seguros, con la finalidad de que este se destine a la adquisición de seguros especiales para cubrir la infraestructura del Estado

Dominicano sin que el Estado tenga que destinar directamente sus recursos a estos fines.

Introducción

El presente proyecto se propone el diseño de mecanismos legales efectivos como herramientas estratégicas para responder a los riesgos que enfrenta el Estado por los daños que puedan derivar de desastres naturales, catástrofes o siniestros sin que el Estado tenga que destinar directamente sus recursos a estos fines.

El Estado dispone de diversos mecanismos establecidos en la legislación que permiten dar respuesta a los daños derivados de desastres naturales, catástrofes o siniestros, como son: i) La Ley 147-02 de gestión de riesgos y su reglamento de aplicación y ii) La asignación de fondos en el Presupuesto General del Estado para responder a estos daños.

La Ley 147-02 de gestión de riesgos crea una política de gestión de riesgos que procura evitar o reducir las pérdidas de vidas y los daños que puedan ocurrir sobre los bienes públicos, materiales y ambientales de los ciudadanos, como consecuencia de los riesgos existentes y desastres de origen natural o causados por el hombre que se puedan presentar en el territorio nacional. A su vez, esta regulación crea un Fondo Nacional de Prevención, Mitigación y respuesta ante desastres con autonomía administrativa, técnica y financiera, con el objetivo de captar y administrar asignaciones del presupuesto nacional, contribuciones y aportes financieros efectuados a cualquier título para tomar medidas de reducción de riesgos, para prestar a la población asistencia y rehabilitación cuando se produzcan desastres y para la rehabilitación de los servicios vitales post-desastres (en particular la reconstrucción y recuperación de la infraestructura de energía; agua potable y saneamiento; transporte y comunicaciones). Sin embargo, a la fecha del presente análisis este fondo no ha sido efectivamente implementado.

2.1 RESUMEN DE LA PROPUESTA

- Se propone una opción estratégica de crear un fondo de contingencia a partir de los fondos provenientes del ISC que grava las pólizas de seguro, con la finalidad de que este sirva y se destine a la adquisición de seguros especiales para cubrir la infraestructura del Estado Dominicano, con

relación a daños que puedan derivar de desastres naturales, catástrofes o siniestros. Por igual, garantizar un mecanismo efectivo para responder a los riesgos que enfrenta el Estado por los daños que puedan derivar de desastres naturales, catástrofes o siniestros sin que el Estado tenga que destinar directamente sus recursos a estos fines y permitir que el sector seguros pueda derivar valor del ISC, al tiempo que coloca nuevos productos en el mercado.

- A estos fines se concluye en 2 alternativas viables:
 1. Procurar la promulgación de una ley especial que disponga que un porcentaje de los ingresos recaudados por el Estado a partir del ISC (del sector seguro) sean destinados al Fondo Nacional de Prevención y Mitigación (modificación de la Ley No. 147-02 de Gestión de Riesgos); y, proponer en dicha ley que el fondo sea utilizado para la adquisición de los seguros especiales con el objetivo de proteger la infraestructura del Estado; y
 2. Diseñar un mecanismo de mercado, a partir del cual el Estado podría adquirir los seguros especiales que procuran proteger la infraestructura del Estado utilizando las partidas del Presupuesto Nacional que han sido previstas para responder a los casos de desastres naturales y calamidades públicas. Cabe destacar que las alternativas propuestas no son excluyentes.

2.2 OBJETIVOS

- Procurar el diseño de mecanismos legales efectivos como herramientas estratégicas para responder a los riesgos que enfrenta el Estado por los daños que puedan derivar de desastres naturales, catástrofes o siniestros sin que el Estado tenga que destinar directamente sus recursos a estos fines;
- Incentivar que el sector seguro pueda derivar valor del ISC, al tiempo que coloca nuevo(s) producto(s) en el mercado.

2.3 CONSIDERACIONES GENERALES

- Le corresponde al Congreso Nacional establecer los impuestos, tributos o contribuciones generales y determinar el modo de su recaudación e inversión (artículo 93 de la Constitución);

- La ley orgánica de presupuesto para el sector público, la Ley 423-06 establece que no puede destinarse el producido, total o en parte, de cualquier concepto de ingreso para atender el pago de un determinado gasto, con excepción de provenientes de operaciones de crédito público, los originados por donaciones, herencias o legados a favor del Estado y los establecidos por leyes especiales (artículo 23);
- El Estado dispone de diversos mecanismos para dar respuesta a los daños derivados de desastres naturales, catástrofes o siniestros, como son: i) La Ley 147-02 de gestión de riesgos y su reglamento de aplicación y ii) La asignación de fondos en el Presupuesto General del Estado para responder a estos daños.
- En lo concerniente a la Ley 147-02 de gestión de riesgos, la misma crea una política de gestión de riesgos que procura evitar o reducir las pérdidas de vidas y los daños que puedan ocurrir sobre los bienes públicos, materiales y ambientales de los ciudadanos, como consecuencia de los riesgos existentes y desastres de origen natural o causados por el hombre que se puedan presentar en el territorio nacional.
- A su vez, esta regulación crea un fondo nacional de prevención, mitigación y respuesta ante desastres con autonomía administrativa, técnica y financiera, con el objetivo de captar y administrar asignaciones del presupuesto nacional, contribuciones y aportes financieros efectuados a cualquier título para tomar medidas de reducción de riesgos, para prestar a la población asistencia y rehabilitación cuando se produzcan desastres y para la rehabilitación de los servicios vitales post-desastres (en particular la reconstrucción y recuperación de la infraestructura de energía; agua potable y saneamiento; transporte y comunicaciones).
- A partir de la legislación analizada entendemos que los objetivos de este fondo pueden llegar a coincidir con el propósito de la propuesta de adquisición de seguros especiales por parte del Estado, en procura de garantizar la restauración de infraestructura pública ante el impacto de desastres naturales. No obstante, actualmente este fondo no es efectivamente implementado.
- Hemos considerado que estos mecanismos pueden coexistir con la creación

de un fondo de contingencia como el que se propone crear o que se pueden redireccionar los ingresos del Estado provenientes del ISC al fondo nacional de prevención, mitigación y respuesta ante desastres (creado mediante la Ley 147-02 sobre gestión de riesgos) para la adquisición de seguros especiales para asegurar la infraestructura del Estado.

2.4 ALTERNATIVAS PROPUESTAS

Se concluye que pueden existir dos (2) alternativas viables compatibles con el marco legal vigente para responder a la problemática planteada.

A. CREACIÓN DE UNA LEY ESPECIAL	B. MECANISMO DE MERCADO
Creación de una ley especial que modifique la Ley No. 147-02 de Gestión de Riesgos disponiendo que un porcentaje de los ingresos recaudados por el Estado a partir del ISC específico del sector seguro sean destinados al Fondo Nacional de Prevención y Mitigación. Dicha propuesta legislativa incluiría que el fondo sea utilizado para la adquisición de los seguros especiales con el objetivo de proteger la infraestructura del Estado. ¹	Adquisición, por parte del Estado, de seguros especiales destinados a proteger la infraestructura pública utilizando las partidas del Presupuesto Nacional General del Estado que han sido previstas para responder a los casos de desastres naturales y calamidades públicas.

Conclusiones y recomendaciones preliminares

- Bajo cualquiera de las alternativas propuestas, el Estado tendrá una opción o mecanismo para responder directamente a los daños que puedan afectar la infraestructura pública (i.e., puentes, carreteras y vías de acceso) en caso de ocurrencia de desastre naturales, en la medida en que contaría con la cobertura de los seguros especiales propuestos. Lo anterior implica transferir el riesgo inherente a estos daños del Estado a las compañías de seguros.
- Se precisa que las soluciones propuestas son compatibles con el marco legal existente de conformidad con la Ley 147-02 de Gestión de Riesgos

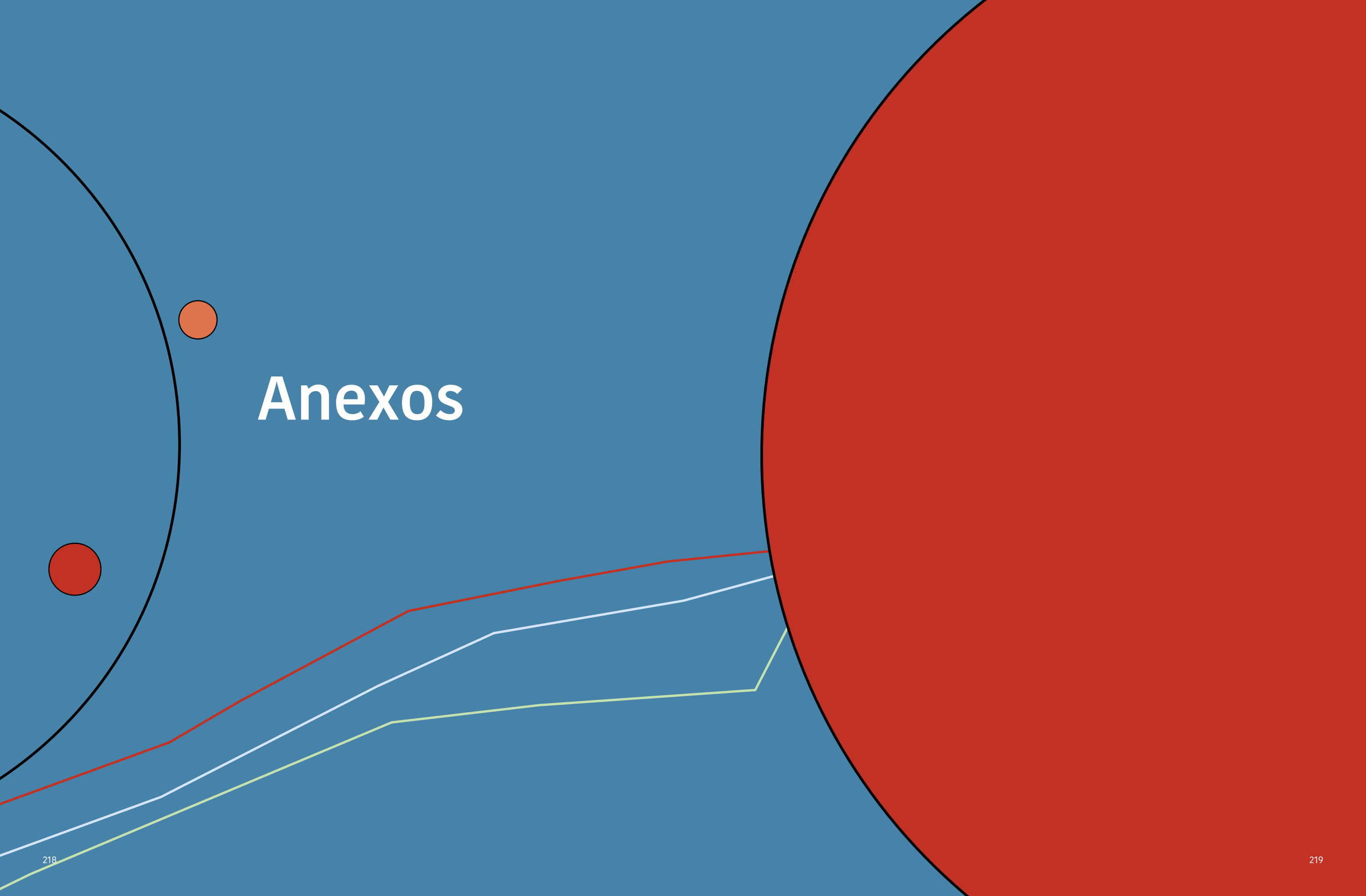
1. Para implementar esta solución se requiere necesariamente una legislación en virtud de que La ley orgánica de presupuesto para el sector público Núm. 423-06 establece que no puede destinarse el producido, total o en parte, de cualquier concepto de ingreso para atender el pago de un determinado gasto, con excepción de provenientes de operaciones de crédito público, los originados por donaciones, herencias o legados a favor del Estado y los establecidos por leyes especiales (artículo 23).

y con los objetivos del Fondo Nacional de Prevención, Mitigación y Respuesta ante Desastre;

- Ambas alternativas permiten posicionar seguros especiales para la protección de la infraestructura pública;
- En el caso de la alternativa A se garantiza mayor permanencia de la solución en el tiempo;
- En el caso de la alternativa B su implementación puede resultar más rápida y presentar menos trabas o retos burocráticos;
- Las alternativas propuestas no son excluyentes, por lo que vemos que podrá considerarse la implementación de la alternativa B, mientras se agota el proceso legislativo que ameritaría la alternativa A; y,
- En otro orden, de cara a organismos internacionales, también podrá explorarse la propuesta estratégica de estos seguros especiales, como alternativa o instrumento legal para la canalización de donaciones a favor del Estado Dominicano en casos de daños como los antes comentados.



Anexos





en
exo
xi

República Dominicana perfil nacional de riesgo huracanes y sismos

Rafael Van der Borgh,
ESPECIALISTA DE LA GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES,
BANCO MUNDIAL

REPÚBLICA DOMINICANA PERFIL NACIONAL DE RIESGO Huracanes y Sismos

¿Qué es un perfil nacional del riesgo de desastres?

Es una estimación de las potenciales pérdidas económicas por afectación a los bienes inmuebles causadas por eventos naturales adversos de gran magnitud.

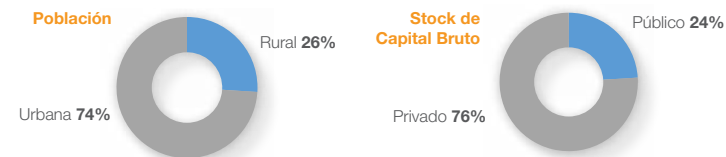
Perfil nacional del riesgo de desastres

Aplicaciones

- ▶ Informar acciones de protección financiera ante desastres
- ▶ Establecer líneas base a nivel sectorial
- ▶ Evaluar el impacto fiscal y económico de los desastres
- ▶ Promover y guiar la reducción del riesgo

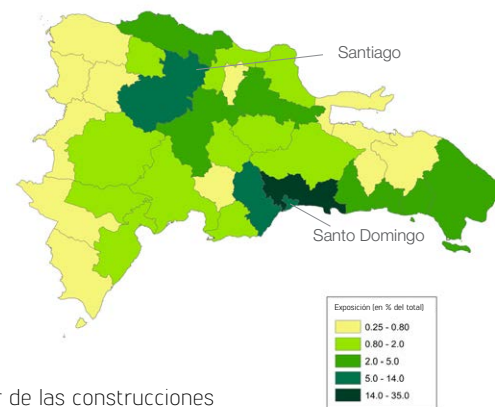
País En-Un-Vistazo

PIB USS | Población | Total de bienes inmuebles expuestos USS
71.6 billones (2016) | 10.6 millones (2016) | 153.1 billones (valor de reposición)



¿Dónde se concentran los bienes expuestos al riesgo de desastres?

Los bienes que están expuestos al riesgo de desastres constituyen la capa de **Exposición**. Los bienes económicos que forman la exposición son los edificios residenciales y no residenciales en zonas urbanas, rurales y la capital del país.



El mapa presenta el valor de las construcciones residenciales y no-residenciales que están expuestas, en cada provincia.



Panorama

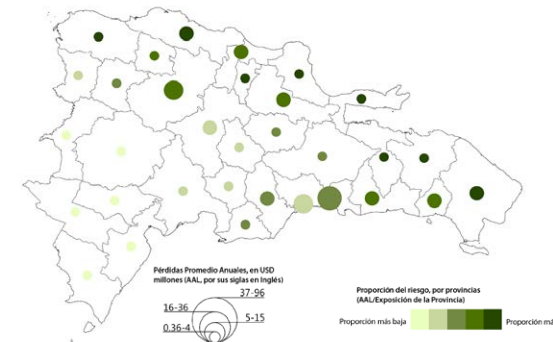
▶ Las potenciales pérdidas **por viento huracanado** serían más significativas que las pérdidas por sismos para períodos de retorno bajos. Las potenciales pérdidas para períodos de retornos altos son de un nivel similar por viento huracanado y sismos.

▶ Las pérdidas anuales promedio (AAL por sus siglas en inglés) por **viento huracanado** se elevan a **US\$ 345M** (que representa **0.48% del PIB**), y por **sismos** a **US\$ 297M** (**0.41% del PIB**).

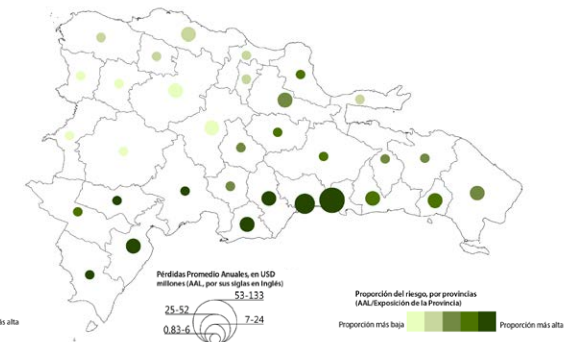
▶ La pérdida máxima probable por **viento huracanado** (en un período de retorno de 250 años) sería de al menos **US\$ 11,482M** (16.0% del PIB), y por **sismos** de al menos **US\$ 11,112M** (**15.5% del PIB**).

Dos representaciones del riesgo por sismo y por huracán

Riesgo por Sismo



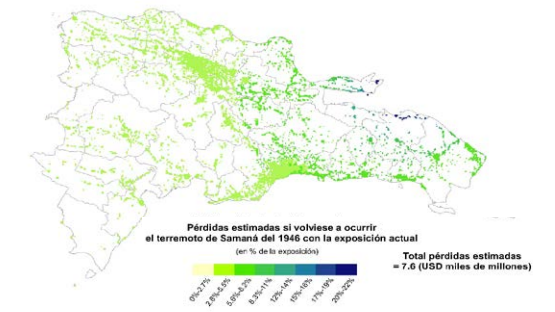
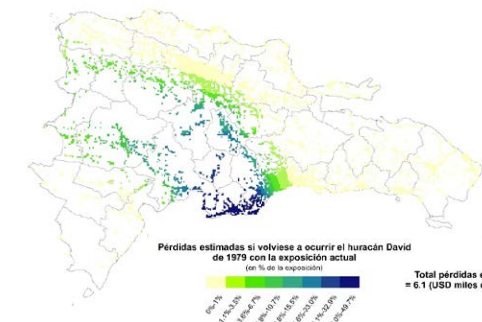
Riesgo por Viento Huracanado



Riesgo absoluto: Mientras más grande el círculo, mayores las pérdidas promedio anuales (AAL por sus siglas en inglés) que la provincia podría incurrir a largo plazo.

Riesgo relativo: Mientras más oscuro el color, más grande la proporción de AAL en comparación a la exposición de la provincia. Para riesgo sísmico, el punto más oscuro es la provincia de Samaná que tiene una mayor proporción de estructuras vulnerables debido a los tipos de construcción y/o una mayor intensidad potencial de terremotos. Para riesgo por viento huracanado, el punto más oscuro es la provincia de Pedernales que tiene una mayor proporción de estructuras vulnerables debido a los tipos de construcción y/o una mayor intensidad potencial de huracanes.

¿Cuáles serían las pérdidas hoy si volviera a ocurrir un evento histórico?



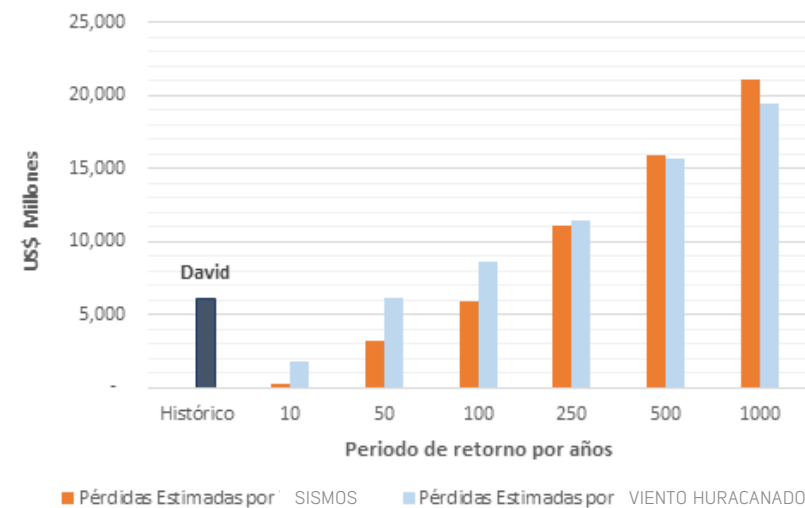
En 1979, la República Dominicana fue afectada por el Huracán David. Si este huracán ocurriera hoy, provocaría pérdidas de más de US\$ 6.1 mil millones.

Si el sismo de magnitud 8.0 en la escala de Richter que se registró en la península de Samaná en 1946 ocurriera hoy, provocaría pérdidas de US\$ 7.6 mil millones.

Nombre del evento	Año del Evento	Pérdidas estimadas con la exposición actual (USD miles de millones)	Pérdida (en % de la Exposición)	Pérdida (en % de PIB, 2016)
Terremoto de Santiago	1562	11.6	7.50%	16.2%
Terremoto Azua	1751	11.1	7.20%	15.5%
Huracán San Zenón	1930	14.9	9.70%	20.8%
Terremoto de Samaná	1946	7.6	4.90%	10.6%
Huracán David	1979	6.1	4.00%	8.5%
Georges	1998	2.7	1.8%	3.8%

¿Cuáles podrían ser las potenciales pérdidas por desastres?

El gráfico y la tabla muestran las pérdidas potenciales estimadas en República Dominicana que podrían ser causadas por sismos y/o vientos huracanados durante un periodo de retorno determinado: Para un periodo de retorno dado, la probabilidad de alcanzar el nivel de pérdida indicado es igual o superior a una. La probabilidad anual de excedencia es calculada como el inverso del periodo de retorno



Periodo de retorno	Probab. Anual de Excedencia	Sismos		Huracanes	
		Pérdida en USD M	Pérdida (en % del PIB, 2016)	Pérdida en USD M	Pérdida (en % del PIB, 2016)
50	2.00%	3,176	4.4%	6,124	8.5%
100	1.00%	5,960	8.3%	8,573	12.0%
250	0.40%	11,112	15.5%	11,482	16.0%
500	0.20%	15,867	22.2%	15,616	21.8%
1000	0.10%	21,079	29.4%	19,443	27.2%
Pérdida Promedio Anual (AAL)		297	0.4%	345	0.5%

Estas estimaciones representan el primer paso hacia la cuantificación de los pasivos contingentes asociado a desastres. Estas pérdidas incluyen solamente las pérdidas directas a la exposición del país medida en términos de bienes inmuebles. Los siguientes pasos incluyen determinar el impacto de estas pérdidas nacionales en términos fiscales y presupuestarios para el Gobierno. Esto permitiría tener elementos para comenzar a tomar acciones concretas para el manejo de los pasivos contingentes asociados a desastres.

Glosario

La Pérdida Promedio Anual (AAL por sus siglas en inglés) es una estimación de las potenciales pérdidas incurridas cada año y corresponde al promedio de todas las pérdidas incurridas en el muy largo plazo.

La Pérdida Máxima Probable (PML por sus siglas en inglés) es una estimación del nivel de pérdidas potenciales que es susceptible de ser alcanzado en caso de que ocurra un evento o una serie de eventos con cierta probabilidad. Por ejemplo, la PML correspondiente a un periodo de retorno de 100 años es la pérdida estimada causada por un evento que ocurre cada 100 años en promedio (lo cual significa que tiene un 1% de probabilidad de ocurrencia por año).

Las Curvas de Excedencia de Probabilidades (Curva EP) informan sobre la probabilidad de alcanzar y superar un nivel dado de pérdidas. Se puede leer de dos maneras: si se parte del nivel de pérdida, la curva EP permite determinar la probabilidad de que se alcance (o supere) este nivel de pérdidas; Por otro lado, partiendo del nivel de probabilidad, la Curva EP permite determinar el nivel de pérdidas que corresponde a esa probabilidad.

© 2018 Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial

1818 H Street NW, Washington DC 20433
Teléfono: 202-473-1000; Sitio web: www.worldbank.com.

Reservados algunos derechos.

Esta obra ha sido realizada por el personal del Banco Mundial con contribuciones externas. Las opiniones, interpretaciones y conclusiones aquí expresadas no son necesariamente reflejo de la opinión del Banco Mundial, de su Directorio Ejecutivo ni de los países representados por este. El Banco Mundial no garantiza la exactitud de los datos que figuran en esta publicación. Las fronteras, los colores, las denominaciones y demás datos que aparecen en los mapas de este documento no implican juicio alguno, por parte del Banco Mundial, sobre la condición jurídica de ninguno de los territorios, ni la aprobación o aceptación de tales fronteras.

Derechos y autorizaciones

El material contenido en este trabajo está registrado como propiedad intelectual. El Banco Mundial alienta la difusión de sus conocimientos y autoriza la reproducción total o parcial de este informe para fines no comerciales en tanto se cite la fuente. Cualquier consulta sobre derechos y licencias, incluidos los derechos subsidiarios, deberá dirigirse a la siguiente dirección: World Bank Publications, The World Bank Group, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, EE. UU.; fax: 202-522-2625; correo electrónico: pubrights@worldbank.org.

Para obtener más información, visite: collaboration.worldbank.org/groups/cdrp



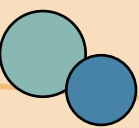


arxoxo

Uso de seguros paramétricos: Ejemplo de México

Dr. Eduardo Reinoso Angulo

DE LA FIRMA ERN



Uso de seguros paramétricos: Ejemplo de México

Introducción

Gran parte del territorio mexicano sufre de una alta incidencia sísmica y las coberturas tradicionales de riesgos catastróficos pueden tener algunas limitantes, por lo que en los últimos años se ha buscado complementar o cubrir las brechas que tienen las coberturas de terremoto y erupción volcánica vigentes. Este documento se elaboró con el propósito de apoyar a los tomadores de decisiones para disponer de más y mejores herramientas para la gestión adecuada de los riesgos a los que está expuesta la población y los bienes del Estado, a través de mecanismos de transferencia de riesgos, como lo son los seguros tradicionales y no tradicionales, como los seguros paramétricos. Los seguros paramétricos tienen un papel importante que jugar, ya que son seguros que ofrecen una cobertura ante estos riesgos catastróficos, con la ventaja de que el pago de estos seguros se basa en la intensidad del evento (por ejemplo, la magnitud del terremoto) o en el monto de la pérdida ocasionada por el evento, calculada por un modelo predeterminado. La cobertura de los seguros paramétricos puede ser proporcionada a través de un contrato de seguro o reaseguro, así como mediante la emisión de un bono catastrófico. Los seguros paramétricos son conceptos nuevos en muchos países, y son poco conocidos en la sociedad civil, por no hablar de las comunidades vulnerables.

Tipos de seguros paramétricos

A continuación, se presentan los tipos de seguros paramétricos más comunes: **Paramétrico simple:** entre este tipo de seguros se encuentran los conocidos como “cat-in-a-box” que, aunque son sencillos para la operación y entendimiento, pueden presentar una baja correlación con las pérdidas reales. En la siguiente figura se muestra un ejemplo de un instrumento paramétrico simple que corresponde a una versión del bono catastrófico del año 2006 de terremoto para México.

En el caso del bono catastrófico de terremoto para México, se establecieron tres zonas (A, B y C) y en cada una de estas se definieron límites tanto de magnitud como de profundidad para los eventos detonadores. El requisito para el pago en este tipo de instrumentos consiste básicamente en que el epicentro del terremoto esté localizado dentro de una de las tres zonas y que se cumplan los requisitos de magnitud y profundidad.

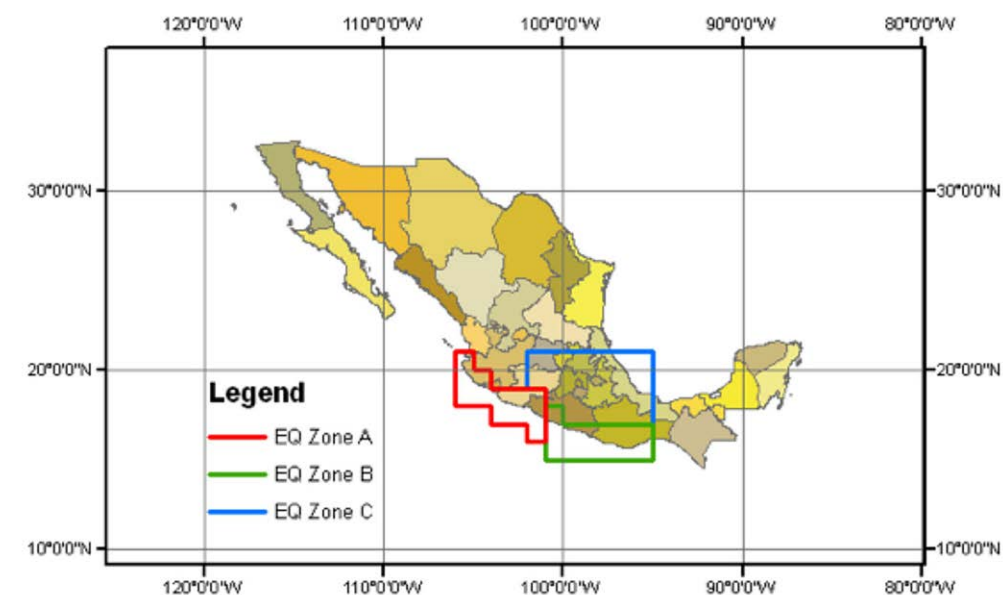
Por otro lado, tenemos como ejemplos de este tipo de seguros, la cobertura para FONDEN 2012 con capacidad de aseguramiento por \$315 mdd por 3 años, considerando tres notas en el mercado de capitales, una para terremoto y dos para huracán. Asimismo, otro Cat-in-a-box indemnizó al Gobierno de México el 50% de la suma asegurada por el Huracán Patricia el cual llegó a ser de categoría 5 registrado por la NOAA.

Otros ejemplos de seguros paramétricos simples son aquellos que tienen como disparador el valor de la intensidad del evento natural, registrado en instrumentos de medición, o calculado en sitios específicos utilizando modelos computacionales.

Paramétrico doble: adicionalmente al paramétrico simple existe la necesidad de comprobar la existencia de una pérdida económica (ej. interrupción o disminución de ingresos, daños físicos, entre otros) o daños materiales a consecuencia del evento o fenómeno natural.

Pérdida modelada: este tipo de seguro paramétrico se sustenta en un modelo robusto y completo para la estimación probabilista de pérdidas. En este caso

FIGURA A-II. 1
Esquema de seguro paramétrico simple; Fuente: Evaluación de Riesgos Naturales, ERN.



la pérdida calculada con el modelo constituye el disparador, si la pérdida modelada (no real) supera un umbral predefinido se realiza el pago, por lo que en la medida que el modelo computacional cuente con mejores bases técnicas, el riesgo base será menor y el seguro paramétrico será más confiable.

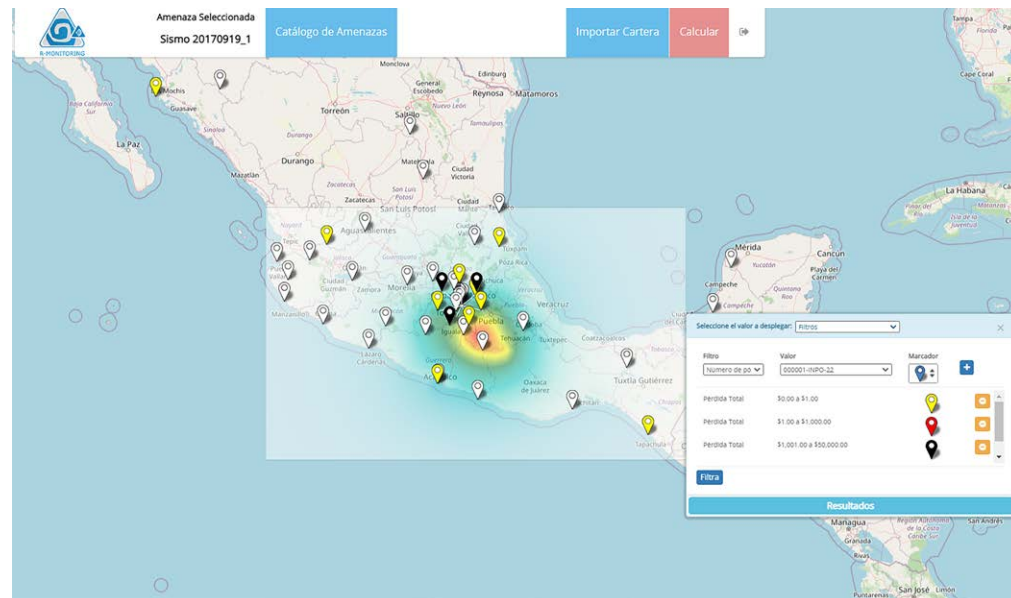
Cuando se cuenta con un portafolio distribuido geográficamente en un área extensa (como puede ser la infraestructura que pertenece a un gobierno), una medida puntual del evento detonante (como en el caso de los paramétricos tipo “cat-in-a-box”) puede no ser suficiente para la correcta indemnización de las pérdidas.

El riesgo de este tipo de modelo responde a modelos no suficientemente sofisticados e información incompleta o no actualizada o no cierta.

Un ejemplo en este tipo de seguro es el CCRIF, el cual es un pool de riesgos para países del Caribe y Centroamérica, establecido por el Banco Mundial en 2007 a través de pagos a gobiernos nacionales ante catástrofes que generan cierto nivel de pérdidas dentro del modelo predefinido.

Otro ejemplo de este tipo de seguro es el paramétrico digital por terremoto, que refiere sobre todo a intensidades modeladas, el cual incluye 3 niveles de pago en función a la intensidad modelada de cada sismo (por ejemplo, 5%, 40% y 55% de la suma asegurada de hasta \$1 millón de pesos). Este seguro cubre contenidos, cristales, gastos extraordinarios, daños a la vivienda o local comercial, sin importar si eres dueño o rentas el inmueble.

FIGURA A-II. 2
Modelación espacial cartera para seguro paramétrico por pérdida modelada; Fuente: Evaluación de Riesgos Naturales, ERN.



En términos generales, el proceso es el siguiente: se identifica la ocurrencia del sismo, se reciben las intensidades computadas por un software, mediante un algoritmo independiente computa las intensidades en cada punto geo-referenciado (intensidades locales) en función de la altura del edificio donde están los bienes asegurados, se procesa la reclamación a la aseguradora y por último se procesa el aviso para que el asegurado reciba el pago antes de 30 días.

La unidad que se utiliza para medir la intensidad o aceleración es el “Gal”, debido a que las aceleraciones son proporcionales a las fuerzas que actúan sobre las estructuras.

Una de las ventajas de este seguro es que el detonador basado en intensidad local logra una reducción significativa en el riesgo de base, mejorando el precio y la probabilidad de pago.

Por último, es importante referir que este tipo de seguro paramétrico digital es el primero a nivel mundial en canalizar pagos de forma automática en tan sólo 3 días, derivado del sismo que tuvo epicentro en Acapulco, Guerrero el pasado 7 de septiembre de 2021, el cual diferenció la intensidad generada en función a la altura de los edificios en tres tipos: edificios bajos de 1 a 3 pisos, medios de 4 a 7 pisos y altos de 8 o más de pisos (5%, 45% y 100% de suma asegurada respectivamente).

Por declaratoria de emergencia: En estos seguros, los detonadores se definen alrededor de declaratorias de emergencia por autoridades imparciales: pandemia, desastres. Un seguro paramétrico de declaratoria es el esquema para apoyar a países que contribuyan ante una pandemia, mismo que considera declaratorias de la OMS.

Beneficios de los seguros paramétricos

Los seguros paramétricos tienen grandes beneficios, tales como menores costos de operación, ajuste y adquisición, así como la posibilidad de cubrir bajo este esquema de seguros aquellos bienes que se encuentran excluidos de los seguros tradicionales, tales como los bienes a la intemperie o campos de golf en zonas de costa, así como cubrir deducibles y sublímites de programas tradicionales y restricciones de capacidad en algunos programas o regiones (por ejemplo: hoteles beachfront).

Entre las bondades para quien adquiere este tipo de seguros se encuentra la posibilidad de recibir flujo de efectivo al poco tiempo en que se presenta una

situación adversa originada por un evento catastrófico que detona el pago y la posibilidad de utilizar dichos recursos a discreción, es decir, de acuerdo con la necesidades y prioridades que se tengan.

Las principales ventajas de los seguros paramétricos:

- El corto período de tiempo que se requiere para recibir una indemnización (generalmente algunos días), en comparación con los seguros tradicionales que tardan algún tiempo en el proceso de ajuste de pérdidas y pago de indemnizaciones.
- Permite realizar “trajes a la medida” sobre un riesgo.
- Ofrece la cobertura sobre diferencias en límites o condiciones para pólizas.

Los retos y áreas de oportunidad de los seguros paramétricos son:

- Al no requerirse un proceso de verificación de pérdidas para el pago de indemnizaciones (ya que este depende de cumplir las condiciones del índice disparador) pueden darse casos en que ocurra el pago de indemnizaciones sin que se presenten daños reales, o casos en que se presenten daños pero no ocurra pago; de aquí la importancia durante el diseño técnico del seguro paramétrico de seleccionar de forma adecuada un índice disparador que presente una buena correlación con las posibles pérdidas esperadas.
- La limitante de establecer una cobertura al 100% de los valores asegurables, por lo que son coberturas limitadas en suma asegurada.
- Aun cuando el producto está ligado a fuentes de información públicas, usualmente el mejor “detonador” es una función de estas fuentes, todo esto con el objetivo de reducir el riesgo base para estos productos.

Impacto de los seguros paramétricos en el sector asegurador

Los seguros paramétricos tienen un impacto importante y benéfico en el sector asegurador ya que, al tener menores costos de operación, adquisición y gestión de las reclamaciones, permite la inclusión de sectores de la sociedad que por cuestiones económicas no les resultaba posible la adquisición de un seguro ante eventos naturales. Este tipo de seguros puede coadyuvar a disminuir la brecha de protección financiera que es especialmente alta en México.

Los seguros paramétricos tienen flexibilidad para la definición del índice disparador a usar en cada producto. Sin embargo, existen diferentes mane-

ras de abordarlo y en cada amenaza habrá casos que presenten una mejor correlación con las pérdidas esperadas, disminuyendo así el riesgo de base, el cual es inherente a cualquier mecanismo de transferencia del riesgo que requiere un detonador para el pago.

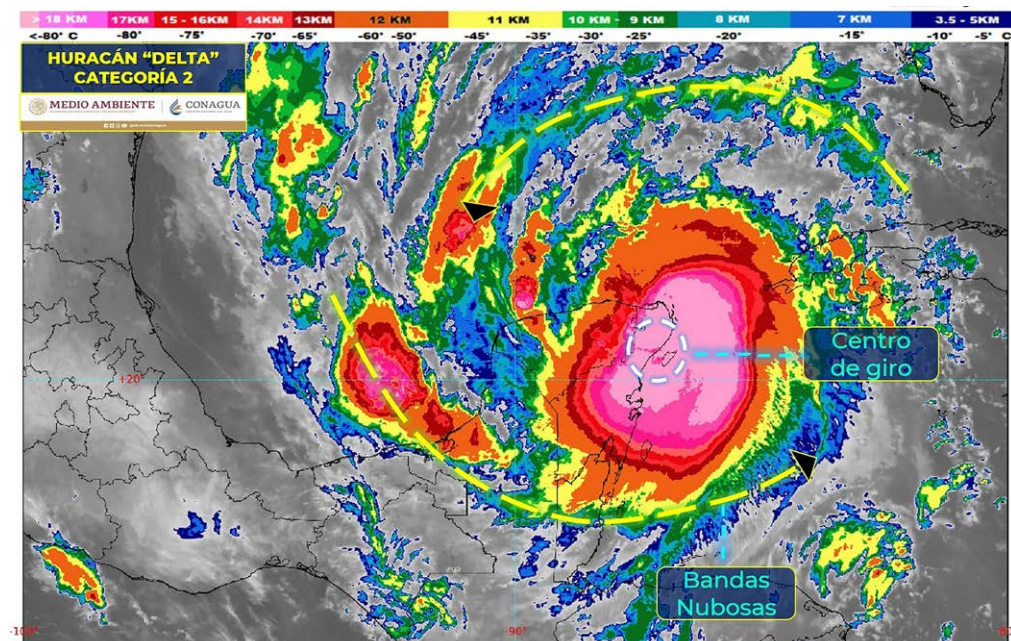
Este detonador de pago es determinado en el diseño del producto paramétrico y está ligado a fuentes de información transparentes, generalmente a cargo de instituciones nacionales o internacionales encargadas de reportar información sobre eventos naturales, por ejemplo, en el caso de sismo: el Servicio Sismológico Nacional o el Servicio Geológico de los Estados Unidos. En adición a lo anterior, se busca utilizar instituciones independientes de las partes interesadas y tener mayor transparencia y certidumbre en los procesos. A la vez la información que reporte este tipo de instituciones (terceros independientes) debe ser fiable, contar con un historial de reporte (track record) de varios años (al menos 20 años) ininterrumpidos y contener una metodología clara de cómo realizan dichas mediciones.

Casos de éxito en México

México ha recibido algunos pagos derivados de desastres que históricamente se han presentado, destacando los siguientes:

1. En el año 2015 México recibió un pago por \$50 millones de dólares al activarse el 50% de la cobertura paramétrica por ciclón tropical ante el impacto del huracán Patricia.
En ambos casos la cobertura paramétrica fue contratada por el Gobierno de México con el Banco Mundial, en formato de bono catastrófico, como una estrategia de protección financiera ante eventos naturales de alto impacto.
2. Se recibió un pago de \$150 millones de dólares al activarse el 100% de la cobertura paramétrica por sismo ante el evento de magnitud 8.1 del 7 de septiembre de 2017.
3. En 2019, el Huracán Lorena que impactó al Estado de Baja California Sur activó un pago de \$60 millones de pesos, siendo este el 30% del límite contratado.
4. En 2020, el Huracán Delta al pasar por Quintana Roo, activó un pago de \$17 millones de pesos, correspondiente al 40% del límite del seguro paramétrico de Arrecifes de Corales contratado por el gobierno del Estado de Quintana Roo.

FIGURA A-II. 3
Imagen de eventos históricos detonantes para pago de seguro paramétrico en México; Fuente: Instituto Ingeniería de la UNAM (IIUNAM).



Contexto normativo

Los seguros paramétricos, en su mayoría, son contratos de no adhesión y, al igual que cualquier producto de seguro tradicional, deben registrarse ante la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas (CNSF), en cumplimiento a lo dispuesto en la Ley de Instituciones de Seguros y de Fianzas (LISF).

Es importante que el regulador y el sector asegurador sigan trabajando de la mano en el entendimiento, desarrollo e impulso de los seguros paramétricos, con base en las necesidades de los usuarios, quienes buscan instrumentos simples, fáciles de entender y a costos accesibles, por lo que en la medida en que exista una mayor y adecuada oferta de éstos, las personas podrán acceder a una mayor protección en caso de algún desastre.

Principales barreras administrativas o regulatorias para el diseño de productos paramétricos

Las principales Leyes y Reglamentos que influyen directamente en la correcta operación de las aseguradoras y el funcionamiento de los contratos de seguros son:

- Ley de Instituciones de Seguros y Fianzas (LISF). Esta ley tiene por objeto regular la organización y funcionamiento de las actividades y operaciones

relacionadas con la actividad aseguradora, en protección de los intereses del público usuario.

- Ley Sobre el Contrato de Seguro. Tiene por objeto regular todo lo relativo a la celebración de un Contrato de Seguro, desde la oferta o propuesta hasta su terminación, cancelación o rescisión, así como lo concerniente al siniestro e indemnización.
- Ley de Protección y Defensa al Usuario de Servicios Financieros. Su objeto es promover, asesorar, proteger y defender los derechos e intereses de las personas que utilizan o contratan un producto o servicio financiero, ofrecido por las Instituciones Financieras.

No se identifica alguna barrera administrativa o regulatoria. La instancia que regula los seguros paramétricos (como cualquier otro producto de seguro) en México es la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas, donde debe registrarse el producto de seguro paramétrico junto con la documentación contractual y la nota técnica que integran el producto.

Recomendaciones de mejores prácticas de los seguros paramétricos

Para el diseño de productos de seguro paramétrico se requiere contar con un equipo técnico calificado en la modelación de amenazas y riesgos naturales, así como en temas actuariales y financieros para que el seguro paramétrico sea confiable y presente menor riesgo base.

La Asociación Internacional de Supervisores de Seguros, por sus siglas en inglés IAIS, recomienda las siguientes consideraciones al respecto:

- Los productos de seguros paramétricos no son seguros de compensación mediante indemnización sino seguros a valor contratado.
- El valor máximo del pago total posible debe especificarse en el contrato.
- El contrato debe especificar claramente la cobertura, y todas las exclusiones; el valor paramétrico debe utilizarse para calcular el pago del siniestro y la frecuencia esperada de dichos pagos. También, debe especificar las fuentes de los datos utilizados en la elaboración del disparador y cualquier fuente o método alternativo que se vaya a emplear para determinar un valor aproximado en caso de pérdida o inexactitud de los datos.

- El cliente debe contar con una participación asegurable del producto por lo que se debe contemplar la posibilidad de un impacto negativo en el asegurado si se produce el riesgo asegurado, el mismo que debe quedar establecido en el contrato.

En cuanto a las consideraciones que debe tomar en cuenta la aseguradora, se enuncia lo siguiente:

- La aseguradora debe preparar un informe actuarial que explique de qué manera se ha minimizado el riesgo base en el diseño del producto.
- Si se prevé contratar un validador independiente de los datos, se requiere un contrato de nivel de servicio con dicho ente independiente que indique:
 - La manera de resolver conflictos respecto de los datos, valores del disparador y beneficios; y
 - Las penalidades que debe afrontar dicha entidad independiente en caso de error.

El disparador o indicador utilizado para fijar el pago por los siniestros debe presentar las siguientes características:

- El indicador debe ser fácilmente observable y medible, y debe quedar claro de qué manera los valores de este impactan los beneficios resultantes.
- El indicador debe ser transparente, objetivo y verificable por fuentes independientes.
- El indicador debe ser un buen predictor del riesgo cubierto; él no debe activar un pago a menos que ocurra el evento de riesgo asegurado.
- Los terceros interesados y los asegurados deben tener acceso independiente a los datos y al cálculo de la compensación.

Bibliografía

Instituto de Ingeniería, UNAM. <http://www.iingen.unam.mx/es-mx/>

Evaluación de Riesgos Naturales, ERN. <https://www.ern.com.mx/>

Servicio Sismológico Nacional, SSN. <http://www.ssn.unam.mx/>

Servicio Meteorológico Nacional, SMN. <https://smn.conagua.gob.mx/>

Centro Nacional para la Prevención de Desastres, CENAPRED. <https://www.gob.mx/cenapred>

Aviso legal

Esta obra ha sido realizada con contribuciones externas. Las opiniones, interpretaciones y conclusiones aquí expresadas no son necesariamente reflejo de la opinión de Aon y/o ERN, de su Directorio Ejecutivo. Aon y/o ERN no garantizan la exactitud de los datos que figuran en esta publicación. Las fronteras, los colores, las denominaciones y demás datos que aparecen en los mapas de este documento no implican juicio alguno, por parte de Aon y/o ERN, sobre la condición jurídica de ninguno de los territorios, ni la aprobación o aceptación de tales fronteras.

Especialistas participantes

DIRECCIÓN Y COORDINACIÓN DE GRUPOS DE TRABAJO TÉCNICO

Eduardo Reinoso Angulo
Dirección General del Proyecto ERN (MEX)

Cesar Augusto Arredondo Vélez
Dirección Técnica ERN (MEX)

Julio Cedillo
Dirección Técnica Aon (MEX)

Jose Juan Hernández González
Coordinación Técnica ERN (MEX)

Eduardo Rojas
Especialista Aon (MEX)

ESPECIALISTAS - GRUPOS DE TRABAJO

Marco Antonio Torres Pérez-Negrón
Especialista ERN (MEX)

David Gómez Palacios
Especialista ERN (MEX)

Mauro Pompeyo Niño Lázaro
Especialista ERN (MEX)

Lizeth Anaya Corona
Especialista ERN (MEX)

Benjamín Huerta Garnica
Especialista ERN (MEX)

Félix Hernández Jiménez
Especialista ERN (MEX)

Carlos Eduardo Avelar Frausto
Especialista ERN (MEX)

Abraham Pacheco Tapia
Especialista ERN (MEX)

Luis Manuel Buendía Sánchez
Especialista ERN (MEX)

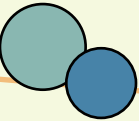
Bolívar Troncoso Morales
Especialista (REP DOM)



ANEXO 3

La climatología y la hidrografía como generadores de desastres naturales en República Dominicana

Lic. Bolívar Troncoso Morales,
GEÓGRAFO CON MAESTRÍA EN TURISMO ECOLÓGICO
DIRECTOR GENERAL DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL



La climatología y la hidrografía como generadores de desastres naturales en República Dominicana

El clima y microclimas de República Dominicana como generadores de desastres naturales

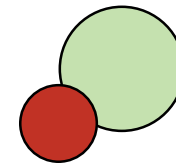
La parte de la Geografía Física que estudia el clima se llama Climatología, la que tiene por objetivo estudiar el origen y la distribución espacial de los climas y microclimas sobre la superficie terrestre. Se auxilia de una rama de la Física llamada Meteorología que estudia los fenómenos atmosféricos, cuya medición genera los climas y microclimas. La distribución espacial de los climas y sus variedades o microclimas constituyen un importante factor para el estudio de los desastres naturales, ya que su comportamiento los genera, aumentando su incidencia por los efectos del cambio climático.

EL CLIMA: Es el promedio de los estados del tiempo calculado en un período relativamente largo. En el país los estados del tiempo se han calculado en tiempo aproximado de 20 años. Los estados del tiempo no son más que el conjunto de fenómenos atmosféricos que a la vez constituyen los llamados elementos del clima.

Elementos del clima

LA TEMPERATURA

Es el mayor o menor grado de calor determinado por la radiación solar (es cuando los rayos solares chocan con la superficie sólida de la tierra y se desintegran molecularmente produciendo calor). Esta se mide con el termómetro en grados Celsius o Fahrenheit y se representa en los mapas por medio de las Isotermas (líneas que unen puntos de igual temperatura en la superficie terrestre). Son importantes en la generación de altas o bajas temperaturas, lo que permite conocer las zonas de temperaturas extremas como generadoras de fenómenos naturales que podrían impactar negativamente el medio ambiente, los recursos naturales y los asentamientos humanos, como heladas, sequías, entre otros.



LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Es la fuerza o presión que ejerce sobre la tierra la masa gaseosa. Se mide con un aparato llamado barómetro que marca en milibares. La presión atmosférica es representada en los mapas por medio de líneas llamadas Isobaras que representan presión atmosférica similar. La presión atmosférica es inversamente proporcional a la temperatura ya que “a mayor temperatura menor es la presión, y a menor temperatura mayor es la presión”.

La presión atmosférica es un fenómeno atmosférico que nos puede indicar zonas de altas o bajas temperaturas, así como también comportamientos de la presión que pueden generar otros fenómenos, como cambios bruscos en las temperaturas que a la vez generan tornados, tormentas, entre otros.

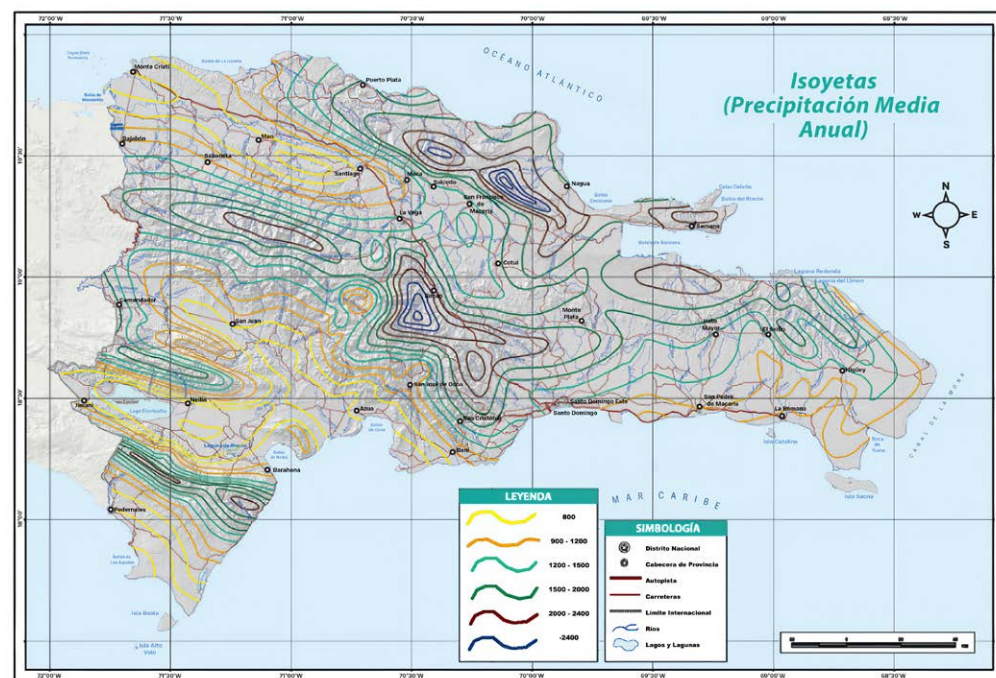
LAS PRECIPITACIONES

Son las diferentes formas de caída desde la atmósfera a la superficie terrestre del proceso de la evaporación-condensación-precipitación. Los tipos de precipitación son:

- **La lluvia:** Es la precipitación en forma de gotas de agua.
- **La nieve:** Es la precipitación en forma de filamentos de hielo. Para que se produzca, la temperatura debe estar por debajo de cero. En la zona tropical del país no se da la nieve, tanto por la latitud como por la altitud.
- **Granizo:** Es precipitación en forma esférica y congelada, producto de las bajas temperaturas en la atmósfera. Cuando se produce la precipitación del granizo, generalmente deja de caer lluvia. Este fenómeno natural se puede convertir en desastre para la agricultura, cuando sus efectos son destructivos, como ha pasado en el país, especialmente durante el verano.
- **Agua nieve o cellisca:** Es el cuarto y último tipo de precipitación. Consiste en una mezcla de agua e hielo durante la precipitación, debido a que las gotas de agua atraviesan una zona de baja temperatura, congelándose parte de ellas en forma de filamentos.

Las precipitaciones se miden con un aparato llamado pluviómetro en milímetros. Las lluvias son representadas en los mapas por medio de las Isoyetas que son líneas que unen puntos de igual pluviometría (ver Figura A-III. 1, mapa de Isoyetas del país).

FIGURA A-III. 1
Precipitación
media anual
en República
Dominicana



LOS VIENTOS

Se originan cuando una masa de aire se desplaza desde una zona de alta presión a otra de baja presión. Las zonas de alta presión cuentan con temperatura más fresca, y las de baja presión tienen altas temperaturas. La persistencia e intensidad de los vientos inciden en el comportamiento de otros fenómenos atmosféricos como el desplazamiento de la nubosidad, de la lluvia, entre otros. Los vientos más importantes que afectan nuestro país son:

- **Los Alisios:** Vientos planetarios que penetran a nuestro país por la región nordeste (de Miches a Puerto Plata). Estos vientos que afectan la región durante todo el año vienen cargados de humedad desde el Atlántico, incidiendo en los niveles de precipitaciones, como se ha planteado en este documento.
- **Los Frentes Polares:** Vienen desde la zona del polo Norte y afectan la costa norte del país entre diciembre y marzo provocando grandes lluvias en la zona norte, conjuntamente con el oleaje que provoca, afectando al turismo, la agropecuaria, los asentamientos humanos, las vías de comunicación, entre otros. Estas lluvias son asociadas con creencias

mágico religiosas, ya que se dice que si llueve los primeros 12 días de enero se pasará el año lloviendo, y si no, los días que llueva serán los meses del año en que se produzcan precipitaciones. Se les conoce con el nombre de nortes o cabañuelas, y son fundamentales para las siembras en la zona norte, especialmente en el noroeste que es la segunda zona seca del país. La influencia de los nortes se deja sentir a todo lo ancho y largo de la isla.

- **Ciclones o huracanes:** Vientos circulares y destructores que afectan fundamentalmente la costa suroeste del país, entre los meses de junio a noviembre, siendo la época crítica los meses de agosto, septiembre y octubre. Estos vientos, como se planteó anteriormente en este documento, por la incidencia del cambio climático, genera destrucción a la agroproducción, al turismo, los asentamientos humanos, las infraestructuras viales y de comunicación, entre otros, además de producir variaciones estacionales.
- **El terral:** Viento local que sopla durante la noche desde la tierra hacia el mar por la diferencia de la presión atmosférica.
- **La brisa marina:** Viento local que sopla durante el día desde el mar hacia la tierra por la diferencia de la presión atmosférica.

El terral y la brisa marina son aprovechados por los pescadores artesanales para desplazarse al mar y retornar, utilizando velas, o en su defecto favoreciendo la corriente marina. Parten en la madrugada para que el terral los impulse hacia el mar, y regresan en la tarde para que la brisa marina los impulse hacia tierra firme.

La dirección del viento se mide con un aparato llamado veleta y la velocidad con el anemómetro.

LA EVAPORACIÓN

Es el proceso mediante el cual el agua se transforma de líquido a vapor por efecto de la temperatura y los vientos.

Los efectos del cambio climático están generando altas temperaturas en la primavera y el verano fundamentalmente, lo que incide en los altos índices de evaporación, condensación y precipitación. Se mide con un aparato llamado Evaporímetro.

Factores que varían el clima del país

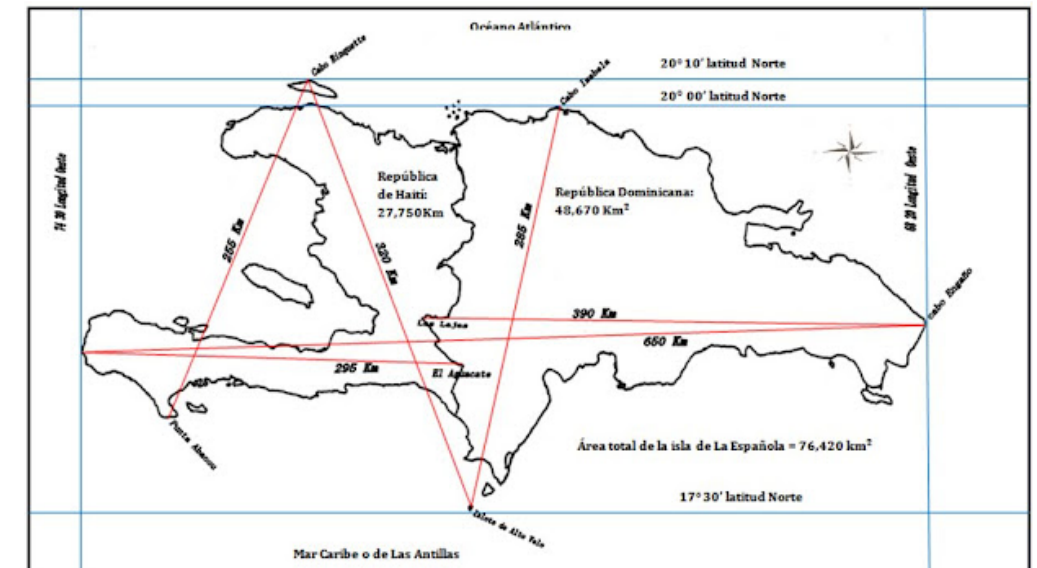
El estudio y la medición de los cinco elementos analizados han determinado que el clima de República Dominicana es tropical, el cual tiene factores que producen variación o mejor dicho que producen los microclimas. Estos son:

- **La altitud:** Esta produce cambios en el clima debido a que por cada 180 metros que se asciende, la temperatura disminuye un grado centígrado. Este fenómeno se conoce con el nombre de “Gradiente Termométrico Vertical”. Esta es la causa de que el país cuente con altas temperaturas en las zonas de bajas altitudes, y de bajas temperaturas en las altas montañas y los valles intramontanos, cuyas temperaturas han estado disminuyendo por debajo de lo normal, fruto del cambio climático. Por ejemplo, en Valle Nuevo (altiplano de mayor altura del Caribe Insular, 2200 msnm.), se registran cada año temperaturas bajo cero grados centígrados durante el invierno, generando formación de escarcha, especialmente en los meses de diciembre, enero y febrero. Son conocidas como heladas, afectando los cultivos de los valles intramontanos de Constanza y Tireo, localizados a 1200 msnm. (esto no es siempre, ocasionalmente).
- **El relieve montañoso:** Se constituye en factor que varía el clima, cuando los vientos húmedos chocan con este en una ladera mientras la otra ladera no recibe humedad. Este fenómeno produce los efectos de Barlovento y Sotavento:
- **Barlovento:** Es la parte de la montaña donde chocan los vientos húmedos produciendo lluvias y un clima húmedo. Los mejores ejemplos en el país son las laderas orientales de las cordilleras Septentrional o sierra de Monte Cristi y la Central, que son de las zonas más húmedas del país con micro clima Tropical Húmedo de Bosque, así como también la ladera noroeste de la cordillera Oriental o sierra de El Seibo y Los Haitises.
- **Sotavento:** Es la parte de la montaña que no recibe los vientos húmedos y por lo tanto se producen pocas lluvias y el clima es seco. Los ejemplos son las laderas noroeste y suroeste de las cordilleras Septentrional o sierra de Monte Cristi y la Central, que son zonas de microclima seco estepario.
- **Los vientos:** Estos varían el clima al aportar humedad y bajas temperaturas en las zonas donde circulan. El mejor ejemplo lo son los Frentes

Polares que producen descensos en las temperaturas en los meses de diciembre a marzo, siendo las más bajas temperaturas registradas en las altas montañas y los valles intramontanos.

- **La insularidad:** Como la isla La Española o de Santo Domingo es larga y estrecha (650 kilómetros de largo, de este a oeste, desde cabo Engaño en Dominicana, hasta cabo Iroís en Haití; y, 285 kilómetros de ancho, desde la isla Alto Velo en el sur, a cabo Isabela en el norte). Esto permite que reciba las influencias de los mares vecinos a lo largo y ancho, produciendo cambios significativos en el clima (ver mapa Figura A-III. 2).

FIGURA A-III. 2
Mares en la Isla
la Española.



Clima y microclimas de República Dominicana

Por la localización geográfica del país, al ubicarse entre los 17° a 20° de latitud norte, esto es en la zona tropical, su clima es Tropical. Por los efectos analizados anteriormente, los microclimas del país son cuatro:

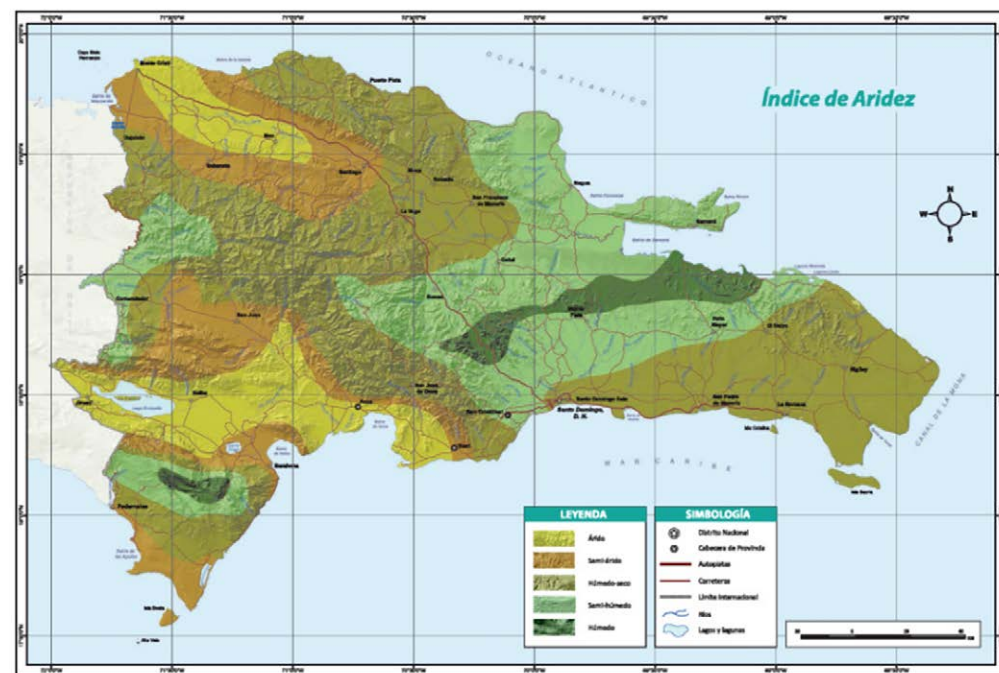
MICROCLIMA TROPICAL HÚMEDO DE BOSQUE

Se caracteriza por tener temperatura media anual superior a 25 grados centígrados, pluviometría mayor a 1,200 milímetros y vegetación de bosque húmedo. Se localiza en los principales sistemas montañosos de la región nordeste y este del país. Este microclima se localiza en zonas del país de riesgos de inundaciones.

MICROCLIMA TROPICAL HÚMEDO DE SABANA

Se caracteriza por tener temperatura media anual superior a 25 grados centígrados, pluviometría entre 900 y 1,200 milímetros y vegetación de sabana o gramínea. Se localiza en los principales llanos costeros y valles del país. Después del microclima Tropical Húmedo de Bosque, este es el segundo de mayor riesgo de inundaciones del país.

FIGURA A-III. 3 Zonas con el índice de aridez.



MICROCLIMA SECO ESTEPARIO

Se caracteriza por tener temperatura media anual superior a 26 grados centígrados, pluviometría menor a 900 milímetros y vegetación seca o xerófila, la que se caracteriza por tener hojas pequeñas para disminuir la evaporación del agua, o la sustituye por espinas para que el agua de los tallos no se evapore y las plantas puedan soportar largas estaciones sin lluvia o sequía. Se localiza en la línea noroeste y la región suroeste del país. En este microclima es donde se producen las sequías más desastrosas del país (ver Figura A-III. 3 mapa índice de aridez).

MICROCLIMA ALTITUDINAL O DE MONTAÑA

Erróneamente llamado Templado Húmedo por algunos autores (este concepto no aplica porque el país no se ubica en zona templada), se caracteriza porque la temperatura disminuye con la altura por efecto del Gradiente Termométrico Vertical, la pluviometría es mayor a los 1000 milímetros y la vegetación es de bosque de conífera, que en nuestro país lo representa el pino occidental, especie endémica del país, ubicado en las alturas de nuestras montañas. Se localiza a partir de los 500 m.s.n.m., específicamente en las altas montañas y valles intramontanos como Constanza, Jarabacoa, Tireo, El Tetero, Bao, Macutico, Zona del pico Duarte, Valle Nuevo, entre otras (Figura A-III. 4, mapa climático de Dominicana).

FIGURA A-III. 4 Mapa climático.



Situación actual de los efectos del clima al territorio dominicano

Como se ha podido comprobar en el análisis del clima del país, este, conjuntamente con sus efectos que está generando el cambio climático, produce efectos desastrosos a los recursos naturales, el medio ambiente, las infraes-

estructuras y los asentamientos humanos, cuyo proceso se ha acelerado en las últimas décadas, con pérdidas cada vez más millonarias, obligando al Estado Dominicano, al incremento de políticas y acciones encaminadas a la reducción de riesgos y desastres, y la adaptación al cambio climático.

La hidrografía de República Dominicana como generador de desastres naturales

Históricamente, las aguas han sido un importante recurso natural, atractivo y recurso turístico, así como también un generador de desastres naturales. La Geografía estudia la distribución de las aguas sobre la superficie terrestre a través de su especialización llamada Hidrografía, la que se auxilia de la Hidrología. Además de determinar sus múltiples usos, también analiza sus efectos, tanto positivos, como negativos.

LA HIDROGRAFÍA: Es la parte de la Geografía Física que tiene por objeto estudiar la distribución de las aguas sobre la superficie de la Tierra. Las aguas, tanto terrestres como marinas, distribuidas sobre la superficie terrestre constituyen importantes recursos naturales que la Geografía ayuda a su clasificación y uso sostenible a través de una adecuada planificación. Para su estudio, la hidrografía clasifica las aguas en cuencas, existiendo en el país los siguientes tipos de cuencas:

Cuencas marinas

Son las áreas territoriales bañadas por mares y océanos. En nuestro país existen dos:

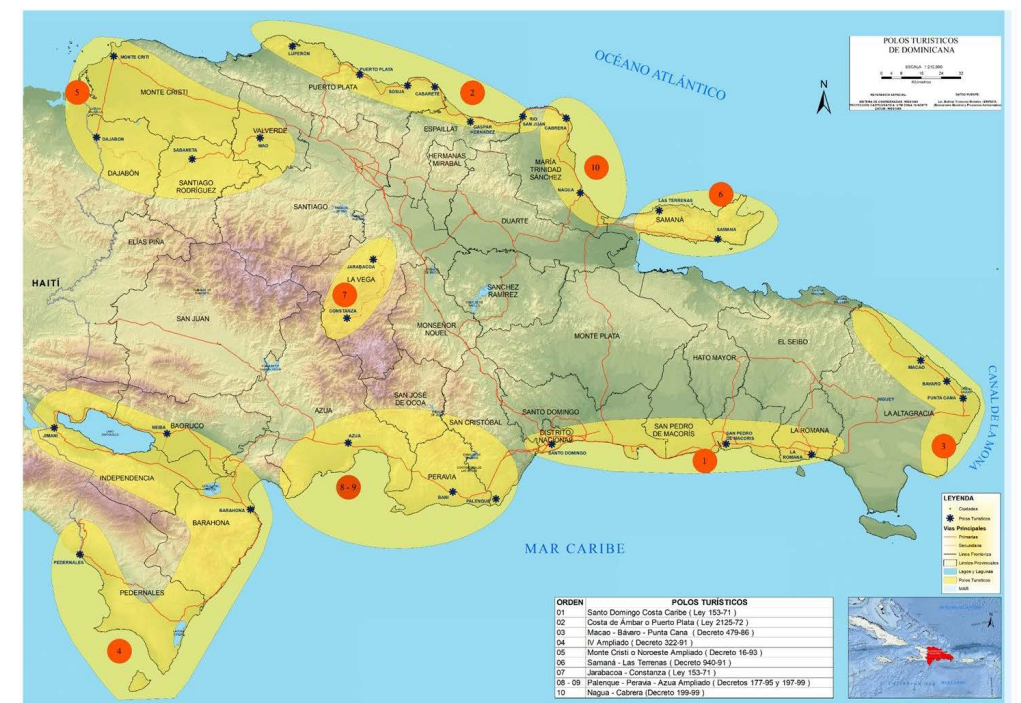
La cuenca del Océano Atlántico: Se localiza en la costa norte y cuenta con importantes potenciales turísticos y ecoturísticos como son sus playas paradisíacas, sus fondos marinos con colonias de corales y peces multicolores para la pesca y el buceo deportivo, sus aguas para los deportes acuáticos, sus cayos como los de Monte Cristi y Samaná, sus hermosas bahías como las de Manzanillo y Samaná y los galeones hundidos en sus aguas desde la época colonial. También sus puertos para el comercio de exportación e importación (Manzanillo, Puerto Plata y Samaná); las marinas para el turismo de yatismo (club náutico de Monte Cristi, Ocean World en puerto Plata, pequeña marina en la bahía de Luperón y Puerto Bahía en Samaná), así como los puertos de cruceros (Amber Cove Cruise Center y Taíno Bay en Puerto Plata y zona de atraque de Cayo Levantado en Samaná). Además, las áreas protegidas submarinas

son potenciales de un futuro promisorio para el Turismo Sostenible del país, citándose como importantes en la costa norte la Submarina de Monte Cristi, los cayos Siete Hermanos y la de Estero Hondo. Los Santuarios Marinos bancos de La Plata, La Navidad y la Bahía de Samaná, famosas áreas protegidas por las migraciones anuales de las ballenas jorobadas, las que vienen durante el invierno a aparearse y reproducirse en estas aguas cálidas, convirtiéndose en un importante tour que ha contribuido a dinamizar la economía de Samaná, en los meses de enero a marzo.

La cuenca marina de la costa norte del país tiene cuantiosas inversiones en infraestructura turística, comercial, entre otras, cuyos riesgos por inundaciones, terremotos, tormentas y ciclones tropicales son inminentes.

La cuenca del Mar Caribe: Se localiza en la costa sur y cuenta con potenciales similares o superiores a la anterior, además de importantes islas como la Saona, Catalina y Beata. Como potenciales turísticos, ecoturísticos, comerciales y de asentamientos humanos de la cuenca del Caribe se citan las extraordinarias playas de Bávaro-Punta Cana, Juanillo, Bayahibe, Guayacanes, Boca Chica y Pedernales, entre muchas otras. También las áreas protegidas como la parte marina del parque nacional del Este, submarino La Caleta, la parte marina

FIGURA A-III. 5
Polos turísticos
en República
Dominicana.



del parque Jaragua, los barcos museos hundidos para el buceo deportivo de Bayahibe, Guayacanes y La Caleta, entre otros.

En materia de infraestructura de puertos comerciales se citan los puertos de Haina, Andrés, Boca Chica, San Pedro de Macorís, La Romana, Barahona y el de Pedernales, usado básicamente para exportar bauxita y agregados, suspendidos en este momento.

También cuenta con importantes marinas para el turismo de yatismo como Cap Cana, Punta Cana Resort and Club y Casa de Campo de La Romana. Puertos de turismo de cruceros como Sansoucí y Don Diego en Santo Domingo, La Romana. Al igual que la cuenca marina de la costa norte, la de la costa sur cuenta con grandes inversiones de puertos, puertos de cruceros, marinas, infraestructuras en playas y asentamientos humanos costeros, cuyos riesgos más comunes son los ciclones, las tormentas tropicales y las inundaciones (ver Figura A-III. 5 mapa de los polos turísticos).

Cuencas lacustres

Son las áreas drenadas por lagos y lagunas y sus afluentes. El país cuenta con las cuencas lacustres del lago Enriquillo y la laguna de Rincón o Cabral, localizadas en la Hoya de Enriquillo; laguna Saladilla en Monte Cristi; Redonda y Limón en el llano costero o litoral de Miches; laguna de Oviedo en el Procurrente de Barahona; la Gran Laguna en el llano costero o litoral de Nagua-Boba; y, la laguna de Gri Gri en Río San Juan, Promontorio de Cabrera. Constituyen ecosistemas llamados humedales, de alto interés ecológico, ecoturístico, productores de alimentos, entre otros aportes.



FIGURA A-III. 6
Cuencas
lacustres.

Sus mayores riesgos son generados por las inundaciones, afectando la agroproducción y los asentamientos humanos (ver Figura A-III. 6, fotos del aumento del nivel del mar del lago Enriquillo por los efectos del cambio climático).

Cuencas fluviales o de ríos

Son las áreas drenadas por un río principal y sus afluentes. En el país existen más de 20 cuencas fluviales o de ríos, siendo cuatro las más importantes.

LAS PRINCIPALES CUENCAS FLUVIALES O DE RÍOS DE LA COSTA NORTE-NORDESTE DE REPÚBLICA DOMINICANA

La forman los ríos Masacre o Dajabón (es río binacional por ser trazado fronterizo, tiene el famoso salto y balneario de Loma de Cabrera, aporta agua potable a su cuenca, además de tener varios balnearios); Chacuey (tiene una represa del mismo nombre para irrigar parte del valle del Cibao occidental, además de contar con balnearios); Yaque del Norte; Bajabonico (aporta agua potable a la población de su territorio, del llano costero de Bajabonico, tiene importantes balnearios, así como también los famosos 27 charcos de Damajagua que cuentan con un proyecto de Ecoturismo de Aventura Comunitario); Camú de Puerto Plata (aporta agua potable y tiene balnearios de interés y uso turístico en el llano costero de Puerto Plata y la cordillera Septentrional o sierra de Monte Cristi); Yásica (aporta agua potable a los pueblos y comunidades de la cordillera Septentrional o sierra de Monte Cristi y el llano costero de Yásica por donde se desplaza, saltos de uso ecoturístico como el de Arroyo Grande, así como balnearios famosos); Boba (aporta agua potables a varias comunidades del llano costero Nagua-Boba, cuenta con buenos balnearios y en su desembocadura forma una laguna con bosque de mangle declarada como área protegida con el nombre de La Gran Laguna o Perucho); Nagua (aporta agua potable a las comunidades establecidas en su territorio del llano costero de Nagua-Boba, cuenta con balnearios, así como con un dique en su desembocadura, próximo a la ciudad de Nagua, para control de inundación por encontrarse en una desembocadura que está bajo el nivel del mar); y, el río Yuna.

LAS PRINCIPALES CUENCAS FLUVIALES O DE RÍOS DE LA COSTA SUROESTE DE REPÚBLICA DOMINICANA

La integran los ríos Pedernales (binacional al ser parte del trazado fronterizo); Nizaíto (aporta agua potable y para riego al seco municipio de Oviedo y a la

ciudad de Paraíso de Barahona, además de tener importantes balnearios); Yaque del Sur; Ocoa (aporta agua potable, canales de riego al valle intramontano de San José de Ocoa y a la provincia de Peravia, además de contar con balnearios); y, el Nizao. La cuenca del río Nizao es una de las más importantes del país desde el punto de vista político, económico, social y geopolítico, por cuanto cuenta con tres presas hidroeléctricas (Valdesia, Aguacate y Jigüey) y el contraembalse de Las Barías, los que generan energía, el contraembalse para canales de riego, agua potable, balnearios, saltos y cascadas, pesca de subsistencia, entre otros beneficios. Valdesia cuenta con un acueducto que aporta una cantidad significativa (28%) de agua potable al Gran Santo Domingo, de manera que la importancia de esta pequeña cuenca es determinante para el desarrollo del país y su metrópolis.

LAS PRINCIPALES CUENCAS FLUVIALES O DE RÍOS DE LA COSTA SURESTE DE REPÚBLICA DOMINICANA

La forman los ríos Haina, Ozama, Higuamo, el Soco, Chavón, Yuma, Maimón de Nisibón, Nisibón y Yabón. La cuenca de Haina aporta agua potable al Gran Santo Domingo, además de contar con importantes balnearios y pesca de subsistencia; la cuenca del Ozama aporta agua al Gran Santo Domingo, pesca de subsistencia, balnearios y en su río se encuentran los puertos de cruceros como Sansoucí (Puerto Madre), Don Diego y Ozama (usado para el Ferry Puerto Rico-Santo Domingo), y una pequeña marina en la margen oriental; la cuenca del Higuamo aporta agua potable a ciudades como Hato Mayor del Rey, San Pedro de Macorís, Consuelo y otras comunidades, además de contar con importantes balnearios y pesca de subsistencia; la cuenca del Soco aporta agua potable a la ciudad de El Seibo y otras comunidades, además de contar con gran cantidad de balnearios y saltos de importantes potenciales como el del río Seibo y el del Cucuyo; la cuenca del río Chavón aporta agua potable a la ciudad de La Romana, tiene importantes balnearios, la marina de Chavón en su desembocadura, una terraza espectacular donde se construyó la ciudad de los artistas Altos de Chavón, además de realizarse tours turísticos en sus aguas; la cuenca del Yuma aporta agua potable a las ciudades de Higüey, Yuma y Boca de Yuma, cuenta con balnearios y próximo a su desembocadura se estableció un atracadero en la época de la colonia por Ponce de León para la exportación de azúcar, ganadería y madera preciosa, y en la época contemporánea se utilizó por muchos años como atracadero para la celebración de

una competencia internacional de pesca; la cuenca de Maimón de Nisibón aporta agua potable a comunidades de Nisibón de Higüey, tiene importantes balnearios, y en su desembocadura forma una laguna litoral con un importante bosque de mangles que ha sido convertida en área protegida, realizándose tours ecoturísticos desde los destinos turísticos de Bávaro, Punta Cana y Uvero Alto; la cuenca del río Nisibón tiene balnearios y en su desembocadura tiene un bosque de mangle de importancia para el Ecoturismo; la cuenca del Yabón aporta agua potable a importantes comunidades rurales, tiene un salto espectacular que recibe el mismo nombre y balnearios muy usados en el turismo interno, como recreación.

Situación actual de los recursos hidrográficos

Los recursos hidrográficos, especialmente los litorales o playas, constituyen hoy por hoy el recurso turístico más ofertado e importante del país. Lamentablemente algunos de estos recursos están en un progresivo deterioro debido a la deforestación, el inadecuado uso de las playas con uso abusivo de botes y lanchas a motor, desperdicios sólidos como alimentos, aguas negras, la destrucción de la vegetación, especialmente el mangle litoral, trayendo como consecuencia que las corrientes litorales arrastren las arenas de las playas (está ocurriendo en las playas del este a un ritmo acelerado), la destrucción de corales para aumentar la capacidad ocupacional de las playas (se destruyen así las barreras naturales y las corrientes arrastran la arena), como fue el caso

FIGURA A-III. 7
Ejemplo de playa
con Bandera Azul.



de Playa Dorada de Puerto Plata, donde se ha construido el complejo turístico más costoso de la costa norte de país. A este se unen los efectos del cambio climático con las invasiones de las macro algas sargazos a las playas y zonas costeras del país y el Gran Caribe, así como también de la desaparición de la arena de las playas por el aumento global del nivel del mar y la muerte de los corales por el aumento de las temperaturas.

Por suerte, con la política de certificación de playas Bandera Azul, como estrategia de marketing turístico, esta situación de deterioro de las playas ha ido mejorando, ya que para certificar las mismas los requisitos son muy estrictos. En este momento (2022) en el país se han certificado más de 20 playas como Bandera Azul.

Otra dificultad que está afectando las playas y las barreras coralinas es el efecto del cambio climático, ya que al aumentar la temperatura de los mares los corales se blanquean y perecen, de ahí que es una necesidad nacional la implementación de políticas para la adaptación del turismo al cambio climático. Los esfuerzos en este sentido se han iniciado con la Resolución del Congreso Nacional #182-98 que aprueba el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático; la creación por Decreto Ejecutivo del Consejo Nacional para el Cambio Climático y el Mecanismo de Desarrollo Limpio; la creación de la Comisión Nacional de Cambio Climático; la elección del país entre las naciones que el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) eligió para financiar la adaptación al cambio climático en los sectores del Turismo, el agua y la energía, entre otras acciones.

Para la sostenibilidad del sector turismo, principal generador de divisas al Estado Dominicano y uno de los más importantes empleadores, el país debe luchar contra la falta de planificación, de ordenamiento territorial, del uso inadecuado de los recursos litorales y pesticidas, manejo inadecuado de los sólidos o basura y las aguas residuales, entre otras medidas que detengan el deterioro ambiental, altamente preocupante en el país, a pesar de los esfuerzos de los Ministerios del Ambiente y Turismo, y otras instancias del Estado y ONGs. ambientalistas.

Finalmente, en el caso de las cuencas fluviales o de ríos, el manejo sostenible de cuencas para evitar las inundaciones y su secuela de desastres naturales debe ser una prioridad del Estado Dominicano, con lo que se reducirían las pérdidas humanas y de millones de pesos por la destrucción de las infraestructuras y la agroproducción.

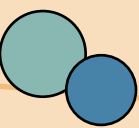




ANEXO 4

La geología y la geomorfología como causantes de riesgos y desastres en República Dominicana

Lic. Bolívar Troncoso Morales,
GEÓGRAFO CON MAESTRÍA EN TURISMO ECOLÓGICO
DIRECTOR GENERAL DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL



La geología y la geomorfología como causantes de riesgos y desastres en República Dominicana

La superficie terrestre o estructura física está sometida a una serie de procesos geológicos y geomorfológicos, cuya dinámica no solamente produce transformaciones en sus geoformas, sino que también genera zonas de riesgos y desastres naturales que afectan la distribución de la población sobre la misma, aumentando su vulnerabilidad. Para conocer de estos fenómenos naturales debemos conceptualizar.

La Geología es la ciencia que estudia el origen y la evolución de la tierra a través del estudio de las rocas y los fósiles. La parte de la Geografía Física que se auxilia de esta ciencia es la Geomorfología, misma que estudia el origen y las formas del relieve terrestre.

La Tectónica es la parte de la Geología que estudia la estructura física de la tierra, especialmente sus movimientos internos y externos. Los movimientos internos son los sismos, volcanes, etc. Los externos son la erosión, deposición (almacenar, acumular), entre otros.

Los plegamientos son movimientos tectónicos que se originan cuando presiones laterales producen arrugamientos o plegamientos de la corteza terrestre (orogénesis u origen de las montañas). Generalmente estos movimientos dan origen a fenómenos llamados “anticlinales y sinclinales”.

Teoría de las placas tectónicas y su relación con el arco antillano

A principios del siglo XX (1910-11) el geofísico alemán Wegener creó su famosa teoría de la “Deriva Continental” donde planteó que los continentes y fondos oceánicos se encontraban formando grandes masas o bloques de rocas que se desplazan hacia diferentes direcciones al encontrarse flotando sobre el manto magmático (estado fusión o viscosidad en que se encuentran las rocas en el interior de la tierra al ser sometidas a grandes presiones y altas temperaturas). En la década de 1960, un grupo de geofísicos ingleses, amparados en la teoría

de Wegener crearon la famosa teoría de las “Placas Tectónicas” que enunciaron más o menos de la manera siguiente: “no es cierto que los continentes y fondos marinos están formados por una masa única de rocas, sino por varios bloques o placas que flotan sobre el manto magnético y se desplazan en diferentes direcciones. Las placas están separadas entre sí por líneas de placas o de fallas que son grandes fisuras por donde salen las emanaciones térmicas y magnéticas que dan origen a los sismos o terremotos y volcanes”. A mediados de la era secundaria la placa del Caribe, a la cual, la isla La Española o de Santo Domingo pertenece, recibió presiones laterales de las placas norteamericana y de Cocos o del Pacífico al sur, originando tres líneas de plegamientos que dieron origen al Arco Antillano, el istmo centroamericano y la zona caribe de Venezuela y Colombia.

La primera línea de plegamiento se originó en Yucatán y formó la orogenia occidental de Cuba. La segunda línea de plegamiento surge en Belice y formó las islas Caimán (localizadas al sur de Cuba) y la orogenia del sureste de Cuba, llamada Sierra Maestra. Aquí la segunda se unió con la primera línea de plegamiento y formó la orogenia noroeste, central y oriental de la isla La Española o de Santo Domingo, continuando hacia Puerto Rico, las Antillas Menores y el norte de Venezuela (cordillera Costanera). La tercera línea de plegamiento se originó entre Honduras y Nicaragua y formó la orogenia de Jamaica, del suroeste de la isla La Española o de Santo Domingo y la sierra de Perijá del caribe colombiano.

FIGURA A-IV. 1
Mapa de las placas tectónicas de la Tierra.



Estas tres líneas de plegamiento (ver Figura A-IV. 2) se iniciaron a finales de la era secundaria y principios de la era terciaria dando origen a los principales sistemas montañosos de las Antillas Mayores, Menores y la zona litoral caribe de Venezuela y Colombia.

Cuando concluyen las tres líneas de plegamientos en la isla La Española o de Santo Domingo, la misma estaba formada por cuatro islas separadas por canales marinos que se formaron por fallas de hundimiento entre dos líneas de plegamiento. Estas cuatro islas se unieron en el primer período de la era cuaternaria (Pleistoceno), tomando su configuración actual al secarse los canales marinos por sedimentación fundamentalmente.

FIGURA A-IV. 2 Mapa de las tres líneas de plegamiento que originaron la orogenia del arco de las Antillas, el Istmo Centroamericano y la parte del litoral norte de Venezuela y Colombia.



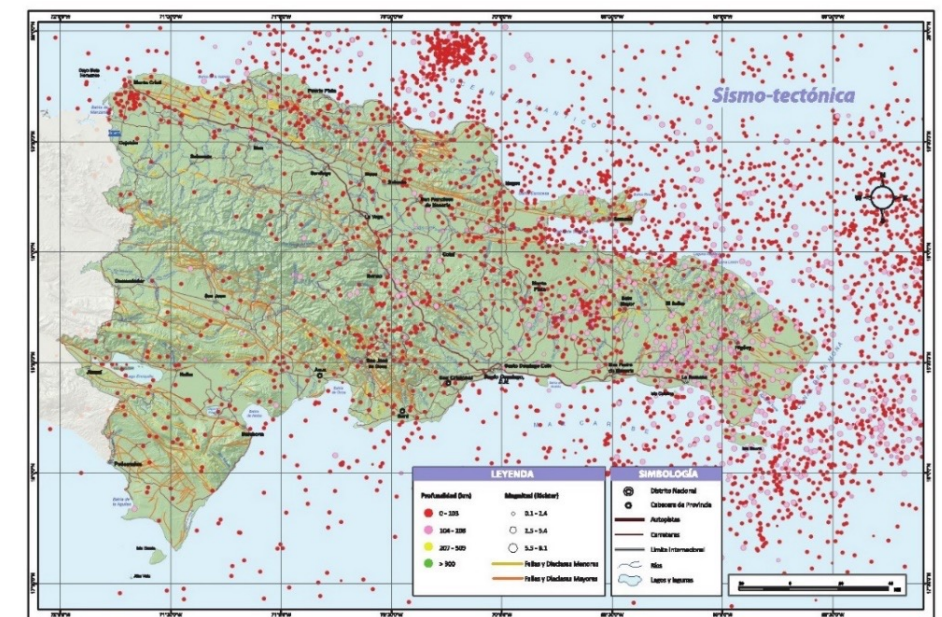
FIGURA A-IV. 3 Mapas de la evolución geológica de la isla La Española o de Santo Domingo.



Las líneas de fallas asociadas al país son más de diez, siendo las más activas la Septentrional (separa el valle del Cibao de la cordillera Septentrional o sierra de Monte Cristi), Enriquillo (separa la Hoya de Enriquillo de la sierra de Baoruco y su continuación haitiana los macizos de La Silla y la Hotte) y la Trinchera de los Muertos (separa la Hoya de Enriquillo de la parte oriental de la sierra de Baoruco y continúa en el mar Caribe al sur del país). Otras son la Hispaniola Norte (se localiza al norte de la isla), Camú (sigue parte del recorrido del río Camú de Puerto Plata y atraviesa la carretera Navarrete-Puerto Plata antes de llegar a la comunidad de Llano de Pérez), Hispaniola (separa el valle del Cibao de la cordillera Central), Bonao (separa el valle de Bonao de la cordillera Central), San Juan-Restauración (separa el valle de San Juan de la cordillera Central), El Cercado (separa el valle de San Juan de la sierra de Neiba), etc.

Todas estas líneas de fallas generan importantes áreas territoriales del país en riesgos de desastres naturales, especialmente terremotos y deslizamientos, aumentando la vulnerabilidad de las mismas, fruto de asentamientos humanos e infraestructuras sin tomar en cuenta los riesgos, producto de no contar los territorios con un ordenamiento territorial adecuado.

FIGURA A-IV. 4 Mapa representando la historia de los movimientos sísmicos, georreferenciados en puntos color rojo.



Las fosas de América Central y su relación con la sismicidad

Las fosas no son más que grandes profundidades marinas y su origen se debe a dos causas fundamentales:

1. Las formadas entre dos líneas de plegamientos debido al hundimiento que se da entre dichas líneas. En el Caribe existen dos fosas de ésta naturaleza:
a) La fosa de Yucatán, la cual se localiza entre la primera y segunda línea de plegamiento del arco antillano. Tiene profundidades superiores a los 6,600 metros por donde salen emanaciones térmicas que originan movimientos sísmicos; b) La fosa de Caimán (antigua Bartlett), localizada entre la segunda y tercera línea de plegamiento del arco Antillano, contando con profundidades superiores a los 4,100 metros. Esta produce importantes movimientos sísmicos fundamentalmente en el Caribe Occidental.
2. Las fosas formadas por líneas de placas. Son las grandes profundidades submarinas que se forman en las fisuras que separan dos placas. En América Central o Media existen dos: a) Fosa de Puerto Rico (antigua Milwaukee), se localiza en la línea que separa la placa del Atlántico de la del Caribe, al noreste de Dominicana y norte de las costas de Puerto Rico y tiene profundidades mayores a los 8,800 metros, siendo la más profunda de América y la segunda del mundo (la más profunda es la de las islas Marianas al sur de Japón que superan los 11,000 metros de profundidad). Por su enorme profundidad salen emanaciones térmicas que dan origen a los terremotos más destructores del área del Caribe, como el que destruyó las ciudades de Santiago y La Vega en 1561, Azua y El Seibo en el siglo XVIII, y la comunidad de Matancitas de Nagua en 1946; b) Fosa o Trinchera Centroamericana, se localiza entre las placas del Caribe y del Pacífico o Cocos, en las costas pacíficas de Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua. Tiene profundidades superiores a los 3,300 metros y en ella se producen los terremotos que han destruido las ciudades de Guatemala, El Salvador, Managua, entre otras, además de generar actividad magmática y volcánica submarina.

La geomorfología y sus riesgos

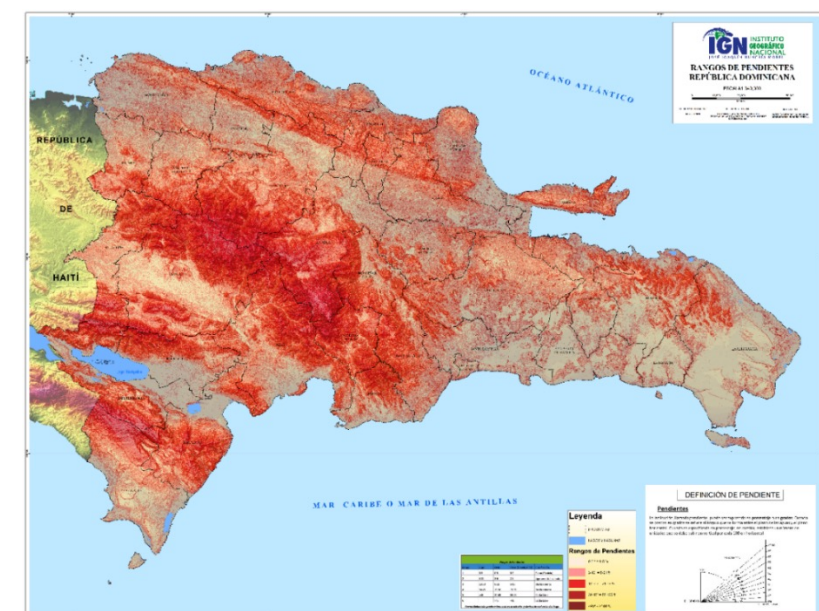
Como planteamos al inicio de este Anexo, la Geomorfología es la parte de la Geografía Física que en síntesis tiene por objeto el estudio del origen y la evolución del relieve terrestre.

La geomorfología del territorio dominicano es diversa, lo que genera, a la vez

de interés por la multiplicidad de sus geoformas, diversidad de ecosistemas, microclimas, zonas de vida, y también aumentan los riesgos por deslizamientos, erosión, deposición, inundaciones, entre otros fenómenos naturales y antrópicos (ver Figura A-IV. 5, mapa de rangos de pendientes).

El relieve dominicano lo integran tres cordilleras (Central, Septentrional o sierra de Monte Cristi y Oriental o sierra de El Seibo), cinco sierras (Samaná, Yamasá, Martín García, Neiba y Baoruco), tres regiones cársicas o calizas (Los Haitises, Promontorio de Cabrera y Procurrente de Barahona), cuatro llanos costeros o litorales (del Norte o Atlántico: Bajabonico, Puerto Plata, Yásica y Nagua-Boba, de Sabana de la Mar y Miches, Suroriental o del Caribe y llano costero o Plena de Azua), cuatro valles (Cibao, San Juan, Villa Altagracia y Bonaó), una hoya o depresión tectónica (Hoya del lago Enriquillo), valles intramontanos (de la cordillera Central: Jarabacoa, Constanza, Tireo, Rancho Arriba, San José de Ocoa, Catana Matías, Río Limpio, del Bao, del Tetero, Macutico, etc.; de la sierra de Neiba: Vallejuelo, El Cercado, Hondo Valle, Los Pines del Edén y el Guayabal; de la sierra de Baoruco: Polo, Puerto Escondido y La Guázara); islas (Saona, Beata, Catalina, Catalinita, Alto Velo; del lago Enriquillo: Cabritos, Chiquita o Barbarita y la Islita), cayos (de la Bahía de Samaná, del norte de la península de Samaná, de Los Haitises, de la isla Saona, de Monte Cristi y de Pedernales).

FIGURA A-IV. 5
Mapa de rangos de pendientes de Dominicana.



Todas esas citadas geoformas que conforman el territorio dominicano representan un área territorial de unos 48,442.23 km², donde predominan las orogénicas (origen de las montañas), cubriendo aproximadamente un 67% del territorio. Este indicador del relieve montañoso establece a la vez los rangos de pendientes, representando una pendiente que oscila entre el 16 al superior al 64% un 40% del territorio dominicano, siendo estas pendientes donde el país acumula los mayores riesgos, destacándose los deslizamientos, deslaves, erosión y su consecuente deposición, entre otros.

FIGURA A-IV. 6
Mapa geomorfológico de Dominicana.



La mayor cantidad de líneas de falla, y las de mayor riesgo, se localizan en los bordes o límites entre sistemas montañosos y llanuras (valles, valles intramontanos, llanos costeros, Hoya de Enriquillo), así como también dentro de los sistemas montañosos (ver Figura A-IV. 6).

Conclusión

Los estudios anteriores han demostrado que la Geología y Geomorfología son áreas del saber que estudian la dinámica de la estructura física de la tierra, que aportan resultados valiosos que demuestran como se convierten en zonas de alto riesgo, las líneas de placas y fallas que generan sismos de diversas intensidades, los relieves montañosos, los deslizamientos, entre otros fenómenos naturales, acrecentándose los riesgos cuando dichas zonas son ocupadas por asentamientos humanos e infraestructuras viales, presas hidroeléctricas, túneles, entre otras, fruto, fundamentalmente, de la inexistencia de un plan nacional de ordenamiento territorial.

Bibliografía

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2011. Atlas de Biodiversidad y Recursos Naturales de la República Dominicana, Santo Domingo, Dominicana.

Troncoso Morales, Bolívar. 2019. Geografía del Turismo en República Dominicana, Sección Dominicana del Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH), organismo especializado de la Organización de Estados Americanos (OEA), editora Búho, Santo Domingo, Dominicana.

Dirección de Cartografía del Instituto Geográfico Nacional José Joaquín Hungría Morell (IGN-JJHM).









www.ros.com.do ✉ ros@ros.com.do 📘 rossegurosyc consultoria 📺 rosseguros

SANTO DOMINGO

Av. Winston Churchill 1020.
(809) 567-1021
Galería 360 - 2do. Nivel.
Av. John F. Kennedy

SUCURSAL SANTIAGO

Calle Doctor Arturo Grullón
#31, Jardines Metropolitanos.
(809) 581-7703

SUCURSAL LA ROMANA

Gregorio Luperón #4, Piso 1
Departamento 1N, Patio Panatlantic,
La Romana. (809) 550-3320

SUCURSAL PUNTA CANA

Boulevard 1ro. de Noviembre,
edificio Gal Business, segundo nivel
local 17 C, Punta Cana Village.

GRACIAS A NUESTROS PATROCINADORES Y ALIADOS
ESTRATÉGICOS POR HACER POSIBLE ESTE PROYECTO DE VITAL
IMPORTANCIA PARA EL PAÍS:



