

Consultoría para el Desarrollo de Escenarios Socioeconómicos y Análisis de Vulnerabilidad y Riesgos Climáticos para la Identificación de Soluciones de Adaptación a Nivel Nacional, Sectorial y Subnacional en la República Dominicana

Producto 2. Propuesta de metodología para (1) construcción de los escenarios socioeconómicos, (2) desarrollo de los análisis de riesgo y vulnerabilidad y (3) priorización de los territorios objeto de intervención

Julio 2021



ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 5 |
| 1.1 LA IMPORTANCIA DE LOS ESCENARIOS | 5 |
| 1.1.1 Tercera Comunicación Nacional | 6 |
| 2. METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS SOCIOECONÓMICOS A NIVEL NACIONAL, REGIONAL, PROVINCIAL Y PARA LOS TERRITORIOS OBJETO, CONSIDERANDO LOS MODELOS SRES Y SSP | 7 |
| 2.1 ESTADO DEL ARTE INTERNACIONAL Y DOMÉSTICA | 7 |
| 2.2 ANÁLISIS DE EXPERIENCIAS INTERNACIONALES DE ESCENARIOS SOCIOECONÓMICOS | 8 |
| 2.3 LECCIONES APRENDIDAS | 11 |
| 2.4 PROPUESTA DE MODELIZACIÓN Y DESARROLLO CUANTITATIVO DE ESCENARIOS SOCIOECONÓMICOS A NIVEL NACIONAL, REGIONAL, PROVINCIAL Y PARA LOS TERRITORIOS OBJETO EN REPÚBLICA DOMINICANA | 11 |
| 2.4.1 Indicadores a nivel nacional | 11 |
| 2.4.2 Indicadores a nivel subnacional (regiones, provincias y territorios objeto) | 13 |
| 2.4.3 Propuesta de indicadores a nivel nacional y subnacional | 13 |
| 3. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL ANÁLISIS DE RIESGO PARA LOS SECTORES Y SISTEMAS PRIORIZADOS PARA LOS TERRITORIOS OBJETO | 14 |
| 3.1 MARCO CONCEPTUAL DEL ANÁLISIS DE RIESGO FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO | 14 |
| 3.1.1 Marco general del IPCC | 14 |
| 3.2 PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL ANÁLISIS DE RIESGO FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO | 16 |
| 3.2.1 Paso 1: Identificación y selección de indicadores | 18 |
| 3.2.2 Paso 2: Identificación y elaboración de los diagramas de flujo del riesgo | 19 |
| 3.2.3 Paso 3: selección y evaluación de indicadores para caracterizar la peligrosidad-impacto | 25 |
| 3.2.4 Paso 4: selección y evaluación de indicadores para caracterizar la exposición | 27 |
| 3.2.5 Paso 5: selección y evaluación de indicadores para caracterizar la vulnerabilidad | 29 |
| 3.2.6 Paso 6: selección y evaluación de indicadores para caracterizar las consecuencias y el nivel de riesgo | 29 |
| 4. METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE 10 TERRITORIOS OBJETO DE INTERVENCIÓN, EN FUNCIÓN DE SU VULNERABILIDAD Y OTROS CRITERIOS RELEVANTES, COMO POBLACIÓN VULNERABLE, PRIORIDADES DEL GOBIERNO E INFORMACIÓN DE RIESGOS | 31 |
| 4.1 METODOLOGÍA DE SELECCIÓN DE TERRITORIOS OBJETO | 31 |

| | |
|--|-----------|
| 4.1.1 Paso 1: Identificación de criterios..... | 33 |
| 4.1.2 Paso 2: Identificación de territorios | 33 |
| 4.1.3 Paso 3: Priorización y propuesta preliminar | 39 |
| 4.1.4 Paso 4: Validación de la metodología y la propuesta preliminar | 43 |
| 5. REFERENCIAS | 48 |
| ANEXO 1. RCP y SSP: CARACTERÍSTICAS Y NEXO | 51 |
| ANEXO 2. REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN INTERNACIONAL Y DOMÉSTICA | 53 |
| ANEXO 3. ESCENARIOS REGIONALES Y LOCALES DESDE LO GLOBAL: | |
| ENFOQUES Y EXPERIENCIAS..... | 57 |
| AUSTRIA | 57 |
| BARENTS | 58 |
| JAPÓN | 59 |
| NUEVA ZELANDA..... | 61 |
| REINO UNIDO | 63 |
| SUDESTE ASIÁTICO | 65 |

FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Marco conceptual del riesgo | 15 |
| Figura 2. Propuesta metodológica y pasos del flujo de trabajo..... | 18 |
| Figura 3. Ejemplo de diagrama de flujo para la evaluación del riesgo de inundación por precipitación extrema | 21 |
| Figura 4. Ejemplo de diagrama de flujo para la evaluación del riesgo de inundación por eventos costeros extremos | 22 |
| Figura 5. Ejemplo de diagrama de flujo para la evaluación del riesgo de olas de calor por temperaturas extremas..... | 23 |
| Figura 6. Ejemplo de diagrama de flujo para la evaluación del riesgo de daños por vientos extremos | 24 |
| Figura 7. Ejemplo de matriz de riesgo para la valoración de los impactos..... | 26 |
| Figura 8. Proceso de agregación de indicadores | 30 |
| Figura 9. Ejemplos de uso de indicadores para la evaluación del riesgo | 31 |
| Figura 10. Regiones Únicas de Planificación propuestas en proyecto de ley | 32 |
| Figura 11. Mapa arrocero nacional | 37 |
| Figura 12. Regiones Hidrográficas de la República Dominicana | 38 |
| Figura 13. Cuencas Hidrográficas Prioritarias | 39 |
| Figura 14. Propuesta preliminar de territorios objeto. Propuesta A..... | 41 |
| Figura 15. Propuesta preliminar de territorios objeto. Propuesta B | 42 |
| Figura 16. Trayectorias socioeconómicas compartidas..... | 51 |
| Figura 17. Regiones Únicas de Planificación..... | 55 |
| Figura 18. Proceso seguido para construir escenarios socioeconómicos nacionales en Austria | 58 |
| Figura 19. Proceso para la contrucción de narrativas regionales en Barents | 59 |
| Figura 20. Trayectorias Socioeconómicas Compartidas | 60 |
| Figura 21. Lista larga de variables en Reino Unido | 64 |
| Figura 22. Lista priorizada de variables en Reino Unido..... | 64 |

TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Estado del Arte | 7 |
| Tabla 2. Experiencias internacionales | 9 |
| Tabla 3. Niveles de detalle y estudio en el análisis de riesgo frente al cambio climático | 16 |
| Tabla 4. Ejemplos de indicadores de impacto | 25 |
| Tabla 5. Horizontes temporales y escenarios a considerar en el estudio de la peligrosidad e impactos | 27 |
| Tabla 6. Ejemplos de indicadores de exposición y variables utilizables para su determinación | 28 |
| Tabla 7. Ejemplos de indicadores de vulnerabilidad y variables utilizables para su determinación | 29 |
| Tabla 8. Ejemplo de escalas cuantitativas y cualitativas para la normalización de indicadores | 30 |
| Tabla 9. Municipios más poblados Región Metropolitana | 34 |
| Tabla 10. Municipios más poblados Región Cibao Norte | 34 |
| Tabla 11. Municipios más poblados Región Cibao Central | 34 |
| Tabla 12. Municipios más poblados Región Este | 34 |
| Tabla 13. Municipios más poblados Región Suroeste | 35 |
| Tabla 14. Siembra, cosecha y producción de arroz (2020) | 36 |
| Tabla 15. Territorios objeto (Propuesta A) | 40 |
| Tabla 16. Territorios objeto (Propuesta B)..... | 41 |
| Tabla 17: Selección final de territorios objeto | 47 |
| Tabla 18. Trayectorias de Concentración Representativas y sus características..... | 51 |
| Tabla 19. Vínculos entre los SSP y las RCP | 52 |
| Tabla 20. Potenciales indicadores para construir narrativas | 62 |

1. INTRODUCCIÓN

Este documento constituye el informe derivado de la Actividad 3 de la consultoría: Diseñar el enfoque metodológico.

Este diseño se ha planteado teniendo presente los siguientes **objetivos** finales:

- a) La construcción de **escenarios socioeconómicos** a nivel nacional, regional, provincial y para los territorios objeto, considerando los modelos SRES y SSP.
- b) El desarrollo de **análisis de vulnerabilidad y riesgo** para los sectores y sistemas priorizados a nivel regional y para los territorios objeto.
- c) La **identificación de 10 territorios objeto** de intervención, en función de su vulnerabilidad y otros criterios relevantes, como población vulnerable, prioridades del gobierno e información de riesgos.

En la siguiente sección se aborda el primero de los objetivos planteados, es decir, se presenta la metodología para la construcción de escenarios socioeconómicos, considerando el ámbito nacional, regional y provincial de los territorios objetos, y los modelos SRES y SSP. Como primer paso, se lleva a cabo una revisión de literatura tanto internacional como doméstica, para posteriormente analizar distintas experiencias internacionales con relación a este tipo de escenarios. Esta sección finaliza con la propuesta de modelización y desarrollo cuantitativo de escenarios socioeconómicos, ofreciendo indicadores para distintos niveles de cobertura geográfica (nacional, regional, provincial y territorios objeto).

Con el enfoque sobre los territorios objeto, en la Sección 3 se procede con la metodología para el desarrollo del análisis de riesgo en los sectores y sistemas priorizados. Así, esto permite cubrir el segundo objetivo. Partiendo de la descripción del marco conceptual (el presentado por parte del IPCC), el cual constituye la base, se pasa a continuación a desarrollar cada uno de los seis pasos que conforman la correspondiente propuesta metodológica.

Por último, se desarrolla la metodología para identificar y priorizar 10 territorios objeto de intervención, siguiendo criterios tales como vulnerabilidad, población vulnerable, prioridades del gobierno e información de riesgo. Al igual que con la metodología descrita en la sección 3, se expone cada uno de los pasos a seguir para alcanzar, en este caso, el último de los objetivos.

1.1 LA IMPORTANCIA DE LOS ESCENARIOS

Los escenarios de cambio climático representan “una descripción coherente, internamente consistente y plausible de un posible estado futuro del mundo” (Carter et al., 1994). Permiten predecir el modo en que esas transformaciones afectarán al clima y las consecuencias que estas variaciones podrán tener sobre los ecosistemas y las sociedades. Los escenarios presentan alternativas, con base en supuestos, de cómo evolucionará el mundo. Si bien se busca conocer la probabilidad de ocurrencia de un futuro determinado, son pronósticos a los que no se les asocian probabilidades.

Tradicionalmente se han estimado tres tipos de escenarios: escenarios de emisiones de GEI, escenarios de clima y escenarios de impacto o adaptación. Los **escenarios de emisiones** buscan describir las trayectorias futuras de emisiones de GEI mediante modelos que examinan las interacciones entre una síntesis de variables que dan cuenta de las fuerzas motoras claves como la economía, la tecnología o la población (Moss et al., 2010). Los escenarios de emisiones alimentan los **escenarios climáticos**, que consideran cómo cambiarán en las condiciones climáticas (temperatura, precipitación, etc.) como resultado de las emisiones. Los **escenarios**

de impacto o adaptación dan cuenta de los efectos esperados del cambio climático sobre determinadas variables, grupos o zonas geográficas (Moss et al., 2010).

El uso de escenarios ha atravesado distintas etapas. Durante más de 10 años, los escenarios de referencia utilizados fueron los desarrollados en el informe especial del IPCC denominados “Informes Especiales sobre Escenarios de Emisiones” (SRES¹ por sus siglas en inglés– *Special Report on Emissions Scenarios* –) (IPCC, 2000). Sin embargo, en 2006 el IPCC cambió el enfoque, para, entre otras razones, dar más importancia a los escenarios desde el punto de vista de la elaboración de políticas y abordar las necesidades y oportunidades de los escenarios en dos escalas temporales diferentes² (véase el informe [Towards New Scenarios for Analysis of Emissions, Climate Change, Impacts, and Response Strategies](#)).

Este cambio de enfoque se desarrolló en tres fases:

- Fase 1. Desarrollo de un grupo de escenarios que contuviera emisiones, concentración y trayectorias de usos del suelo. A este grupo de escenarios se les ha denominado “Trayectorias de Concentración Representativas” (RCP por sus siglas en inglés – *Representative Concentration Pathways* –³).
- Fase 2. Ejecución de modelos climáticos y desarrollo de nuevos escenarios socioeconómicos denominados “Trayectorias Socioeconómicas Compartidas” (SSPs por sus siglas en inglés – *Shared Socioeconomic Pathways* –). Una novedad importante de los escenarios socioeconómicos es que integran los dos retos principales de la política climática: la mitigación y la adaptación.
- Fase 3. Integración y disseminación.

El resultado de este proceso son cuatro RCP principales y cinco escenarios socioeconómicos (de SSP1 a SSP5). En este sentido, los RCP se deben integrar con los nuevos escenarios socioeconómicos (véase el Anexo 1 para una explicación más detallada).

1.1.1 Tercera Comunicación Nacional

En la [Tercera Comunicación Nacional para la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático](#) (CMNUCC) se incluyeron análisis básicos de Vulnerabilidad y Adaptación para los sectores Turismo y Salud, así como para los Sistemas Costeros-Marinos a nivel nacional.

Como parte de los compromisos que adquirió República Dominicana al ratificar la CMNUCC, el país se está preparando para elaborar una cuarta comunicación nacional, la cual debe tener entre sus objetivos realizar el informe nacional sobre los aspectos de cambio climático atinentes en el país, de acuerdo con las guías que para este fin aprobó CMNUCC. De este modo, el país

¹ Los SRES son escenarios que, aunque no representan una/s determinadas políticas climáticas, pueden utilizarse como referencia para proyecciones futuras de los impactos tanto del cambio climático como de otras políticas. Se clasifican en cuatro familias (A1, A2, B1 y B2) que a su vez comprenden 40 escenarios específicos, cada uno de los cuales hace diferentes supuestos sobre crecimiento económico, aumento de población, desarrollo tecnológico, energía y cambios de usos del suelo hasta 2100. Estos escenarios se utilizaron en el tercer informe de evaluación (TAR) y el cuarto informe de evaluación (AR4).

² “A corto plazo” – hasta 2035 – y “a largo plazo” – hasta 2100, ampliado hasta 2300 para algunas aplicaciones –.

³ Se denominan “trayectorias” para destacar que su objetivo principal es proporcionar proyecciones dependientes del tiempo de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera. Además, este mismo término pretende subrayar que no sólo interesa un resultado específico de concentración o forzamiento radiativo (o climático) a largo plazo (por ejemplo, el nivel de estabilización), sino también la trayectoria que se sigue a lo largo del tiempo para alcanzar ese resultado. Por su parte, son “representativos” en el sentido de que son uno de varios escenarios diferentes que tienen características similares de forzamiento radiativo y emisiones. Estos nuevos escenarios son importantes en tanto en cuanto el IPCC pidió que fueran “compatibles con toda la gama de escenarios de estabilización, mitigación y emisiones de referencia disponibles en la literatura científica actual”.

tendrá un informe actualizado que le sirva para resaltar y diseminar las preocupaciones sobre el cambio climático a una amplia audiencia nacional e internacional.

2. METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS SOCIOECONÓMICOS A NIVEL NACIONAL, REGIONAL, PROVINCIAL Y PARA LOS TERRITORIOS OBJETO, CONSIDERANDO LOS MODELOS SRES Y SSP

Esta sección se compone de tres tareas:

1. Revisión de **documentación internacional y doméstica**;
2. Análisis de **experiencias internacionales** de escenarios socioeconómicos; y
3. Propuesta de **modelización y desarrollo cuantitativo de escenarios socioeconómicos** a nivel nacional, regional, provincial y para los territorios objeto.

2.1 ESTADO DEL ARTE INTERNACIONAL Y DOMÉSTICA

A continuación, en la Tabla 1 se resumen algunos de los principales documentos y fuentes de datos que han sido consultados, y que sirven como base y referencia tanto para la elaboración de la metodología como para el desarrollo de escenarios socioeconómicos. En el Anexo 2 se puede encontrar información más detallada al respecto.

- PNUD. Developing Socioeconomic Scenarios: For Use in Vulnerability and Adaptation Assessments (Malone et al., 2004).
(<https://www.unccllearn.org/wp-content/uploads/library/undp19.pdf>)
- PNUD. Assessing Current and Changing Socio-Economic Conditions (Capítulo 6) (Lim et al., 2005).
(<https://www4.unfccc.int/sites/NAPC/Documents%20NAP/General/apf%20technical%20paper06.pdf>)
- Socio-economic Scenarios for Climate Change Impact Assessment - A guide to their use in the UK Climate Impacts Programme (2000).
(https://www.ukcip.org.uk/wp-content/PDFs/socioeconomic_tec.pdf)
- Puntos Críticos para la Vulnerabilidad a la Variabilidad y Cambio Climático en la República Dominicana y su Adaptación al mismo (USAID, TNC, IDDI) (Itzzo et al., 2013).
(<https://fundacionplenitud.org/document/puntos-criticos-para-la-vulnerabilidad-a-la-variabilidad-y-al-cambio-climatico-en-la-republica-dominicana-y-su-adaptacion-al-mismo-2013-usaid-tnc-iddi-plenitud/>)
- Proyecto de Ley de Regiones Únicas de Planificación para la República Dominicana.
(<https://topodata.com/wp-content/uploads/2019/10/anteproyecto-de-ley-regiones-unicas-de-planificacion.pdf>)
- Datos y escenarios socioeconómicos del Centro de Distribución de Datos (DDC) del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC).
(<https://www.ipcc-data.org/>)
- Datos Socioeconómicos y Centro de aplicaciones del Centro para una Red Internacional de Información sobre Ciencias de la Tierra (CIESIN).
(<http://www.ciesin.org/>)

Tabla 1. Estado del Arte

| | Enfoque metodológico | Escalas |
|---|---|--|
| Developing Socioeconomic Scenarios: For Use in Vulnerability and Adaptation Assessments | <ul style="list-style-type: none"> Enfoques para el desarrollo de escenarios futuros: sin cambio climático, con cambio climático y con adaptación. Enfoque de escenarios sectoriales: uso de indicadores cuantitativos para calcular la seguridad alimentaria. | Local, sectorial, regional y nacional |
| Assessing Current and Changing Socio-Economic Conditions | <p>Orientación en 3 áreas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Caracterización de las condiciones socioeconómicas y los impulsores con indicadores. Relación entre estos indicadores y análisis de vulnerabilidad y clima. Integración de la adaptación al cambio climático con los objetivos de desarrollo sostenible. <p>Enfoques cualitativos o mixtos cuantitativos/cualitativos.</p> | Relevante para escalas más pequeñas |
| Socio-economic Scenarios for Climate Change Impact Assessment - A guide to their use in the UK Climate Impacts Programme | <ul style="list-style-type: none"> Importancia del uso de los escenarios socioeconómicos en los estudios de impactos del cambio climático. Proceso de consulta para los escenarios regionales. | Escenarios a nivel nacional y regional |
| Puntos Críticos para la Vulnerabilidad a la Variabilidad y Cambio Climático en la República Dominicana y su Adaptación al mismo | <ul style="list-style-type: none"> 6 sectores prioritarios a nivel provincial en Rep. Dominicana. Indicadores biofísicos y socioeconómicos. Índice de vulnerabilidad. Identificación de puntos claves para sugerir medidas. | Nacional y regional (provincial) |
| Proyecto de Ley de Regiones Únicas de Planificación para la República Dominicana | <ul style="list-style-type: none"> Organización, composición y delimitación de las regiones únicas de planificación. Orientación de políticas, planes, programas y proyectos de inversión pública, para unificar las políticas y, así, asegurar un desarrollo sostenible y una mayor cohesión territorial. | Nacional, regional y local |
| Datos y escenarios socioeconómicos del Centro de Distribución de Datos (DDC) del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático | <ul style="list-style-type: none"> Proporciona datos climáticos, socioeconómicos y ambientales. Datos pasados y escenarios proyectados hacia el futuro. Directrices técnicas sobre la selección y el uso de diferentes tipos de datos y escenarios. | Global, country and regional |
| Datos Socioeconómicos y Centro de aplicaciones del Centro para una Red Internacional de Información sobre Ciencias de la Tierra | <ul style="list-style-type: none"> Intersección de las ciencias sociales, naturales y de la información: gestión de datos e información en línea. Integración y capacitación de datos espaciales. | Global and regional |

Fuente: elaboración propia

2.2 ANÁLISIS DE EXPERIENCIAS INTERNACIONALES DE ESCENARIOS SOCIOECONÓMICOS

Las SSP se centran en descripciones cualitativas de los cambios futuros en la demografía, el desarrollo humano, la economía, el estilo de vida, el gobierno y las instituciones, la tecnología, y el medio ambiente y los recursos naturales. En las SSP se describen las condiciones futuras

plausibles a nivel de grandes regiones del mundo con la idea de que esas descripciones sean útiles para crear escenarios integrados de emisiones y utilización de la tierra, así como para los análisis del impacto climático, la adaptación y la vulnerabilidad a otras escalas.

Sin embargo, como ocurre con los RCP, los SSP han sido desarrollados a nivel global. La aplicación de la arquitectura y los escenarios globales es válida para analizar los riesgos del cambio climático a nivel global, pero su idoneidad es discutible cuando se aplica a otros niveles geográficos porque no tienen en cuenta consideraciones regionales y/o locales que pueden tener un efecto significativo en los riesgos e impactos del cambio climático a esas escalas.

Así, resulta necesario reflejar las condiciones únicas y el posible desarrollo de un país dentro de un conjunto de trayectorias de desarrollo socioeconómico globales, de ahí la importancia de contar con escenarios socioeconómicos a escala regional y/o local. En definitiva, se trata de elaborar versiones revisadas (la denominada versión extendida) de los escenarios socioeconómicos globales que incluyan narrativas que tengan en cuenta los principales factores de cambio o impulsores de la región para que puedan ser utilizados por los gobiernos en el desarrollo de sus políticas.

Es en este contexto en el que se han desarrollado diversos estudios basados en la arquitectura SSP y aplicados a nivel regional o subnacional. Estos estudios emplean diferentes enfoques para pasar de escenarios socioeconómicos globales a escenarios de alcance nacional o local (véase el Anexo 3 para un análisis más exhaustivo de los enfoques y los resultados).

En esta sección, se analizan las **experiencias de desarrollo de escenarios socioeconómicos a un nivel geográfico inferior al mundial**. La utilidad de este ejercicio radica en la importancia de poder extraer ejemplos de éxito que puedan servir de referencia para su aplicación en República Dominicana. Por ejemplo, la combinación de un enfoque de arriba hacia abajo con un enfoque de abajo hacia arriba que tiene en cuenta el conocimiento de agentes nacionales sectoriales o la agrupación de factores de cambio a través de talleres con agentes, entre otros. También puede ayudar a detectar puntos débiles o deficiencias de las metodologías sobre las que sería recomendable avanzar.

En la Tabla 2 se resumen los principales aspectos de las experiencias analizadas (en el Anexo 3 se expone más detalladamente cada estudio).

Tabla 2. Experiencias internacionales

| País/región | Resumen |
|----------------|--|
| Austria | <ul style="list-style-type: none"> • Estimación de los costes del cambio climático a nivel nacional: escenarios socioeconómicos + escenarios climáticos. • Escenarios socioeconómicos: enfoque de arriba hacia abajo + enfoque de abajo hacia arriba. Tienen en cuenta el conocimiento de agentes nacionales sectoriales. <ul style="list-style-type: none"> ○ Es un buen ejemplo para ser considerado en el caso de Rep. Dominicana. • Parten del escenario global SSP2 (escenario medio) para, a partir de ahí, construir el escenario de referencia nacional. • El escenario de referencia fue compartido y debatido con expertos sectoriales: determinaron rangos de valores posibles en 2030 y 2050. • Escenarios para: crecimiento económico, población y empleo, precio de la energía, del CO₂ y de productos agrícolas, edificios e infraestructuras de transporte, superficie agrícola y forestal, asentamientos urbanos y zonas industriales. |
| Barents | <ul style="list-style-type: none"> • Enfoque: uso de narrativas de escenarios globales para la parte climática y para definir las condiciones de referencia (enfoque de arriba hacia abajo) + talleres participativos. |

| | |
|-------------------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none">○ SSP globales (SSP1, SSP3, SSP4 y SSP5) como referencia para desarrollar escenarios SSP locales ampliados.○ Participación de actores locales y regionales en la identificación y descripción de los 2 factores del cambio más relevantes. Es un buen ejemplo para el presente estudio. |
| Japón | <ul style="list-style-type: none">● Enfoque: talleres de trabajo con agentes locales para describir (1) los factores del cambio (inteligencia artificial, salud, avances en tecnología de genomas, conducción automática, educación, gobernanza, desmaterialización y diversidad) y (2) las narrativas básicas de los SSP (población y PIB a escala nacional) – SSP nacionales y subnacionales.<ul style="list-style-type: none">○ Es un buen ejemplo para ser considerado en el caso de Rep. Dominicana.● Escenarios socioeconómicos: enfoque de arriba hacia abajo + enfoque de abajo hacia arriba.● Proyecciones a largo plazo (2100) de la población, el PIB y el desarrollo urbano para cada SSP de Japón.● Proyección de las narrativas y los factores socioeconómicos del cambio asociados a dichas narrativas utilizando modelos de evaluación integrados. |
| Nueva Zelanda | <ul style="list-style-type: none">● Escenarios climáticos (RCP) + Escenarios socioeconómicos (SSP) nacionales hasta 2100.● Tiene en cuenta: gobernanza, tradiciones culturales particulares e idiosincrasia del país.● Enfoque: parte de escenarios globales existentes y se modifican considerando las características internas del país, recabadas mediante talleres participativos.<ul style="list-style-type: none">○ Es un buen ejemplo para ser considerado en el caso de Rep. Dominicana.● Narrativas para 6 escenarios probables: combinaciones de RCP, SSP y condiciones internas.<ul style="list-style-type: none">○ Se seleccionaron las 4 más probables.● Añadir elementos cualitativos y cuantitativos a las narrativas: útil para que los escenarios respondan a las necesidades de los decisores públicos.<ul style="list-style-type: none">○ Cuantitativos:<ul style="list-style-type: none">✓ Modelos climáticos con proyecciones en cuadrículas de 5 km.✓ SSP: construir indicadores de abajo hacia arriba que reflejen las condiciones específicas nacionales. Para ello: seleccionar indicadores nacionales (taller) → calibrar el modelo.○ Cualitativos: investigadores. |
| Reino Unido | <ul style="list-style-type: none">● Conjunto de narrativas: tendencias semicuantitativas, cuantificaciones para variables específicas y visualizaciones de las interrelaciones entre esas variables para un conjunto anidado de SSP específicos del país que son consistentes con el contexto global / europeo.<ul style="list-style-type: none">○ Resiliencia climática de Reino Unido: revisión literatura + taller con expertos.<ul style="list-style-type: none">✓ En el taller, los factores de cambio analizados fueron: infraestructura (incluido transporte), uso del suelo, salud, demografía y sociedad y energía.✓ Lista larga de variables cualitativas y cuantitativas agrupadas en 5 temas: sociedad, economía, energía y tecnología, medio ambiente y políticas e instituciones.✓ Agrupar las variables en función de su relevancia para los escenarios (de su relación con la resiliencia).✓ Debate○ Este formato de taller puede ser un buen ejemplo para la consultoría. |
| Sudeste asiático | <ul style="list-style-type: none">● Proceso de escenarios participativos: múltiples factores + estados-factores + modelos múltiples para crear y cuantificar 4 escenarios regionales.● 30 agentes para explorar los principales factores del cambio a nivel regional.● Crear escenarios para poner a prueba y elaborar políticas y estrategias de inversión (en sistemas agrícolas y alimentarios) y explorar posibles compensaciones ambientales.<ul style="list-style-type: none">○ Modelos económicos agrícolas mundiales de equilibrio parcial + Modelo de alta resolución de uso de la tierra y cobertura de la tierra → Vinculación con escenarios socioeconómicos y climáticos mundiales. |

○ Entrevistas previas al taller.

Fuente: elaboración propia

2.3 LECCIONES APRENDIDAS

De la revisión de la literatura internacional y doméstica, así como de los estudios de caso que abordan el desarrollo de escenarios socioeconómico, se pueden extraer las siguientes lecciones para su posible aplicación en el caso de República Dominicana:

- Combinar un **enfoque de arriba hacia abajo** (escenarios socioeconómicos globales) con un **enfoque de abajo hacia arriba** (procesos participativos para incorporar las condiciones regionales o locales) resulta de gran utilidad para desarrollar escenarios SSP a escala nacional, regional o local. Por ello, es un buen ejemplo que podría ser considerado para el caso de República Dominicana.
- La mayoría de los estudios de caso desarrollan los escenarios mediante narrativas. En cambio, en pocos estudios se realizan **escenarios socioeconómicos extendidos cuantitativos** y, dentro de los que los hacen, ninguno se centra en República Dominicana y sus subregiones. En este sentido, la presente consultoría es un paso adelante, ya que uno de sus principales objetivos consiste precisamente en construir estos escenarios cuantitativos.
- Conocer las aportaciones de los **agentes nacionales y locales** es fundamental. Prácticamente todos los casos analizados integran un panel de expertos tanto para la descripción de los escenarios como para la estimación de los valores de los principales indicadores de los escenarios. En esta línea, la realización del taller participativo viene enmarcado en este objetivo de conocer las características internas del país para integrarlas en los escenarios, debatir y consensuar la metodología a aplicar, los factores del cambio y los indicadores más importantes.

2.4 PROPUESTA DE MODELIZACIÓN Y DESARROLLO CUANTITATIVO DE ESCENARIOS SOCIOECONÓMICOS A NIVEL NACIONAL, REGIONAL, PROVINCIAL Y PARA LOS TERRITORIOS OBJETO EN REPÚBLICA DOMINICANA

A continuación, se describen las líneas generales de la propuesta para modelar y proyectar los indicadores seleccionados para República Dominicana para los periodos 2021-2040 y 2041-2080, que serían utilizados en los análisis de vulnerabilidad y riesgos del cambio climático en el país. Se comienza por los indicadores estimados en nivel nacional para continuar con la estrategia para proyectar los mismos indicadores al nivel subnacional (región y/o provincias y territorios objeto).

2.4.1 Indicadores a nivel nacional

El punto inicial consiste en utilizar las proyecciones de elementos básicos (ej. PIB y población) en los escenarios oficiales de SSP (de SSP1 a SSP5). Estos escenarios están disponibles hasta el año 2100. Así, siempre que sea posible, se desarrollarán modelos econométricos relacionando series históricas para cada indicador propuesto con el PIB per cápita en los mismos periodos. Una vez que se hayan obtenido modelos bien calibrados y coeficientes estadísticamente significativos, se utilizarán estos coeficientes junto con las proyecciones de PIB per cápita de

los SSP para inferir los indicadores en el futuro y sus intervalos de confianza. Por ejemplo, si se dispone de datos históricos de población bajo el umbral de la pobreza⁴ y se consigue un modelo bien ajustado relacionando esta variable con el PIB per cápita, entonces se podrá proyectar la población bajo el umbral de la pobreza al futuro una vez que se tengan las proyecciones oficiales de PIB per cápita disponibles en las SSP hasta el año 2100.

Se iniciará este proceso con el ajuste para valores anuales de las proyecciones de PIB y población de los SSP, que están disponibles para cada cinco años. Para eso, se interpolarán los valores entre cada quinquenio entre 2020 y 2080. El método propuesto es la interpolación asumiendo crecimiento anual constante entre cada periodo de cinco años. De esa manera se contará con proyecciones anuales del PIB y población en nivel nacional hasta el año 2080.

En la literatura existen varias posibilidades de modelos y test para tratar series temporales. Una de ellas, por su robustez, simplicidad y sencillez, es el modelo de regresión por **Mínimos Cuadrados Ordinarios** (OLS por sus siglas en inglés – *Ordinary Least Square* –⁵) con tratamiento de posible y probable correlación entre los términos de error o residuos.

Los datos en serie temporal suelen contener una “memoria” o efecto temporal, lo que implica que el valor en un periodo de tiempo puede estar correlacionado al valor en un periodo de tiempo anterior. Así, el residuo de una observación (la diferencia entre el valor observado y el valor estimado en la regresión) puede estar correlacionado al residuo de observaciones anteriores – llamada auto correlación serial. En presencia de auto correlación serial, los modelos OLS pierden una de sus más importantes características, la eficiencia, o lo que es lo mismo, el poder de estimar proyecciones con errores mínimos.

Para que el modelo sea lo más eficiente posible y se puedan obtener coeficientes e intervalos de confianza válidos para realizar proyecciones, la modelización requiere tratar la auto correlación serial en los modelos OLS.

En resumen, la estrategia sugerida de modelización incluye:

- a) Una investigación previa de las **características de la serie** para identificar evidencias de comportamiento cíclico (*seasonality*) y la presencia de auto correlación de residuos (*stationarity*), utilizando para ello el test de Dickey-Fuller (*Augmented Dickey-Fuller test*)⁶.
- b) **Modelización** del indicador como variable dependiente y el PIB per cápita como variable explicativa principal, acrecido de variables necesarias para corregir la auto correlación serial (ej. tendencia temporal), *dummies* indicativas de estacionalidad o pulso (un efecto estructural en la serie) y valores anteriores (*lags*) de las variables dependientes e independientes). Serán testados modelos semi-log y log-log, como a seguir:

$$\text{Indicador} = \alpha + \beta_1 \cdot \log_e(\text{pibpercapita}) + \sum_{i=2}^n \beta_i \cdot X_i + \epsilon \quad [1]$$

⁴ Naciones Unidas define pobreza extrema como "la condición caracterizada por una privación severa de necesidades humanas básicas, incluyendo alimentos, agua potable, instalaciones sanitarias, salud, vivienda, educación e información. La pobreza depende no sólo de ingresos monetarios sino también del acceso a servicios" (ONU, 1995: 57). En este sentido, el Banco Mundial establece el umbral de pobreza extrema en el hecho de vivir con menos de 1.90 dólares al día (este umbral fue actualizado en 2015). También mide umbrales de pobreza de 3,20 y 5,50 dólares, que reflejan los umbrales de pobreza nacionales de los países de renta media-baja y media-alta. En todo caso, el estudio y, por ende, la definición en sí misma de pobreza, se adaptará a la disponibilidad de datos para la misma.

⁵ Mínimos Cuadrados Ordinarios es un método para estimar los parámetros desconocidos en un modelo de regresión lineal o no-lineal, mediante la minimización de la suma de los cuadrados de los errores (las diferencias entre los valores observados y los predichos por la función estimada). Gujarati, D.N. (2003).

⁶ Los test de Dickey-Fuller testan la hipótesis nula de que una raíz unitaria esté presente en una muestra de serie de tiempo. Una raíz unitaria es una característica de procesos estocásticos que pueden causar problemas en la inferencia estadística que involucra modelos de series de tiempo. Gujarati, D.N. (2003).

$$\log_e(\text{Indicador}) = \alpha + \beta_1 \cdot \log_e(\text{pibpercapita}) + \sum_{i=2}^n \beta_i \cdot X_i + \epsilon, \quad [2]$$

donde X_i son las variables para corrección de auto correlación serial mencionadas arriba.

- c) **Test para identificación de las características del modelo estimado**, principalmente la auto correlación de residuos generados por el modelo, con el test de *Durbin-Watson* alternativo⁷. Una vez identificada la auto correlación serial (de cualquier orden) en el modelo, se regresará al paso anterior hasta que se logre un modelo eficiente.
- d) **Proyección** del indicador utilizando los coeficientes estimados en la regresión y las proyecciones del PIB per cápita de en los escenarios SSP disponibles.

2.4.2 Indicadores a nivel subnacional (regiones, provincias y territorios objeto)

Una vez que se disponga de las proyecciones de los indicadores a nivel nacional, se harán las proyecciones a nivel subnacional (*downscaling*) a partir de datos históricos para los indicadores a nivel subnacional disponibles, para un periodo de tiempo suficiente como para desarrollar una regresión. Existen distintas opciones de modelos econométricos que se pueden utilizar. Uno de esos modelos es la **regresión de tendencia simple**:

$$\log\left(\frac{\text{Indicador}_{it}}{\text{Indicador}_{Nt}}\right) = \alpha + \beta \cdot t +, \quad [3]$$

donde Indicador_{it} es el valor del indicador en la región / provincia (i) al tiempo (t) e Indicador_{Nt} representa el indicador nacional en el tiempo (t). Una vez que el coeficiente (β) sea significativo, se podrá proyectar el indicador para las regiones / provincias. En general, este método se puede aplicar para variaciones moderadas en el indicador subnacional en relación con el indicador nacional.

En caso de disponer únicamente de un periodo de tiempo con informaciones a nivel subnacional para el indicador, se realizará una proyección simple asumiendo una tendencia constante entre el nivel nacional y subnacional observado:

$$\text{Indicador}_{it} = \left(\frac{\text{Indicador}_{i0}}{\text{Indicador}_{N0}}\right) * \text{Indicador}_{Nt} \quad [4]$$

2.4.3 Propuesta de indicadores a nivel nacional y subnacional

Los indicadores propuestos están basados en la disponibilidad de datos históricos en todos los niveles y sus relevancias para los modelos de vulnerabilidad y riesgos climáticos.

- Población (número y/o porcentaje de la población total⁸):
 - Total
 - Por género
 - Por grupos de edad
 - Bajo el umbral de la pobreza

⁷ La estadística de Durbin-Watson es un test que se utiliza para detectar la presencia de auto correlación en los errores en una regresión de serie temporal. Gujarati, D.N. (2003).

⁸ Para ello, se utilizarán datos oficiales de los Censos Nacionales de Población y Vivienda, así como otros estudios relacionados realizados por PNUD, MEPLYD y el Gabinete de Políticas Sociales del gobierno.

- Urbana / rural
- PIB
 - PIB per cápita
 - Consumo de energía eléctrica de las familias (en caso de no disponer de datos del PIB a nivel subnacional⁹)

3. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL ANÁLISIS DE RIESGO PARA LOS SECTORES Y SISTEMAS PRIORIZADOS PARA LOS TERRITORIOS OBJETO

El objetivo de esta sección es desarrollar la propuesta metodológica para el análisis de riesgo de los sectores priorizados a escala de los territorios objeto que, dentro de esta consultoría, se deberá realizar dentro de la Subactividad 6.2.

Para ello, se presenta a continuación una breve introducción al marco conceptual que sirve de referencia para el desarrollo de la presente propuesta metodológica (Apartado 3.1), que se pasará a describir con detalle a continuación (Apartado 3.2).

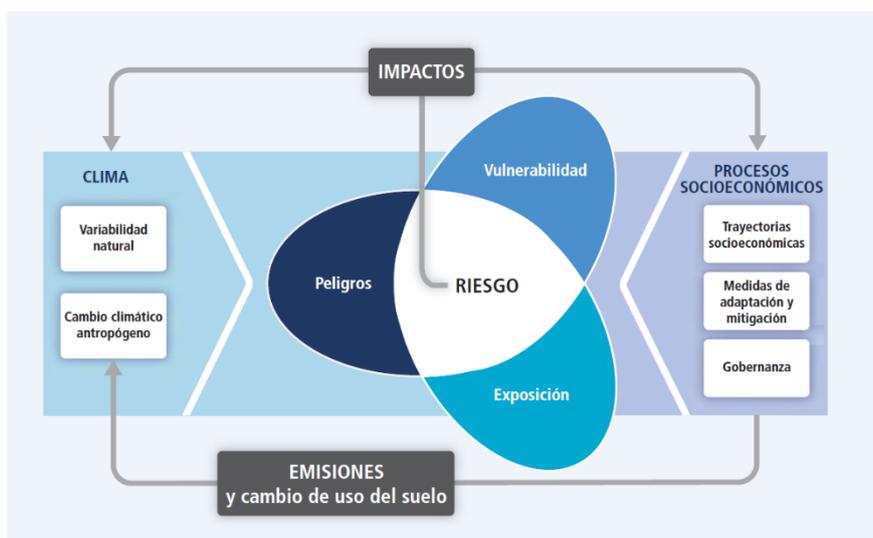
3.1 MARCO CONCEPTUAL DEL ANÁLISIS DE RIESGO FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

3.1.1 Marco general del IPCC

La metodología de análisis del riesgo frente al cambio climático que se propone en este estudio se basa en la adoptada por el Panel Intergubernamental para el cambio climático (IPCC de sus siglas en inglés – *Intergovernmental Panel on Climate Change* –), que describe el riesgo ante eventos climáticos como el resultado de la interacción entre una componente asociada a la peligrosidad climática (incluyendo eventos y tendencias), y la exposición y vulnerabilidad socioeconómica y medioambiental. Asimismo, cambios tanto en el sistema climático como en el socioeconómico a través de procesos de mitigación y/o adaptación implican cambios en la peligrosidad, exposición y/o vulnerabilidad del sistema (IPCC, 2014)

⁹ Si el dato de consumo de energía eléctrica de las familias no estuviese disponible, se evaluará la posibilidad de estimarlo contando también con expertos en la materia en el país.

Figura 1. Marco conceptual del riesgo



Fuente: IPCC (2014)

Esta propuesta supone un cambio con respecto a la anterior, puesto que el concepto de vulnerabilidad al cambio climático pasa de estar entendido como la integración de exposición, susceptibilidad y capacidad adaptativa, a definirse el riesgo como la integración de peligrosidad, exposición y vulnerabilidad.

A continuación, se recogen algunas definiciones sobre los conceptos anteriores y otros relacionados que permiten entender mejor el concepto de riesgo propuesto:

Peligro: Acaecimiento potencial de un suceso o tendencia físico de origen natural o humano, o un impacto físico, que puede causar pérdidas de vidas, lesiones u otros efectos negativos sobre la salud, así como daños y pérdidas en propiedades, infraestructuras, medios de subsistencia, prestaciones de servicios, ecosistemas y recursos ambientales. En el presente informe, el término peligro se refiere generalmente a sucesos o tendencias físicos relacionados con el clima o los impactos físicos de este.

Exposición: La presencia de personas; medios de subsistencia; especies o ecosistemas; funciones, servicios y recursos ambientales; infraestructura; o activos económicos, sociales o culturales en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente.

Vulnerabilidad: Propensión o predisposición a ser afectado negativamente. La vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos y elementos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación.

Impacto: Efecto en los sistemas naturales y humanos. En el presente informe, el término impacto se emplea principalmente para describir los efectos sobre los sistemas naturales y humanos de episodios meteorológicos y climáticos extremos y del cambio climático. Los impactos generalmente se refieren a efectos en las vidas, medios de subsistencia, salud, ecosistemas, economías, sociedades, culturas, servicios e infraestructuras debido a la interacción de los cambios climáticos o fenómenos climáticos peligrosos que ocurren en un lapso de tiempo específico y a la vulnerabilidad de las sociedades o los sistemas expuestos a ellos. Los impactos también se denominan consecuencias y resultados. Los impactos del cambio climático sobre los sistemas geofísicos, incluidas las inundaciones, las sequías y la elevación del nivel del mar, son un subconjunto de los impactos denominados impactos físicos.

Riesgo: Potencial de consecuencias en que algo de valor está en peligro con un desenlace incierto, reconociendo la diversidad de valores. A menudo el riesgo se representa como la probabilidad de acaecimiento de sucesos o tendencias peligrosos multiplicada por los impactos en caso de que ocurran tales sucesos o tendencias. Los riesgos resultan de la interacción de la vulnerabilidad, la exposición y el peligro (véase la figura 1). En el presente informe, el término riesgo se utiliza principalmente en referencia a los riesgos de impactos del cambio climático.

Adaptación: Proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación trata de moderar o evitar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En algunos sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y a sus efectos.

Transformación: Cambio en los atributos fundamentales de los sistemas naturales y humanos. En este resumen, la transformación podría reflejar paradigmas, objetivos o valores reforzados, alterados o armonizados dirigidos a promover la adaptación en pro del desarrollo sostenible, en particular la reducción de la pobreza.

Resiliencia: Capacidad de los sistemas sociales, económicos y ambientales de afrontar un suceso, tendencia o perturbación peligroso respondiendo o reorganizándose de modo que mantengan su función esencial, su identidad y su estructura, y conservando al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación.

3.2 PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL ANÁLISIS DE RIESGO FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

En la literatura y buena práctica común al análisis de riesgo frente al cambio climático existen tres niveles distintos de análisis, descritos en la Tabla 3. Un primer nivel (Nivel 1) se basa en una evaluación cualitativa, basada principalmente en criterio experto (que puede estar fundamentado en talleres participativos), con una aproximación al problema de tipo sencillo, donde se obtiene principalmente un análisis de la sensibilidad de distintos sectores al cambio climático.

Existen dos niveles, basados en evaluaciones cuantitativas, que mejoran los resultados de este análisis de Nivel 1. Un tipo de análisis, denominado Nivel 2, basa su desarrollo en indicadores para cada una de las componentes del riesgo, lo que generalmente requiere ya el empleo de variables numéricas basadas en bases de datos que deben estar disponibles (climáticas, socioeconómicas, ambientales, geográficas, etc.). Este nivel permite la obtención de los indicadores de consecuencias o riesgos de forma espacial, agregados por sector o unidad de estudio.

Por último, el mayor grado de detalle de un análisis de riesgos frente al cambio climático se obtiene con un análisis de Nivel 3, en el que se emplean bases de datos con muy alta resolución (tanto espacial como temporal) para la caracterización con alto grado de detalle de la peligrosidad, la exposición y la vulnerabilidad, y modelos de procesos para el estudio de los impactos.

Tabla 3. Niveles de detalle y estudio en el análisis de riesgo frente al cambio climático

| | NIVEL 1 | NIVEL 2 | NIVEL 3 |
|---------------------------|-------------|--|---|
| Tipo de evaluación | Cualitativa | Cuantitativa | Cuantitativa |
| Escala geográfica | Cualquiera | Preferentemente para ámbitos regionales o nacionales | Local o regional si se cuenta con grandes |

| | | | |
|-------------------------------|--|---|---|
| | | | recursos técnicos y financieros |
| Requerimiento de datos | Bajo | Medio | Elevado. Factor crítico |
| Tiempo de realización | Semanas a mes según disponibilidad de información y técnicas de trabajo | Entre 3 y 9 meses en función del área de estudio o la complejidad de los sectores considerados, así como de la información disponible | > 6 meses o incluso > 1 año si se requiere el levantamiento de información para la exposición/vulnerabilidad o la regionalización de la información climática |
| Nivel de gestión | Útil para informar políticas, para establecer una priorización de estudios posteriores o para generar conocimiento y concienciación sobre los riesgos del cambio climático en sistemas y sectores específicos. | Adecuado para análisis de riesgo de gran escala (> 100 km de costa); para identificar zonas de riesgos prioritarias o alimentar estrategias de adaptación | Necesario cuando la exposición y/o vulnerabilidad son extremadamente altas Implementación de un proyecto o medidas específicas de adaptación |
| Grado de incertidumbre | Alto | Alto-medio | La menor incertidumbre de entre los Niveles de análisis considerado |

Fuente: elaboración propia

La propuesta metodológica que se presenta en este documento utiliza un enfoque de análisis del riesgo del tipo Nivel 2, basado en el empleo de indicadores. En general, los indicadores son parámetros que proporcionan información sobre estados o condiciones específicas y su posible evolución. Cuando estos estados o afecciones no son directamente medibles, se utilizan indicadores sustitutivos también conocidos como *proxis*. En el análisis de riesgo que se plantea en esta propuesta metodológica se hace uso de indicadores con el objetivo de facilitar una evaluación cuantitativa de los efectos del cambio climático sobre el sistema en riesgo.

Para ello, es necesario definir indicadores que permitan caracterizar cada una de las componentes del riesgo (amenaza, exposición, impacto, vulnerabilidad y riesgo/consecuencias). Para evaluar el riesgo frente al cambio climático, se podrá comparar los cambios en los indicadores con respecto a estimaciones presentes o históricas ante diferentes escenarios de emisiones y horizontes temporales, o frente a umbrales críticos establecidos a partir de bases científicas, eventos históricos o recomendaciones.

La propuesta que se describe consta de 6 pasos, cuyo flujo de trabajo se puede observar en la Figura 2.

Figura 2. Propuesta metodológica y pasos del flujo de trabajo



Fuente. Elaboración propia

A continuación, se pasa a describir con detalle cada uno de los pasos propuestos.

3.2.1 Paso 1: Identificación y selección de indicadores

El proceso de selección de indicadores es, en general un proceso iterativo en el que, a partir de una lista inicial provisional se debe ir haciendo un proceso de selección que elimine aquellos no relevantes, bien porque no es factible su obtención o bien porque los datos disponibles no son suficientes o de calidad contrastada.

Una primera característica que deben cumplir los indicadores es que éstos deben ser específicos. Es decir, deben ser válidos, relevantes y representativos de la contribución del factor, estado o condición que se desea cuantificar. Además, otra de las características fundamentales que debe cumplir un indicador es que deben ser fiable y creíble, y con un significado preciso y debidamente aceptado por las partes interesadas en el análisis de riesgo.

Otros factores que considerar en la selección de indicadores son:

- Una apropiada cobertura y resolución espacial.
- Una apropiada cobertura y marco temporal.
- Su replicabilidad (para la posterior repetición de las evaluaciones de riesgos).
- La calidad de los datos disponibles para su obtención.
- Los recursos de tiempo y presupuesto necesarios para su obtención.

Para el análisis de riesgos del cambio climático en los territorios objeto de República Dominicana que se elijan, será necesario contar con indicadores para caracterizar las amenazas climáticas, que pueden obtenerse a partir de datos de observación o modelos en función de los requerimientos. Para la exposición, los indicadores que caractericen aspectos biofísicos o socioeconómicos del área en riesgo serán altamente dependientes de la disponibilidad de bases de datos de estadísticas nacionales, regionales o locales, o de caracterización de usos del suelo basadas en datos históricos. Asimismo, se deberá contar con indicadores para caracterizar la vulnerabilidad de los elementos expuestos y de los riesgos o consecuencias. Finalmente, será necesario contar con indicadores que caractericen adecuadamente la capacidad de adaptación del sistema.

A la hora de preparar una lista inicial de indicadores es necesario asociar a cada indicador un conjunto de metadatos que facilitarán el análisis de los factores antes descritos y muy especialmente su idoneidad y replicabilidad.

Entre estos metadatos se deben incluir los siguientes aspectos:

- **Descripción:** una breve descripción del indicador.
- **Componente de riesgo representado por el indicador:** (amenaza, exposición, impactos, vulnerabilidad, riesgo/consecuencias, capacidad de adaptación).
- **Razonamiento:** una breve explicación que justifique la selección del indicador.
- **Cobertura espacial:** la cobertura espacial necesaria para los datos del indicador.
- **Unidad de medida:** la unidad de medida o resolución espacial requerida.
- **Cobertura temporal:** la cobertura temporal requerida.
- **Monitorización:** el período necesario para actualizar los valores de los indicadores.
- **Tendencia:** una explicación de si una puntuación alta o baja del indicador disminuye o aumenta el riesgo.
- **Fuente de datos:** las fuentes de datos existentes y potenciales, cuando sea posible.
- **Valor inicial** del indicador para facilitar su monitoreo y evaluación.

3.2.2 Paso 2: Identificación y elaboración de los diagramas de flujo del riesgo

Un diagrama de flujo del riesgo es una herramienta analítica que ayuda a comprender mejor, sistematizar y priorizar los factores que conducen el riesgo en un sistema. Generalmente se representan como un esquema que permite identificar los componentes clave del marco conceptual presentado en la sección anterior. Esto se traduce en que, para cada impacto que ocasiona un riesgo, se identifican y representan las componentes de la peligrosidad que lo ocasionan, la exposición que puede verse afectada, y la vulnerabilidad que relaciona el nivel de daño sobre la exposición con la magnitud del impacto.

El desarrollo de diagramas de flujo del riesgo comprende cuatro pasos secuenciales:

1. Identificar impactos climáticos potenciales y riesgos,
2. Determinar peligros e impactos intermedios,
3. Determinar elementos expuestos del sistema socioeconómico y medioambiental, así como de otros sectores a analizar.
4. Determinar la vulnerabilidad de los sistemas anteriores (expuestos).

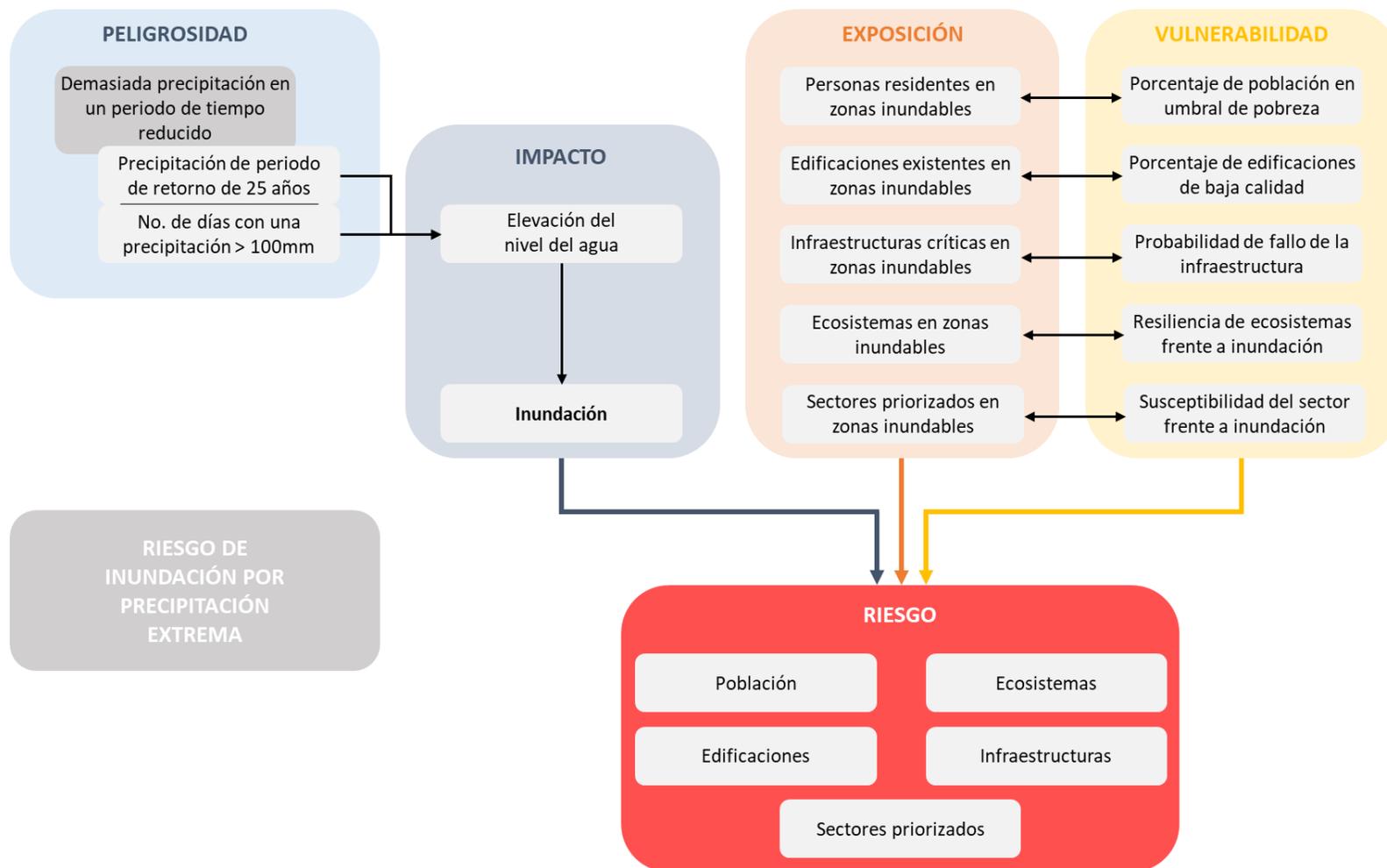
En las figuras siguientes se muestran algunos ejemplos de diagramas de flujo del riesgo para algunos impactos como son la precipitación extrema, los eventos costeros extremos (inundación costera debido a huracanes), las temperaturas extremas o el viento extremo.

La principal tarea de este segundo paso de la metodología será por tanto la elaboración de estos diagramas de flujo para los diferentes riesgos que se quieran considerar en los territorios objeto considerados. Estos riesgos para considerar se basarán en la evaluación preliminar de riesgo que se ha presentado dentro del Producto 1 de la presente consultoría, y que identificaba como los principales riesgos los asociados al aumento de la temperatura y disminución de la precipitación, así como los ocasionados por eventos costeros extremos.

En este momento de identificación de los diagramas de flujo del riesgo y su desarrollo, se deberá tener en cuenta las particularidades de cada uno de estos territorios objeto, especialmente en lo que respecta a:

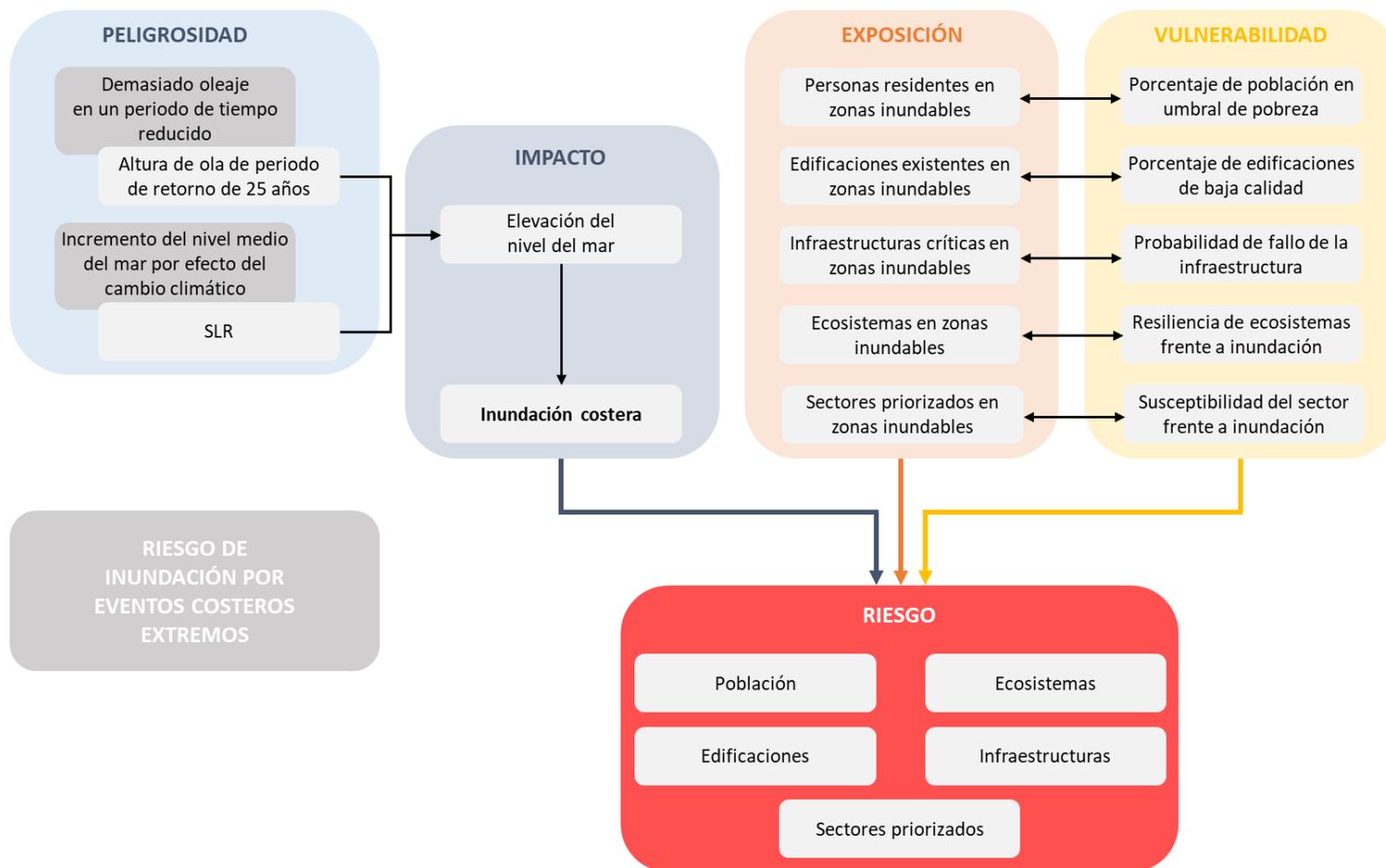
- Estudiar los impactos que pueden afectar a cada territorio,
- Considerar los elementos expuestos que deben ser incluidos en el análisis de riesgo,
- Analizar sus vulnerabilidades,
- Determinar las necesidades de datos,
- Considerar cómo las limitaciones en la existencia de datos pueden afectar a los análisis posteriores.

Figura 3. Ejemplo de diagrama de flujo para la evaluación del riesgo de inundación por precipitación extrema



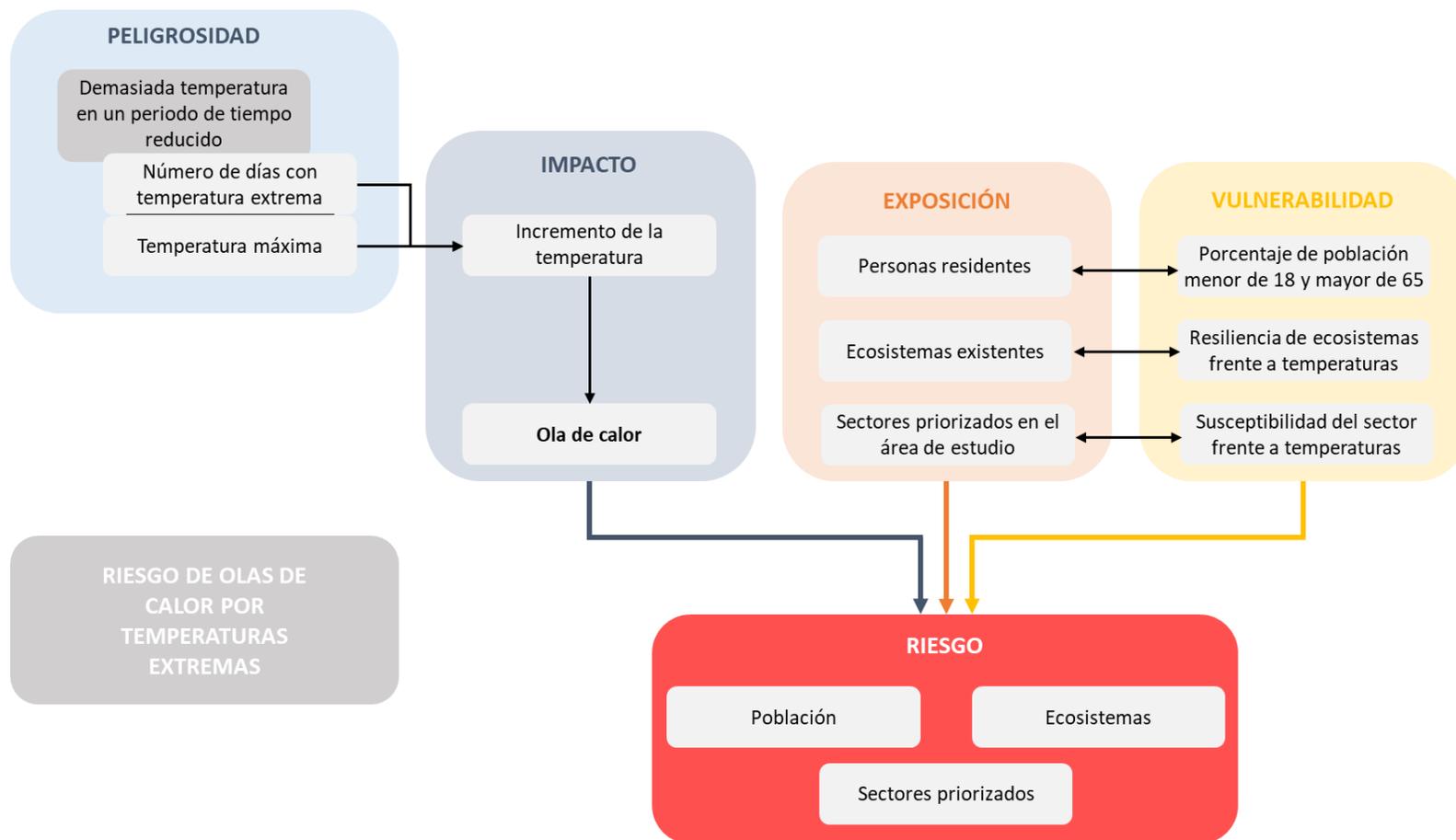
Fuente. Elaboración propia

Figura 4. Ejemplo de diagrama de flujo para la evaluación del riesgo de inundación por eventos costeros extremos



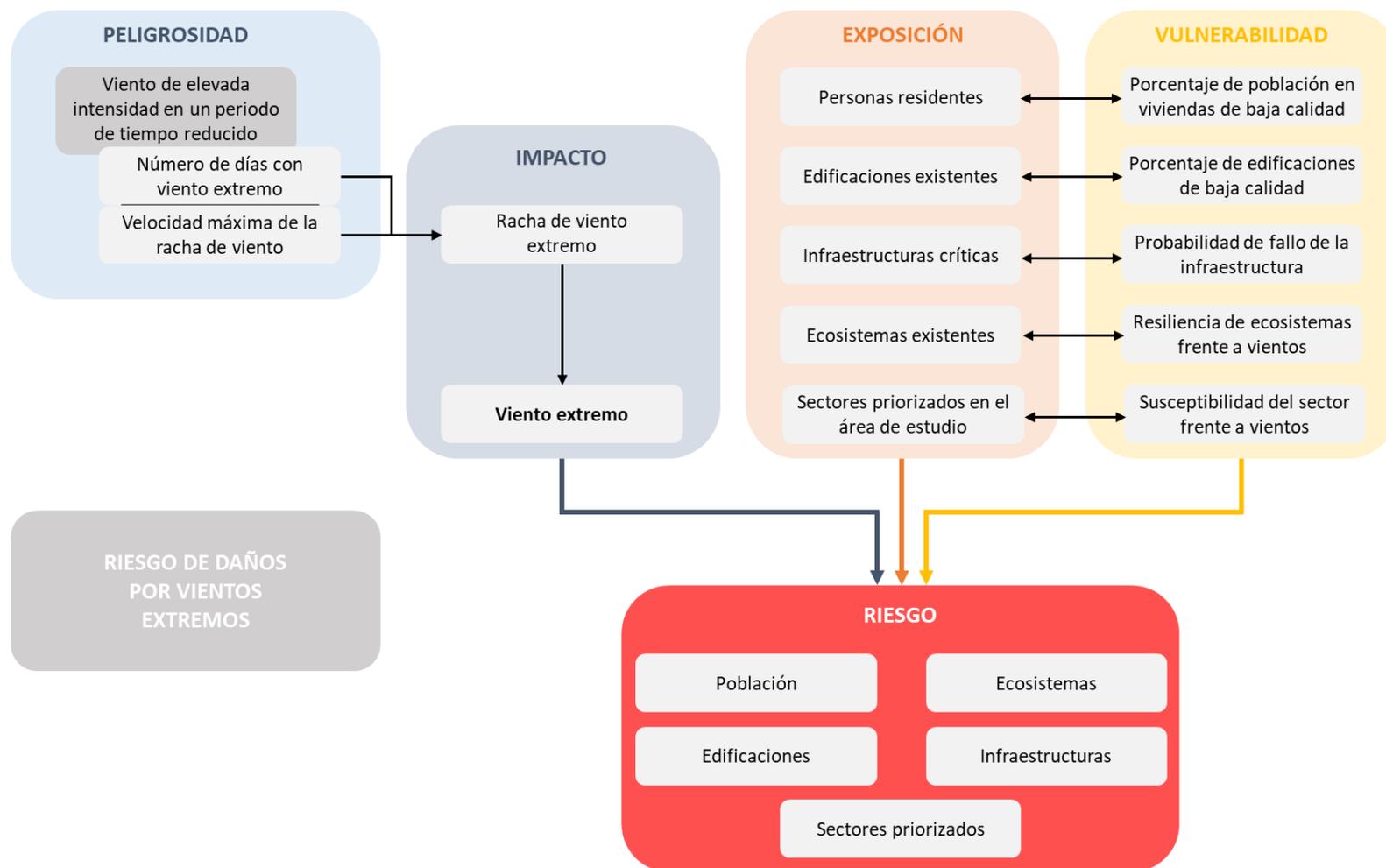
Fuente. Elaboración propia

Figura 5. Ejemplo de diagrama de flujo para la evaluación del riesgo de olas de calor por temperaturas extremas



Fuente: elaboración propia

Figura 6. Ejemplo de diagrama de flujo para la evaluación del riesgo de daños por vientos extremos



Fuente. Elaboración propia

3.2.3 Paso 3: selección y evaluación de indicadores para caracterizar la peligrosidad-impacto

Estos diagramas de flujo del riesgo identificados en el paso anterior, deberán ser la base para a continuación, proseguir dentro de este mismo paso de la metodología con la caracterización de la peligrosidad y sus impactos asociados, que se realizará a través de índices compuestos por uno o más indicadores. Estos indicadores de impacto contienen embebida la información relativa a la peligrosidad (por ejemplo, en forma de variables climáticas), pero también pueden incorporar factores de exposición y vulnerabilidad.

Los indicadores que se seleccionen deben ser específicos para cada impacto, de modo que puedan servir para representar lo más fielmente posible el riesgo asociado a cada uno de esos impactos.

Así, por ejemplo, se debe utilizar un indicador distinto para la inundación costera que, para el impacto ocasionado por las temperaturas, o por la precipitación. En la Tabla 4 se incluye un listado de posibles indicadores que pueden ser representativos para distintos tipos de impacto.

Tabla 4. Ejemplos de indicadores de impacto

| IMPACTO | DESCRIPCIÓN | INDICADOR DE IMPACTO |
|---------------------------------|--|---|
| PRECIPITACIÓN (Extremos) | Consecuencias por efecto de inundación debido a eventos de precipitación extrema | <ul style="list-style-type: none"> • Precipitación del periodo de retorno de 25 años • Precipitación del periodo de retorno de 100 años |
| PRECIPITACIÓN (Medias) | Consecuencias por efecto del incremento de la precipitación media | <ul style="list-style-type: none"> • Precipitación media mensual • Precipitación media anual |
| VIENTO | Consecuencias por efecto de ráfagas de viento | <ul style="list-style-type: none"> • Número medio de incidencias anuales en las que la velocidad del viento supera un umbral mínimo • Número medio de horas anuales con un viento medio superior a un umbral mínimo |
| TEMPERATURA (Extremos) | Consecuencias por efecto de olas de calor por temperatura extrema | <ul style="list-style-type: none"> • Número medio de días anuales en los que la temperatura máxima diaria supera un umbral mínimo |
| TEMPERATURA (Medias) | Consecuencias por efecto del incremento de la temperatura media | <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura media mensual • Temperatura media anual |
| INUNDACIÓN COSTERA | Consecuencias por efecto de la inundación debido a eventos costeros extremos | <ul style="list-style-type: none"> • Subida del nivel medio del mar • Altura de ola significativa |
| EROSIÓN COSTERA | Consecuencias por efecto de la erosión costera | <ul style="list-style-type: none"> • Subida del nivel medio del mar • Retroceso medio de la línea de costa |

Fuente: elaboración propia

Si bien estos indicadores de impacto se pueden cuantificar directamente, cuando la disponibilidad de los datos es limitada, es común recurrir a un enfoque basado en el empleo de matrices de riesgo (FEMA, 1997). Estas matrices combinan por un lado la probabilidad de ocurrencia asociada a un determinado impacto, y por el otro el nivel de consecuencias asociado. Para definir estas variables, se define primero el número de categorías y se definen los umbrales asociados a cada una de las mismas. Se muestra un ejemplo de matriz de riesgo en la Figura 7.

Figura 7. Ejemplo de matriz de riesgo para la valoración de los impactos

| | | CONSECUENCIAS | | | |
|--------------|----------|---------------|----------|-----------|----------|
| | | Ninguna | Leves | Moderadas | Elevadas |
| PROBABILIDAD | Muy alta | SIN IMPACTO | Alto | Muy alto | Muy alto |
| | Alta | | Moderado | Alto | Muy alto |
| | Moderada | | Bajo | Moderado | Alto |
| | Baja | | Bajo | Bajo | Moderado |
| | Ninguna | | | | |

Fuente: elaboración propia

En todo caso, para poder analizar la variación del riesgo frente al cambio climático, será necesario en este paso caracterizar los indicadores anteriores para distintos horizontes temporales y escenarios, que determinarán las proyecciones climáticas de las distintas variables que se considerarán para la caracterización de la peligrosidad e impactos.

En este sentido, los períodos climáticos se establecen en ciclos del orden de 30 años. Por tanto, en sentido estricto, los horizontes temporales de referencia y futuros y los escenarios de emisiones a considerar, estarán condicionados por las proyecciones de las variables climáticas y su disponibilidad y, por tanto, condicionarán el establecimiento de la peligrosidad.

En relación con los horizontes temporales a considerar, es una práctica bastante habitual considerar más de un horizonte temporal en los análisis de riesgo. Por ejemplo, además del periodo base de referencia (que hace referencia a la situación presente) es común analizar el nivel de riesgo en un futuro próximo (por ejemplo, las próximas tres décadas, año 2050 como horizonte) y en un futuro distante (por ejemplo, de 70 a 100 años, año horizonte 2100).

Por otro lado, en general los escenarios de emisiones y las proyecciones climáticas están asociados, y su elección está condicionada por su disponibilidad (p.ej. el escenario RCP4.5 corresponde a una trayectoria representativa de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que se caracteriza por la estabilización de las emisiones a fin de siglo; para el RCP4.5 existen proyecciones climáticas que permiten construir, a partir de modelos, escenarios climáticos futuros). Véase Tabla 5.

Igualmente, y teniendo en cuenta la exposición que las zonas costeras de menor elevación presentan en República Dominicana, es especialmente relevante la consideración de escenarios de subida del nivel medio del mar, que pueden ser añadidos al análisis a realizar. De cara a considerar la incertidumbre asociada a estas proyecciones, es común trabajar no sólo con el valor medio, sino también con los percentiles del 5% y del 95% de la distribución.

Tabla 5. Horizontes temporales y escenarios a considerar en el estudio de la peligrosidad e impactos

| ESCENARIOS | REFERENCIA (PRESENTE) | HORIZONTES | |
|---------------------------------------|---|---|---|
| | | MEDIO PLAZO (2050) | LARGO PLAZO (2100) |
| DE EMISIONES | Se compara con los escenarios de mitigación que se construyen para alcanzar diferentes objetivos de emisiones de GEI. Generalmente, viene impuesto por las proyecciones climáticas que se van a emplear | RCP, trayectorias que cubren hasta 2100 y en algunos casos hasta 2300. <ul style="list-style-type: none"> • RCP2.6 • RCP4.5 • RCP6.0 • RCP8.5 | RCP, trayectorias que cubren hasta 2100 y en algunos casos hasta 2300. <ul style="list-style-type: none"> • RCP2.6 • RCP4.5 • RCP6.0 • RCP8.5 |
| CLIMÁTICOS | Puede utilizarse el periodo de referencia considerado en las proyecciones obtenidas de modelos climáticos u observaciones que cubran un periodo equivalente. | Proyecciones obtenidas de modelos climáticos (GCM o RCM) para diferentes RCP y periodos temporales a mitad de siglo. | Proyecciones obtenidas de modelos climáticos (GCM o RCM) para diferentes RCP y periodos temporales fin de siglo. |
| AUMENTO DE NIVEL MEDIO DEL MAR | | Regionalización de las proyecciones del IPCC (IPCC, 2014) para el caso de la República Dominicana (Kopp et al., 2014) a mitad de siglo. | Regionalización de las proyecciones del IPCC (IPCC, 2014) para el caso de la República Dominicana (Kopp et al., 2014) a fin de siglo. |

Fuente: elaboración propia

El número considerado de escenarios y sus combinaciones puede condicionar la capacidad de análisis. A mayor número de escenarios mayor complejidad y necesidad de recursos, pero también una visión más clara del amplio espectro de futuros posibles y sus incertidumbres asociadas. Para reducir las necesidades de recursos, suele ser bastante frecuente utilizar un único escenario climático cuando el horizonte objetivo es mitad de siglo, pues suele haber pequeñas diferencias entre los mismos.

3.2.4 Paso 4: selección y evaluación de indicadores para caracterizar la exposición

Siguiendo con el enfoque propuesto en la presente metodología, la caracterización de la exposición se realizará de nuevo a través de indicadores, que deberán recoger de forma agregada la información de los distintos elementos expuestos a nivel de unidades espaciales discretas.

Estas unidades pueden ser bien unidades administrativas (regiones, entidades locales, o incluso a un nivel inferior), una malla regular espacial, o bien distribuciones creadas ad-hoc con un criterio propio, si bien en el presente estudio se utilizará la delimitación que se plantea para cada uno de los territorios objeto.

Como criterio general, una buena caracterización de la exposición debe incluir los siguientes capítulos:

- Cuantificación de personas afectadas, pudiendo incluir su caracterización demográfica, y socioeconómica.
- Cuantificación de activos, tanto en manos de los consumidores, como en manos de los sectores productivos pertinentes en la economía de la zona de estudio, y en manos de los agentes gubernamentales, como centros educativos, sanitarios y sociales.
- Cuantificación de infraestructuras críticas, de comunicaciones, transportes, centros logísticos, centros de suministro energéticos.
- Cuantificación de elementos ambientales, (masas de agua, ecosistemas...).

Cada uno de estos capítulos incluye distintas variables socioeconómicas y ambientales que reflejan la exposición desde distintas perspectivas. El factor más limitante a la hora de analizar todos estos elementos que pueden determinarse dentro del análisis de la exposición es la disponibilidad de datos. En todo caso, se plantea la realización de un estudio de los datos disponibles para realizar esta etapa con el mayor grado de detalle posible en cada territorio objeto y para cada impacto, aunque debe tenerse en cuenta que la utilización de datos similares en cada uno de los territorios es deseable, de forma que los resultados que se obtengan puedan ser comparables.

En todo caso, es común proceder a un proceso de normalización de estas variables de forma cuantitativa (escalas de 0 a 10 o similar) o de forma cualitativa (con las etiquetas “baja”, “media”, “alta” o similar).

La Tabla 6 incluye un listado de posibles indicadores que pueden ser representativos de cada uno de los capítulos anteriores, así como las variables que se pueden incluir en la normalización.

Tabla 6. Ejemplos de indicadores de exposición y variables utilizables para su determinación

| CAPÍTULO DE EXPOSICIÓN | INDICADOR DE EXPOSICIÓN | VARIABLES |
|----------------------------|------------------------------|---|
| POBLACIÓN | POBLACIÓN RESIDENTE | <ul style="list-style-type: none"> • Número de personas • Renta disponible |
| | POBLACIÓN VULNERABLE | <ul style="list-style-type: none"> • Número de personas en riesgo de pobreza • Número de personas en edad de riesgo |
| | POBLACIÓN FLOTANTE | <ul style="list-style-type: none"> • Número de turistas • Número de turistas alojados en hoteles |
| ACTIVOS CONSTRUIDOS | CONSTRUCCIONES (TOTAL) | <ul style="list-style-type: none"> • Superficie construida • Valor de las edificaciones |
| | SECTOR RESIDENCIAL | <ul style="list-style-type: none"> • Superficie construida • Valor de las edificaciones |
| | SECTOR COMERCIAL | <ul style="list-style-type: none"> • Superficie construida • Valor de las edificaciones • Producción económica (PIB) |
| | SECTOR INDUSTRIAL | <ul style="list-style-type: none"> • Superficie construida • Valor de las edificaciones • Producción económica (PIB) |
| CAPITAL SOCIAL | GOBERNANZA | <ul style="list-style-type: none"> • Superficie construida • Personas atendidas |
| INFRAESTRUCTURAS | INFRAESTRUCTURAS (TOTAL) | <ul style="list-style-type: none"> • Número de elementos • Superficie ocupada • Personas atendidas |
| | INFRAESTRUCTURAS (SECTORIAL) | <ul style="list-style-type: none"> • Número de elementos • Superficie ocupada • Personas atendidas |
| MEDIOAMBIENTE | MEDIOAMBIENTE | <ul style="list-style-type: none"> • Superficie • Valor ecosistémico |

Fuente: elaboración propia

3.2.5 Paso 5: selección y evaluación de indicadores para caracterizar la vulnerabilidad

La determinación de la vulnerabilidad en el enfoque propuesto en la presente metodología implica la selección de un conjunto de umbrales que permitan caracterizar la susceptibilidad de la exposición a ser afectada negativamente de forma cualitativa.

En este marco, el análisis de vulnerabilidad comprende el proceso por el cual se determina el grado de predisposición del sistema definido en el diagrama de flujo del riesgo a verse afectado por la amenaza y es sumamente específico de cada uno de los elementos analizados en la exposición, ya que se ve influenciado por sus características concretas, ubicación, posibilidades de intervención y modificación del mismo, etc. (CAF, 2019).

Al igual que en el Paso 3 para el caso de la exposición, será necesario aquí recurrir a una serie de indicadores que reflejen la vulnerabilidad de los distintos activos o elementos expuestos que se consideren en cada uno de los territorios objeto.

En la Tabla 7 se recogen algunas propuestas de indicadores de vulnerabilidad para distintos capítulos de exposición.

Tabla 7. Ejemplos de indicadores de vulnerabilidad y variables utilizables para su determinación

| CAPÍTULO DE EXPOSICIÓN | INDICADOR DE VULNERABILIDAD | VARIABLES INCLUIDAS |
|------------------------|-----------------------------|---|
| POBLACIÓN | POBLACIÓN | <ul style="list-style-type: none"> Porcentaje de población susceptible de sufrir daño |
| ACTIVOS CONSTRUIDOS | CONSTRUCCIONES | <ul style="list-style-type: none"> Porcentaje de edificaciones susceptible de sufrir daño |
| | ACTIVIDAD ECONÓMICA | <ul style="list-style-type: none"> Porcentaje de la producción económica (PIB) susceptible de verse afectada |
| CAPITAL SOCIAL | GOBERNANZA | <ul style="list-style-type: none"> Porcentaje de edificaciones susceptible de sufrir daño Porcentaje de personas atendidas susceptibles de perder servicios básicos |
| INFRAESTRUCTURAS | INFRAESTRUCTURAS (TOTAL) | <ul style="list-style-type: none"> Porcentaje de elementos susceptibles de sufrir daño Porcentaje de personas atendidas susceptibles de perder servicios básicos |
| MEDIOAMBIENTE | MEDIOAMBIENTE | <ul style="list-style-type: none"> Porcentaje de superficie de ecosistemas susceptibles de verse afectados Capacidad de recuperación de los ecosistemas |

Fuente: elaboración propia

3.2.6 Paso 6: selección y evaluación de indicadores para caracterizar las consecuencias y el nivel de riesgo

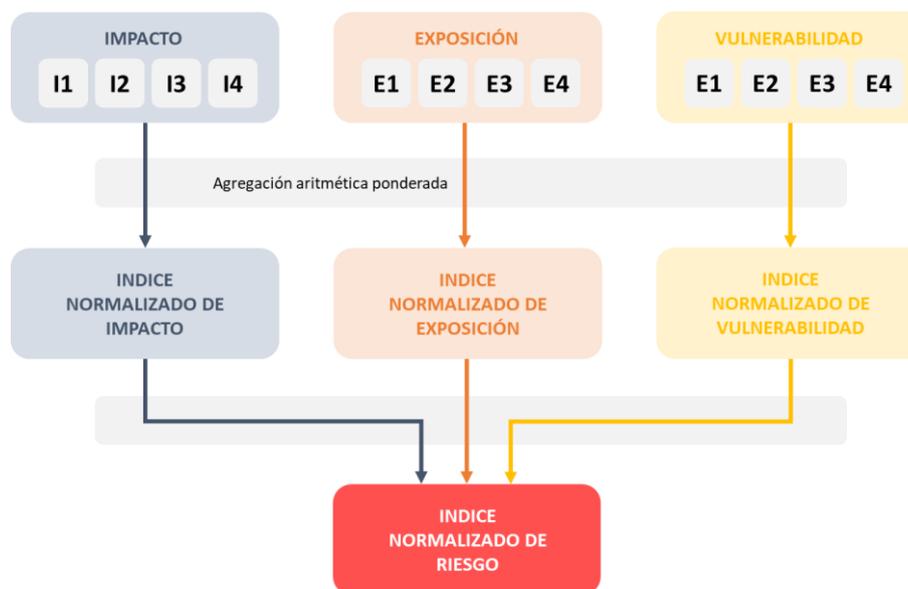
Por último, el cálculo del riesgo final implica obtener unos indicadores de riesgo que reflejen la situación de las distintas componentes que lo componen: peligrosidad-impactos, exposición y vulnerabilidad.

Para integrar los índices de las tres componentes anteriores, una buena práctica de partida es el tratamiento estadístico de las mismas, mediante un proceso de normalización, estandarización y escalado, generalmente realizado mediante software de análisis de datos (R y Python son dos buenas opciones a este fin, especialmente por ser software open-source). Un ejemplo de normalización puede verse en la siguiente tabla.

Tabla 8. Ejemplo de escalas cuantitativas y cualitativas para la normalización de indicadores

| Valor en escala 1 a 5 | Valor en escala 0 a 1 | Escala cualitativa |
|-----------------------|-----------------------|--------------------|
| 1 | 0,1 | Bajo |
| 2 | 0,3 | Medio |
| 3 | 0,5 | Alto |
| 4 | 0,7 | Extremo |
| 5 | 0,9 | Crítico |

Figura 8. Proceso de agregación de indicadores



Fuente: elaboración propia

El objetivo de esta serie de tratamientos estadísticos es poder agregar los valores de los indicadores normalizados de peligrosidad-impactos, exposición y vulnerabilidad para generar los respectivos índices compuestos de riesgo. Este índice compuesto de riesgo es específico para cada combinación de componentes y escenarios analizados, y puede ser obtenido a distintas escalas espaciales, en función del nivel de detalle al que se esté trabajando.

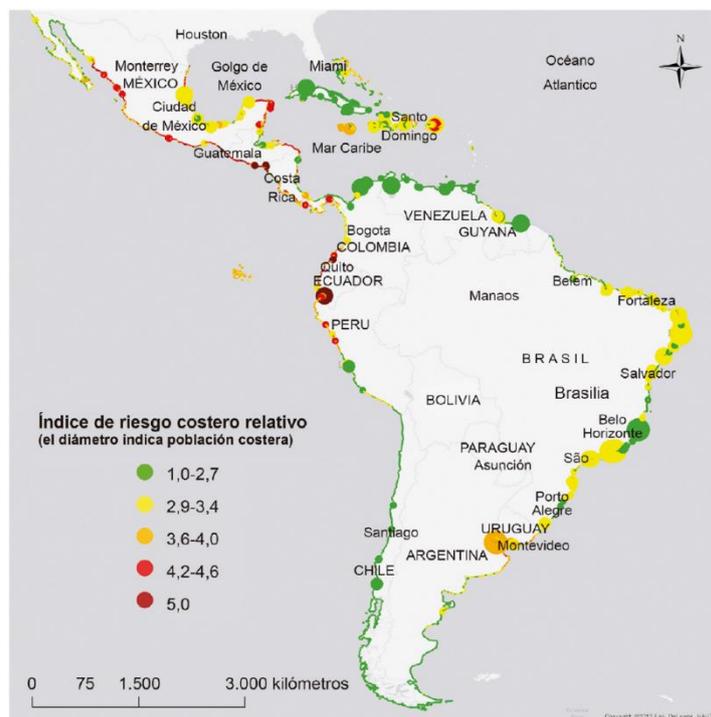
Aunque en principio las tres componentes del riesgo (peligrosidad-impactos, exposición y vulnerabilidad) contribuyen de igual forma a la determinación del nivel de riesgo, en teoría se pueden aplicar pesos distintos a las tres componentes. Esta diferencia de pesos no tiene por qué representar una mayor o menor relevancia, sino que puede estar asociada a que la información que aportan cada una de las componentes puede ser más específica, emplear métodos o datos de partida de mayor calidad, o tener una menor incertidumbre.

A la hora de agregar los indicadores se puede proceder a la agregación aritmética ponderada (agregación aditiva) como puede verse en la Figura 8, o a la agregación geométrica ponderada (agregación multiplicativa). El mayor o menor nivel de riesgo se puede valorar mediante medidas de posición como deciles, quintiles, percentiles, etc., o expresar de forma cualitativa trasladando la información numérica del indicador a categorías mediante la definición de diferentes intervalos.

Una vez obtenidos los valores del índice compuesto de riesgo para el conjunto de los territorios objetos que se plantean en este estudio, se recomienda generar esta información en forma de datos espaciales (capas SIG), para cada una de las fuentes de riesgo y escenarios temporales

analizados, conteniendo los valores numéricos de todos los índices utilizados: peligrosidad-impactos, vulnerabilidad, exposición y riesgo.

Figura 9. Ejemplos de uso de indicadores para la evaluación del riesgo



Fuente: Calib et al. (2017)

4. METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE 10 TERRITORIOS OBJETO DE INTERVENCIÓN, EN FUNCIÓN DE SU VULNERABILIDAD Y OTROS CRITERIOS RELEVANTES, COMO POBLACIÓN VULNERABLE, PRIORIDADES DEL GOBIERNO E INFORMACIÓN DE RIESGOS

Esta tarea propone una metodología con la que priorizar y determinar los territorios objeto de intervención con un mayor nivel de riesgo y que se deberán analizar con mayor detalle en etapas posteriores.

4.1 METODOLOGÍA DE SELECCIÓN DE TERRITORIOS OBJETO

Para desarrollar la metodología se ha tenido en cuenta la información disponible a escala nacional, regional y provincial, en bases de datos de la Oficina Nacional de Estadística (ONE), el Banco Central de la República Dominicana (BCRD), el Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo (MEPyD), así como otras fuentes de información que puedan complementar el análisis. Junto con la metodología se realiza una propuesta preliminar de territorios objeto, que será validada de manera conjunta y colaborativa con los agentes de interés a través del taller nacional.

Esta evaluación se plantea, a priori, como un análisis multicriterio, donde se tienen en consideración los sectores prioritarios analizados con anterioridad.

En consonancia con lo solicitado, la propuesta preliminar de territorios objeto incluye territorios representativos de las cinco (5) regiones propuestas en el proyecto de Ley de Regiones Únicas de Planificación de la República Dominicana, según se aprecian en la siguiente figura.

Figura 10. Regiones Únicas de Planificación propuestas en proyecto de ley



Fuente: elaboración propia

Adicionalmente, la propuesta preliminar de territorios objeto incluye territorios de las siguientes cuatro categorías:

- 1) **Ciudades:** A seleccionar: 5 territorios
- 2) **Municipios costeros:** A seleccionar: 2 territorios
- 3) **Paisajes productivos:** A seleccionar 2 territorios
- 4) **Microcuencas:** A seleccionar 1 territorio

Para la selección de los cinco territorios objeto se han seguido los siguientes pasos:

Paso 1. Identificación y clasificación de los principales criterios que se tienen en cuenta a la hora de seleccionar los territorios objeto. Estos criterios se tienen en consideración siempre que exista información disponible para las unidades territoriales identificadas.

Paso 2. Identificación de los principales territorios potenciales a seleccionar dentro de cada una de las cuatro categorías y de cada una de las cinco regiones.

Paso 3. Priorización de territorios y elaboración de una propuesta preliminar de 10 territorios objeto, y una propuesta alternativa. A la hora de priorizar uno u otro territorio, se tienen en cuenta los criterios generales y específicos definidos en el primer paso.

Paso 4. Validación de la metodología y la propuesta preliminar de territorios objeto por parte de los agentes relevantes.

4.1.1 Paso 1: Identificación de criterios

A la hora de identificar y seleccionar los territorios objeto, el principal criterio ha sido el de garantizar la representación de todas las regiones únicas de planificación del país. Los diez territorios objeto se distribuirán de manera más homogénea posible, de manera que haya dos en cada una de las regiones.

Para lograr esta representación homogénea y, con el fin de priorizar los territorios, se han identificado una serie de criterios adicionales generales y específicos para cada una de las categorías que se tendrán en cuenta a la hora de priorizar y seleccionar uno u otro territorio.

Criterios generales comunes a las cuatro categorías:

- Nivel de vulnerabilidad integrada (actual y futura)
- Índice de Desarrollo Humano provincial (IDHp)
- Daños y pérdidas por eventos extremos
- Exposición a eventos climáticos extremos (sequía o lluvias extremas)
- Potencial impacto y número de habitantes
- Criterios de oportunidad de vinculación con procesos de planificación
- Índice de Gestión Municipal

Criterios específicos para cada una de las categorías:

Adicionalmente, dentro de cada una de las categorías se tienen en cuenta, si es necesario, una serie de criterios específicos:

- Ciudades:
 - Población total
 - Densidad de población
 - Vulnerabilidad de los hogares (IVACC)
 - Pobreza
- Municipios costeros:
 - Peso dentro de la industria turística
 - Generación de beneficios
 - Vulnerabilidad ante inundaciones y subida nivel del mar
- Paisajes productivos:
 - Generación de beneficios en la vida de las personas y peso en la economía del país
 - Importancia para la conservación de la biodiversidad
 - Vulnerabilidad ante amenazas de origen natural/intervención humana
- Microcuena
 - Importancia para la conservación de la biodiversidad
 - Generación de beneficios
 - Vulnerabilidad frente a sequía

4.1.2 Paso 2: Identificación de territorios

A continuación, se describen los principales territorios identificados dentro de cada categoría. Esta identificación se hará por orden de relevancia de cada una de las categorías, empezando por la categoría de las ciudades dado que es la que cuenta con un mayor peso, ya que representa la mitad de los territorios objeto a seleccionar.

1) Categoría ciudades:

Dentro de esta categoría se identifican las principales ciudades del país, de acuerdo con el criterio de población, para cada una de las regiones. Para ello, se identifican aquellos municipios con mayor población dentro de cada una de las cinco regiones, así como su población relativa a la población total del país, según los datos del IX Censo Nacional de Población y Vivienda 2010 de la ONE. Quedan recogidos en las siguientes tablas.

Tabla 9. Municipios más poblados Región Metropolitana

| Ciudad | Población | Porcentaje respecto a la población total del país |
|----------------------------|-----------|---|
| Distrito Nacional | 965.040 | 10,22% |
| Santo Domingo Este | 948.885 | 10,05% |
| Santo Domingo Norte | 529.390 | 5,60% |
| Santo Domingo Oeste | 363.321 | 3,85% |
| Los Alcarrizos | 272.776 | 2,89% |

Tabla 10. Municipios más poblados Región Cibao Norte

| Ciudad | Población | Porcentaje respecto a la población total del país |
|-----------------------------------|-----------|---|
| Santiago de los Caballeros | 691.262 | 7,32% |
| Moca | 179.829 | 1,90% |
| San Felipe de Puerto Plata | 158.756 | 1,68% |
| Mao | 76.863 | 0,81% |

Tabla 11. Municipios más poblados Región Cibao Central

| Ciudad | Población | Porcentaje respecto a la población total del país |
|---------------------------------|-----------|---|
| La Vega | 248.089 | 2,63% |
| San Francisco de Macorís | 188.118 | 1,99% |
| Bonao | 125.338 | 1,33% |
| Cotuí | 76.554 | 0,81% |

Tabla 12. Municipios más poblados Región Este

| Ciudad | Población | Porcentaje respecto a la población total del país |
|-----------------------------|-----------|---|
| Higüey | 251.243 | 2,66% |
| San Pedro de Macorís | 195.307 | 2,07% |
| La Romana | 139.671 | 1,48% |
| Villa Hermosa | 89.204 | 0,94% |

Tabla 13. Municipios más poblados Región Suroeste

| Ciudad | Población | Porcentaje respecto a la población total del país |
|-------------------------------|-----------|---|
| San Juan de La Maguana | 132.177 | 1,40% |
| Azua de Compostela | 91.345 | 0,97% |
| Santa Cruz de Barahona | 83.619 | 0,89% |

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la ONE (2010)

2) Categoría municipios costeros:

Dentro de la categoría de municipios costeros cabe destacar que, si bien dos de las principales ciudades del país se encuentran en la costa (Santo Domingo y Puerto Plata), se considera relevante que los territorios objeto sean representativos de los principales polos turísticos del país, así como de aquellas zonas más vulnerables.

Según datos del Banco Central de la República Dominicana el turismo es uno de los sectores económicos más importantes del país, siendo el peso de los ingresos de divisas al país por concepto de turismo en el PIB del 8,4% en 2019, año en el que ingresaron al país 6.446.036 pasajeros no residentes, es decir un 17 % de todos los visitantes del Caribe Insular y Centroamérica, datos que sitúan al país como líder en esta región.

En este sentido, se identifican las siguientes zonas turísticas en el país:

- **Zona este:** Esta zona es, con diferencia el principal destino turístico del país, siendo el mayor receptor de visitantes internacionales, con un turismo de sol y playa. Se trata de un destino líder y consolidado a nivel mundial. Incluye Punta Cana, Bávaro, La Romana, Bayahibe e Isla Saona, esta última situada dentro del Parque Nacional del Este.
- **Zona capital:** Se trata de una zona donde predominan los viajes de negocios en la capital del país, con algo de turismo de sol y playa en la zona de Boca Chica, la playa más cercana a la ciudad.
- **Zona norte y noroeste:** Destaca como destino turístico de sol y playa y deportivo e incluye Puerto Plata, así como otras zonas menos desarrolladas como Punta Rucia y Monte Cristi.
- **Zona interior:** Es el principal destino de montaña del país e incluye Constanza, Jarabacoa y el Pico Duarte, la montaña más alta del país. Se incluye también en esta zona la ciudad de Santiago de los Caballeros, como segundo destino de negocios del país, después de la capital.
- **Zona noreste:** La península de Samaná destaca también como destino de sol y playa, deportivo y ecoturístico, siendo una zona importante de avistamiento de cetáceos. Además, ha experimentado un rápido crecimiento como destino de turismo inmobiliario. Es también un importante receptor de turismo de cruceros.
- **Zona suroeste:** Es una zona con escaso desarrollo, pero con gran potencial sobre todo como destino de ecoturismo. En este sentido, destaca la zona del Parque Nacional Jaragua, donde se encuentra Bahía de las Águilas.

En términos de vulnerabilidad, según Izzo et. al (2013, 2017), las provincias costeras con mayor vulnerabilidad al cambio climático del país, incluyendo al sector del turismo, son las de El Seibo, La Altagracia, Santo Domingo y Pedernales, seguidas de Monte Cristi, Barahona y San Pedro de Macorís.

3) Categoría paisajes productivos:

A la hora de identificar los territorios objeto dentro de la categoría de territorios productivos, se han tenido en cuenta los principales cultivos del país, que son la caña de azúcar, el arroz, el cacao, el café y el tabaco. Según datos del Banco Mundial (2013), la actividad agrícola en la República Dominicana está centrada en dos cosechas: azúcar y arroz, que representan alrededor del 11% del PIB y cerca del 15% de los empleos. La relevancia de la agricultura en la economía implica de manera intrínseca la importancia de reducir la vulnerabilidad del sector ante los desastres naturales.

Los cultivos de azúcar se concentran principalmente en las provincias ubicadas en la región este del país: Hato Mayor, El Seibo, Higüey, La Romana y San Pedro de Macorís, si bien cabe destacar también la producción de la caña de azúcar en la región sur, por parte del Consorcio Azucarero Central (CAC) que abarca tres provincias de la zona: Barahona, Bahoruco e Independencia. En términos de producción, según datos del Instituto Azucarero Dominicano (INAZUCAR) correspondientes a la zafra de 2019-2020, el ingenio con mayor producción de caña (a moler) fue el de Central Romana (2.956.220 toneladas métricas), seguido por el de Cristóbal Colón (1.464.693 toneladas métricas), Barahona (635.695 toneladas métricas), y Porvenir en último lugar (260.665 toneladas métricas).

En cuanto al arroz, es un cultivo que se adapta bien en todas las regiones del país, especialmente en aquellas zonas bajas con disponibilidad de agua de riego, aunque también se puede cultivar en las montañas utilizando variedades adaptadas. Sin embargo, es muy poco el arroz que se siembra bajo estas condiciones. Según las estadísticas del Ministerio de Agricultura, en 2020 (la última fecha para la que existe información regional), la región nordeste fue, junto con la noroeste, la principal región de siembra de arroz, representando cerca del 74% de la siembra total de este cultivo. Por su parte, la región central y sur son las que ocupan las últimas posiciones, con tan solo un 1.3% de la siembra total, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 14. Siembra, cosecha y producción de arroz (2020)

| Zona | Siembra (tareas) | Cosecha (tareas) | Producción (quintales) |
|------------|------------------|------------------|------------------------|
| Nordeste | 3.252.709 | 2.990.799 | 13.509.730 |
| Noroeste | 1.740.381 | 1.633.777 | 6.995.827 |
| Norcentral | 664.419 | 675.273 | 3.463.376 |
| Suroeste | 559.000 | 459.055 | 2.015.561 |
| Este | 129.516 | 93.580 | 441.449 |
| Norte | 69.792 | 43.895 | 204.332 |
| Central | 46.292 | 30.977 | 160.566 |
| Sur | 43.308 | 54.243 | 228.620 |

Fuente: Elaboración propia a partir de las estadísticas del Ministerio de Agricultura

Como cabría esperar, la mayor parte de la cosecha y producción de este cultivo también se concentra en las mismas regiones que la siembra.

Figura 11. Mapa arrocero nacional



Fuente: CEDAF (2002¹⁰)

4) Categoría microcuencas:

Según datos recogidos en el Plan Hidrológico Nacional, en la República Dominicana existen 97 cuencas hidrográficas que drenan directamente al mar (Inventario Nacional de Recursos Hidráulicos, 1991), pero por razones de inversión, planificación, gestión y medición algunas de ellas se han agrupado adecuadamente. Así, el Departamento de Hidrología del INDRHI las ha reagrupado en 54 cuencas, incluidos 19 tramos costeros, mientras que el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales las agrupa en 30 cuencas principales y 17 cuencas costeras, para un total de 47 cuencas hidrográficas. Las cuencas hidrográficas toman el nombre del río principal de drenaje de esta, siendo las cinco principales las siguientes:

- La cuenca del río **Yaque del Norte**, el más largo del país, con una extensión de 296 km. Sus afluentes son: Jimenoa, Bao, Amina, Mao, Guayubín y Maguaca.
- La cuenca del río **Yaque del Sur**, con una extensión de 209 km. Sus afluentes son: San Juan, en Medio y Las Cuevas.
- La cuenca del río **Yuna**, el más caudaloso, tiene como afluentes principales al Camú, Masipetro, Maimón, Chacuey y Cuaba.
- La cuenca del río **Ozama** es la cuarta en importancia. Baña el Distrito Nacional y la provincia Santo Domingo, con un recorrido de 148 km. Su afluente principal es el río Isabela.

¹⁰ Fuente: Frank Moya Pons (2002). Elaboración de áreas arroceras: Freddy Contreras.

- La cuenca del **Artibonito**, un río internacional, nace en la cordillera Central de República Dominicana y desemboca en el golfo de Gonaive, en Haití. Recorre 321 km y es considerado el más largo de la isla. Sus afluentes son el Macasia, Libón y Joca.

A su vez, el territorio nacional está dividido en seis principales regiones hidrográficas, según aparecen representadas en la siguiente figura:

Figura 12. Regiones Hidrográficas de la República Dominicana

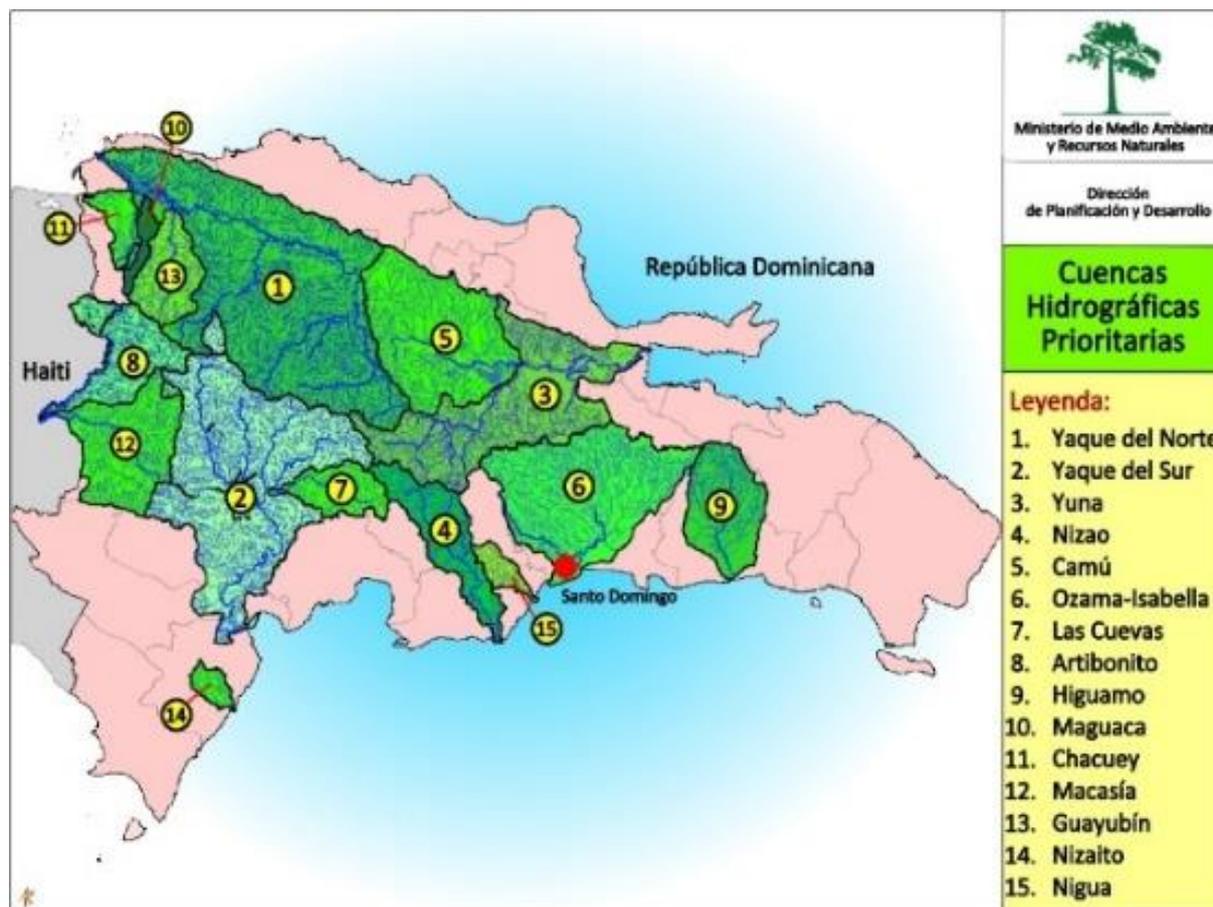


Fuente: Plan Hidrológico Nacional (INDRHI, 2012)

En términos de presión hídrica, las dos regiones hidrográficas con mayor presión son la del **Yaque del Norte**, con una presión del 100,94% y la del **Yaque del Sur**, con una presión del 81,78%, según proyecciones para el año 2020 del Plan Hidrológico Nacional.

Cabe destacar también que el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2017) identifica una serie de cuencas hidrográficas como prioritarias, y que el gobierno presentó en junio de 2021 un Plan de Manejo Integral de las Cuencas Hidrográficas Prioritarias, con el fin de garantizar el agua, recurso indispensable para el desarrollo del país.

Figura 13. Cuencas Hidrográficas Prioritarias



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2017)

4.1.3 Paso 3: Priorización y propuesta preliminar

Teniendo en cuenta los criterios mencionados anteriormente, así como los territorios identificados en el Paso 2, se realiza una priorización de territorios buscando la mayor representatividad geográfica posible. El resultado se recoge en dos propuestas alternativas de territorios objeto (Propuestas A y B).

Debe tenerse en cuenta que en la práctica, los criterios básicos de selección definidos por los términos de referencia de la consultoría, y especialmente el criterio básico de representatividad de todas las regiones de República Dominicana, ha condicionado la aplicabilidad de estos criterios específicos, que ha quedado en cierto modo limitada. Así, en el proceso técnico de selección entre posibles territorios, se han tenido en cuenta tan sólo de forma orientativa. Este proceso finalmente llevado a cabo ha sido más el resultado de la aplicación de los criterios básicos, siendo los territorios finalmente propuestos en cada una de las alternativas los más representativos a nivel nacional en cuanto a población, atracción turística y producción agrícola, quedando finalmente la selección de la microcuenca determinada necesidades de representatividad regional. En este sentido, estos criterios específicos se definen y quedan reflejados para que puedan ser utilizados como referencia en procesos posteriores.

Nótese que al ser uno de los principales criterios para identificar y seleccionar los territorios ha sido el poblacional. Dado que en la región suroeste no existen grandes ciudades, este territorio no se ha incluido en la selección.

PROPUESTA A:

Tabla 15. Territorios objeto (Propuesta A)

| CIUDADES | | JUSTIFICACIÓN |
|----------------------|--|---|
| 1 | Distrito Nacional (municipio de Santo Domingo de Guzmán). Población: 965,040 | <ul style="list-style-type: none"> Principal núcleo urbano de la Región Metropolitana y del país: 10.22% de la población del país Alta vulnerabilidad |
| 2 | Santiago de los Caballeros (municipio). Población: 691,262 | <ul style="list-style-type: none"> Principal núcleo urbano de la Región Cibao Norte: 7.32% de la población del país |
| 3 | San Felipe de Puerto Plata (municipio). Población: 158,756 | <ul style="list-style-type: none"> Segundo núcleo urbano de la Región Cibao Norte: 1.68% de la población del país |
| 4 | San Pedro de Macorís (municipio). Población: 195,307 | <ul style="list-style-type: none"> Segundo núcleo urbano de la Región Este: 2.07% de la población del país |
| 5 | San Francisco de Macorís (municipio). Población: 188,118 | <ul style="list-style-type: none"> Principal núcleo urbano de la Región Cibao Central: 1.99% de la población del país |
| MUNICIPIOS COSTEROS | | |
| 6 | Higüey (municipio). Población: 251,243 | <ul style="list-style-type: none"> Principal destino turístico del país Alta vulnerabilidad global |
| 7 | Pedernales (municipio). Población: 24,291 | <ul style="list-style-type: none"> Representación geográfica Destino turístico en desarrollo Alta vulnerabilidad global |
| PAISAJES PRODUCTIVOS | | |
| 8 | Monte Plata (provincia) | <ul style="list-style-type: none"> Representación geográfica Importante zona productiva (cacao, caña de azúcar) |
| 9 | La Vega (provincia) | <ul style="list-style-type: none"> Representación geográfica Importante zona productiva (arroz) |
| MICROCUCENCA | | |
| 10 | Las Cuevas | <ul style="list-style-type: none"> Representación geográfica Parte de la segunda cuenca en extensión (Yaque del Sur) Alta presión hídrica |

Fuente: elaboración propia

Figura 14. Propuesta preliminar de territorios objeto. Propuesta A



Fuente: elaboración propia

PROPUESTA B:

Tabla 16. Territorios objeto (Propuesta B)

| CIUDADES | | JUSTIFICACIÓN |
|----------------------------|--|---|
| 1 | Distrito Nacional (municipio de Santo Domingo de Guzmán). Población: 965,040 | <ul style="list-style-type: none"> Principal núcleo urbano de la Región Metropolitana y del país: 10.22% de la población del país Alta vulnerabilidad |
| 2 | Santiago de los Caballeros (municipio). Población: 691,262 | <ul style="list-style-type: none"> Principal núcleo urbano de la Región Cibao Norte: 7.32% de la población del país |
| 3 | San Felipe de Puerto Plata (municipio). Población: 158,756 | <ul style="list-style-type: none"> Segundo núcleo urbano de la Región Cibao Norte: 1.68% de la población del país |
| 4 | San Pedro de Macorís (municipio). Población: 195,307 | <ul style="list-style-type: none"> Segundo núcleo urbano de la Región Este: 2.07% de la población del país |
| 5 | San Francisco de Macorís (municipio). Población: 188,118 | <ul style="list-style-type: none"> Principal núcleo urbano de la Región Cibao Central: 1.99% de la población del país |
| MUNICIPIOS COSTEROS | | |

| | | |
|-----------------------------|--|---|
| 6 | Higüey (municipio). Población: 251,243 | <ul style="list-style-type: none"> • Principal destino turístico del país • Alta vulnerabilidad global |
| 7 | Samaná (municipio). Población: 58.156 | <ul style="list-style-type: none"> • Representación geográfica • Importante destino turístico • Alta vulnerabilidad |
| PAISAJES PRODUCTIVOS | | |
| 8 | Monte Plata (provincia) | <ul style="list-style-type: none"> • Representación geográfica • Importante zona productiva (cacao, caña de azúcar) • Alta vulnerabilidad frente a sequías |
| 9 | Barahona (provincia) | <ul style="list-style-type: none"> • Representación geográfica • Importante zona productiva (caña de azúcar) • Alta vulnerabilidad frente a sequías e inundaciones |
| MICROCUCENCA | | |
| 10 | Las Cuevas | <ul style="list-style-type: none"> • Representación geográfica • Parte de la segunda cuenca en extensión (Yaque del Sur) • Alta presión hídrica |

Fuente: elaboración propia

Figura 15. Propuesta preliminar de territorios objeto. Propuesta B



Fuente: elaboración propia

4.1.4 Paso 4: Validación de la metodología y la propuesta preliminar

La metodología, incluyendo los criterios y los territorios identificados, así como la propuesta preliminar de los territorios objeto, se validará en un taller nacional en el que participarán de forma virtual una nutrida representación de agentes involucrados en esta materia, entre los que destacan ejecutivos y técnicos de las instituciones, gobiernos locales, expertos nacionales, académicos y otros profesionales. Así, las conclusiones de este taller serán fundamentales y permitirán contar con unos criterios objetivos y una metodología clara consensuada entre los principales actores, que, sin duda, será de gran ayuda para la toma de decisiones.

De cara al taller, se realizará un resumen ejecutivo en el que se presente el contenido de este entregable, de forma que los participantes contarán con la propuesta realizada en este estudio. Así, resultará más sencillo consensuar la metodología, los criterios y los territorios objeto.

El taller se llevará a cabo a través del siguiente proceso:

1) Presentación de la metodología y la propuesta:

A través de una presentación, se compartirá el proceso que se ha seguido para identificar y priorizar los territorios, así como la propuesta preliminar de aquellos territorios identificados como objeto, compuesta por una propuesta principal y una alternativa.

2) Discusión y validación por parte de los actores relevantes:

Posteriormente tendrá lugar una discusión guiada en la que se valorarán el proceso seguido, los criterios utilizados y la idoneidad y representatividad de los territorios que componen las propuestas de territorios objeto presentadas (Propuestas A y B).

3) Selección definitiva de los diez territorios objeto

Por último, se recogerán los comentarios y observaciones realizados por los actores relevantes, y se formulará una selección definitiva de los diez territorios objeto, bien validando una de las propuestas preliminares (A o B), o conformando una nueva selección con base en las observaciones emitidas por los expertos en el taller. Esta selección de territorios servirá para posteriormente utilizarlos como base para el desarrollo de los escenarios socioeconómicos y el análisis de vulnerabilidad a un nivel de detalle inferior al nacional, así como de la propuesta de soluciones de adaptación.

En este sentido, en relación con la propuesta de territorios objeto, a partir de estas discusiones posteriores, se llega a una nueva selección de territorios que modifica mínimamente la inicialmente planteada, y que será la utilizada por el equipo consultor para proceder con el desarrollo de los escenarios socioeconómicos el análisis de vulnerabilidad y riesgo climático.

El proceso para la obtención de esta selección final es el siguiente:

1) Valoración de la propuesta presentada por parte de la dirección del proyecto:

| Ciudades | Decisión |
|---|----------|
| 1. Gran Santo Domingo, que incluye Distrito Nacional + Santo Domingo Este + Santo Domingo Oeste + Santo Domingo Norte + Los Alcarrizos. | Ok |
| 2. Santiago de los Caballeros | Ok |
| 3. San Felipe de Puerto Plata | Ok |
| 4. San Pedro de Macorís | Ok |
| 5. San Francisco de Macorís | Ok |

| Municipios costeros | Decisión |
|--|--|
| 1. Higüey | Como territorio costero, realizar en el Distrito Municipal de Verón para los análisis. |
| 2. Pedernales | Ok |
| Para ambos casos sugerimos ver sicen.one.gob.do , donde pueden acceder a la delimitación geográfica y administrativa y otros datos relevantes. | |

| Paisajes productivos | Comentario | Decisión |
|-----------------------------|--|---|
| 1. Monte Plata | <p>a. Los consultores priorizan el cultivo de arroz y caña de azúcar para seleccionar paisajes productivos, pero esta provincia no es productora de arroz y, aunque fue productora de caña de azúcar, está actividad cesó cuando cerraron los ingenios azucareros a finales de los 90 y casi la totalidad de los terrenos que fueron cañeros actualmente están dedicados a la ganadería y agricultura de subsistencia.</p> <p>b. En las provincias de San Cristóbal y de San José de Ocoa ya hay otros proyectos de Adaptación al Cambio Climático del Ministerio de Medio Ambiente</p> <p>c. Sugerimos que revise la sección de estadísticas del sitio web del Ministerio de Agricultura (https://agricultura.gob.do/category/estadisticas-agropecuarias/) donde pueden acceder a datos e informaciones importantes además de las estadísticas de producción agrícola y ganadera.</p> | Trabajar La provincia La Peravia |
| 2. La Vega | | Ok |

| Cuencas hidrográficas | Decisión |
|------------------------------|---|
| 1. Las cuevas | Requerimos que presenten una lista con 3 cuencas dentro de la Región Suroeste (así no afectan su criterio de representatividad) que puede incluir un análisis de cuál de estas cuencas: (i) está en condiciones más críticas, (ii) enfrenta mayores riesgos, o (iii) tiene mayor población total, pobre o vulnerable. Las 3 cuencas pueden incluir las Cuevas que ya tienen analizada. Una vez recibamos esta información, seleccionaremos en consecuencia. |

2) *Planteamiento por parte del equipo consultor de una comparativa de 3 microcuencas:*

Criterios de selección

1. Concepto de microcuenca

No existe en la literatura una definición clara y exacta del concepto de microcuenca, sino que sus características se describen en cada aplicación en función de los criterios y particularidades de cada proyecto. Para este caso, se propone definir por microcuenca aquella con una superficie menor de 750 km² y un caudal menor de 10 m³/s.

2. Presencia de una presa o embalse

Se propone seleccionar aquellas microcuencas que, cumpliendo el criterio anterior, cuenten además con un embalse de producción hidroeléctrica, de forma que se cumpla así con el análisis de dos de los sectores y sistemas priorizados definidos en el PANA RD y los TdR de la consultoría: Recursos hídricos y energía.

Considerando la existencia de cuencas hidrográficas que cumplan con estos criterios y se localicen en la Región Suroeste de República Dominicana (criterio de representatividad regional), se plantean la siguiente propuesta de territorios.

Propuesta de territorios

1. Río Las Damas

- Presa o embalse asociado: LAS DAMAS (Fuente: INRH, *Plan Hidrológico Nacional*, 2010)
- Capacidad del embalse: 0,04 MM³ (Fuente: INRH, *Plan Hidrológico Nacional*, 2010)
- Potencia instalada: 7,5 MW (Fuente: INRH, *Plan Hidrológico Nacional*, 2010)
- Superficie de la cuenca (en el embalse): 90 km²
- Caudal: 2,49 m³/s (estación “Puerto Escondido”. Fuente: INRH, *Plan Hidrológico Nacional*, 2010)
- Forma parte de los ríos que nacen en la Zona Productora de Aguas Superficiales “Sierra de Barohuco” (Fuente: MMARN, *Atlas de Biodiversidad y Recursos Naturales de la República Dominicana*, 2012)
- Provincia: Independencia
- Población: 58,424 (Fuente: Estimaciones y Proyecciones Nacionales de Poblacion 1950-2100, 2014. Oficina Nacional de Estadística (ONE))
- Porcentaje de población con IVACC alto: 16,8% (Fuente: SIUBEN, *Índices del SIUBEN para categorizar los hogares*, abril 2021)
- IVACC promedio de la provincia: 0,467 (Fuente: SIUBEN, *Índice de vulnerabilidad ante choques climáticos (IVACC)*, junio 2021)
- Proporción de hogares categorizados en ICV-1 e ICV-2: 62,0% (Fuente: SIUBEN, *Índices del SIUBEN para categorizar los hogares*, abril 2021)

2. Río San Juan

- Presa o embalse asociado: SABANETA (Fuente: INRH, *Plan Hidrológico Nacional*, 2010)
- Capacidad del embalse: 76,50 MM³ (Fuente: INRH, *Plan Hidrológico Nacional*, 2010)

- Potencia instalada: 6,4 MW (Fuente: INRH, *Plan Hidrológico Nacional*, 2010)
- Superficie de la cuenca (en el embalse): 464 km²
- Caudal: 7,85 m³/s (estación “Paso de Lima”. Fuente: INRH, *Plan Hidrológico Nacional*, 2010)
- Provincia: San Juan
- Población: 221,736 (Fuente: Estimaciones y Proyecciones Nacionales de Poblacion 1950-2100, 2014. Oficina Nacional de Estadística (ONE))
- Porcentaje de población con IVACC alto: 39,5% (Fuente: SIUBEN, *Índices del SIUBEN para categorizar los hogares*, abril 2021)
- IVACC promedio de la provincia: 0,566 (Fuente: SIUBEN, *Índice de vulnerabilidad ante choques climáticos (IVACC)*, junio 2021)
- Proporción de hogares categorizados en ICV-1 e ICV-2: 61,8% (Fuente: SIUBEN, *Índices del SIUBEN para categorizar los hogares*, abril 2021)

3. Río Las Cuevas

- Presa o embalse asociado: SABANA YEGUA. También aportan a este embalse los ríos Yaque del Sur y Grande del Medio (Fuente: INRH, *Plan Hidrológico Nacional*, 2010)
- Capacidad del embalse: 479,90 MM³ (Fuente: INRH, *Plan Hidrológico Nacional*, 2010)
- Potencia instalada: 13 MW (Fuente: INRH, *Plan Hidrológico Nacional*, 2010)
- Superficie de la cuenca (en el embalse): 585 km²
- Caudal: 2,79 m³/s (estación “La Guama”. Fuente: INRH, *Plan Hidrológico Nacional*, 2010)
- Provincia: Azúa
- Población 2020: 222,256 (Fuente: Estimaciones y Proyecciones Nacionales de Poblacion 1950-2100, 2014. Oficina Nacional de Estadística (ONE))
- Porcentaje de población con IVACC alto: 46,1% (Fuente: SIUBEN, *Índices del SIUBEN para categorizar los hogares*, abril 2021)
- IVACC promedio de la provincia: 0,582 (Fuente: SIUBEN, *Índice de vulnerabilidad ante choques climáticos (IVACC)*, junio 2021)
- Proporción de hogares categorizados en ICV-1 e ICV-2: 57,4% (Fuente: SIUBEN, *Índices del SIUBEN para categorizar los hogares*, abril 2021)

| Territorio/microcuenca | Capacidad embalse asociado (MM ³) | Potencia instalada (MW) | Superficie de la cuenca (en el embalse) en km ² | Caudal (m ³ /s) | Población provincia (2020) | % población con IVACC alto | IVACC promedio provincia | Proporción hogares en ICV-1 e ICV-2 |
|---|---|-------------------------|--|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Río Las Damas (provincia Independencia) | 0.04 | 7.50 | 90.00 | 2.49 | 58,424 | 16.8% | 0.467 | 62.0% |
| Río San Juan (provincia San Juan) | 76.50 | 6.40 | 464.00 | 7.85 | 221,736 | 39.5% | 0.566 | 61.8% |
| Río Las Cuevas (provincia Azua) | 479.90 | 13.00 | 585.00 | 2.79 | 222,256 | 46.1% | 0.582 | 57.4% |

3) *Aprobación de la selección de la microcuenca de Las Cuevas en base al análisis presentado.*

En conclusión, la selección final y aprobada de territorios objeto que se utilizarán en el desarrollo de los escenarios socioeconómicos y el análisis de vulnerabilidad y riesgos climáticos es la siguiente:

Tabla 17: Selección final de territorios objeto

| Territorio objeto |
|---|
| 1. Gran Santo Domingo, que incluye Distrito Nacional + Santo Domingo Este + Santo Domingo Oeste + Santo Domingo Norte + Los Alcarrizos. |
| 2. Santiago de los Caballeros |
| 3. San Felipe de Puerto Plata |
| 4. San Pedro de Macorís |
| 5. San Francisco de Macorís |
| 6. Distrito Municipal de Verón |
| 7. Municipio de Pedernales |
| 8. Provincia de Peravia |
| 9. Provincia de La Vega |
| 10. Microcuenca de Las Cuevas |

5. REFERENCIAS

- Banco Central de la República Dominicana. (2021). *Importancia del turismo en República Dominicana. Evolución reciente en el contexto del COVID-19 y perspectivas de recuperación.*
- Banco Mundial (2013). *Agricultura en la República Dominicana: muy vulnerable, poco asegurada.*
- CAF (2019). *Guía para el Análisis Detallado de Riesgo Climático.* Banco de Desarrollo de América Latina.
- Calil J, Reguero BG, Zamora AR, Losada IJ, Méndez FJ (2017). *Comparative Coastal Risk Index (CCRI): A multidisciplinary risk index for Latin America and the Caribbean.* PLOS ONE 12(11): e0187011. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187011>
- Carter, T.R., Parry, M., Harasawa, H., Nishioka, S. (1994). *IPCC technical guidelines for assessing climate change impacts and adaptations: Part of the IPCC special report to the first session of the Conference of the Parties to the UN Framework Convention on Climate Change.* Londres, World Meteorological Organization / United Nations Environmental Program.
- Chen, H., Matsushashi, K., Takahashi, K., Fujimori, S., Honjo, K., & Gomi, K. (2020). *Adapting global shared socio-economic pathways for national scenarios in Japan.* *Sustainability Science*, 1-16.
- FEMA (1997). *NEHRP Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings.* Report No. 273, Federal Emergency Management Agency, Washington DC.
- Frame, B., Lawrence, J., Ausseil, A. G., Reisinger, A., & Daigneault, A. (2018). *Adapting global shared socio-economic pathways for national and local scenarios.* *Climate Risk Management*, 21, 39-51.
- Gujarati, D.N. (2003). *Basic Econometrics, fourth edition.* McGraw-Hill: New York.
- Instituto Azucarero Dominicano INAZUCAR (2020). *Informe Final Zafra Azucarera 2019/2020.* Santo Domingo, D.N.
- Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, INDRHI (2012). *Plan Hidrológico Nacional.* República Dominicana 2012.
- IPCC (2000). *Special Report on Emissions Scenarios. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel of Climate Change.* Cambridge University Press, United States of America. SBN 0 521 80081 1.
- IPCC (2007). *Towards new scenarios for analysis of emissions, climate change, impacts, and responses strategies.* IPCC Expert Meeting Report, 19-21 September 2007, Noordwijkerhout, The Netherlands. ISBN: 978-92-9169-125-8
- IPCC (2014). *Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 157 págs.

- Izzo, M., Rathe, L., Arias Rodríguez, D., (2013). *Puntos Críticos para la Vulnerabilidad a la Variabilidad y Cambio Climático en la República Dominicana y su Adaptación al mismo*. IDDI, CLIMACCION, Fundación Plenitud.
- Izzo, M. (2017). *La vulnerabilidad de la República Dominicana frente al cambio climático: situación actual y perspectivas*. 5to Congreso de Ingeniería Loyola – COIL 2017. Biotecnología y Cambio Climático.
- König, M., Loibl, W., Haas, W., Kranzl, L., (2015). *Shared-socio-economic pathways*. In: Steininger, W.K., König, M., Bednar-Friedl, B., Kranzl, L., Loibl, W., Pretenthaler, F. (Eds.), *Economic Evaluation of Climate Change Impacts: Development of a Cross-sectoral Framework and Results for Austria*. Springer International Publishing, Cham, Switzerland, pp. 75–99.
- Kopp, R., Horton, R., Little, C., Mitrovica, J., Oppenheimer, M., Rasmussen, D., Tebaldi, C. (2014). *Probabilistic 21st and 22nd century sea-level projections at a global network of tide-gauge sites*. *Earth's Future*
- Lim B, Spanger-Siegfried E, Burton I, Malone E y Huq S (eds.). 2004. *Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policies, and Measures*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Malone EL, Smith JB, Brenkert AL, Hurd B, Moss RH y Bouille D. (2004). *Developing Socioeconomic Scenarios for use in Vulnerability and Adaptation Assessments*. Nueva York: PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo).
- Mason-D'Croz, D., Vervoort, J., Palazzo, A., Islam, S., Lord, S., Helfgott, A., Lipper, L. (2016). *Multi-factor, multi-state, multi-model scenarios: exploring food and climate futures for Southeast Asia*. *Environmental Modelling & Software*, 83, 255-270.
- Mett Office Hadley Centre (2018). *UKCP18 National Climate Projections*.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2017). *República Dominicana. Memoria Institucional 2017*.
- Moquete C (2010). *Guía Técnica El Cultivo de Arroz. Serie Cultivos No.37*. Santo Domingo, República Dominicana. CEDAF, 2010. 166 p.
- Moss, R. H., Edmonds, J. A., Hibbard, K. A., Manning, M. R., Rose, S. K., van Vuuren, D. P., Carter, T. R., Emori, S., Kainuma, M., Kram, T., Meehl, G. A., Mitchell, J. F., Nakicenovic, N., Riahi, K., Smith, S. J., Stouffer, R. J., Thomson, A. M., Weyant, J. P., & Wilbanks, T. J. (2010). *The next generation of scenarios for climate change research and assessment*. *Nature*, 463(7282), 747–756.
- Nilsson, A.E., Bay-Larsen, I., Carlsen, H., van Oort, B., Maiken, B., Jylhä, K., Klyuchnikovaf, E., Masloboevf, V., van der Watt, L., (2017). *Towards extended shared socioeconomic pathways: a combined participatory bottom-up and top-down methodology with results from the Barents region*. *Global Environ. Change* 45, 124–132.
- O'Neill, B.C., Carter, T.R., Ebi, K.L., Edmonds, J., Hallegatte, S., Kemp-Benedict, E., Kriegler, E., Mearns, L., Moss, R., Riahi, K., van Ruijven, B., van Vuuren, D., (2012). *Meeting Report of the Workshop on The Nature and Use of New Socioeconomic Pathways for Climate Change Research*. Boulder, CO.
- O'Neill, B., Kriegler, E., Riahi, K., Ebi, K., Hallegatte, S., Carter, T., Mathur, R., van Vuuren,

- D., (2013). *A new scenario framework for climate change research: the concept of shared socioeconomic pathways*. *Clim. Change* 122, 387–400.
- Oficina Nacional de Estadística (2010). *IX Censo Nacional de Población y Vivienda*. Informe General. Volumen I.
- Oficina Nacional de Estadística (2020). *Dominicana en Cifras 2020*.
- ONU (1995). *The Copenhagen Declaration and Programme of Action*. Nueva York: Organización de las Naciones Unidas.
- Steininger, K.W., Bednar-Friedl, B., Formayer, H., König, M., (2016). *Consistent economic cross-sectoral climate change impact scenario analysis: method and application to Austria*. *Clim. Serv.* 1, 39–52.
- Tait, A., Rutledge, D.T., Frame, B., Frame, D., Lawrence, J., McBride, G., Overton, J., Reisinger, A., (2016). *Climate changes, impacts and implications for New Zealand to 2100*. Synthesis Report: Overall CCII project.
- UK Climate Impacts Programme, (2000), *Socio-economic scenarios for climate change impact assessment: a guide to their use in the UK Climate Impacts Programme*. UKCIP, Oxford.
- Waldhoff S., Edmonds J., (2013). *RCPs and SSPs: What are they and where are they going?* GTSP Annual Meeting 2 October 2013. US Department of Energy, office of science. University of Maryland.

ANEXO 1. RCP y SSP: CARACTERÍSTICAS Y NEXO

Tabla 18. Trayectorias de Concentración Representativas y sus características

| | Forzamiento radiativo (FR) | Concentración | Tendencia | CO2 en 2100 |
|----------------|----------------------------|---------------------------|---------------------|-------------|
| RCP 2.6 | 2.6 W/m ² | 490 CO ₂ -eq | Decreciente en 2100 | 421 ppm |
| RCP 4.5 | 4.5 W/m ² | 650 CO ₂ -eq | Estable en 2100 | 538 ppm |
| RCP 6.0 | 6.0 W/m ² | 850 CO ₂ -eq | Estable en 2100 | 670 ppm |
| RCP 8.5 | 8.5 W/m ² | 1,370 CO ₂ -eq | Creciente en 2100 | 936 ppm |

Fuente: elaboración propia a partir del Quinto Informe IPCC (2014)

Tal y como se observa en la Tabla 17, la trayectoria RCP 2.6 supone un escenario en el que los esfuerzos en mitigación llevan a que el nivel de forzamiento sea muy bajo. Por su parte, las trayectorias RCP 4.5 y RCP 6.0 contemplan escenarios de estabilización y la trayectoria RCP 8.5 implicaría un escenario con un nivel muy alto de emisiones de GEI.

En lo que a los escenarios socioeconómicos se refiere, cada uno representa diferentes tendencias en aspectos clave como la demografía, la economía, las políticas, la realidad institucional o el desarrollo tecnológico. Tal y como muestra la Figura 16, el escenario SSP1 representaría una situación en la que las emisiones globales son relativamente bajas comparadas con el resto de los escenarios y, por tanto, los retos de adaptación y mitigación son también serían bajos. El escenario intermedio corresponde al SSP2, en el cual ambos retos (mitigación y adaptación) son importantes, aunque no implican situaciones severas. El SSP5 representa un desarrollo convencional en el que los estados concentran sus esfuerzos en el desarrollo económico, al margen de las consecuencias ambientales del mismo. Es un escenario que requiere de un gran esfuerzo de mitigación.

Figura 16. Trayectorias socioeconómicas compartidas



Fuente: O'Neill et al. (2012)

Los SSP han sido desarrollados a nivel global y necesitan, por tanto, versiones revisadas (o extendidas) para la evaluación regional o local, ya que las narrativas globales pueden carecer de impulsores importantes específicos de la región, perspectivas de política nacional y unificación de datos para cada nación. Por lo tanto, es necesario construir escenarios que puedan ser utilizados por los gobiernos para reflejar situaciones únicas nacionales y subnacionales.

Con todo, los SSP y las RCP pueden ser integradas como se observa en la Tabla 18 (véase [RCPs and SSPs: What are they and where are they going?](#) para una información más detallada).

Tabla 19. Vínculos entre los SSP y las RCP

| | SSP1 | SSP2 | SSP3 | SSP4 | SSP5 |
|----------------|------|------|------|------|------|
| RCP 2.6 | X | X | | | X |
| RCP 4.5 | X | X | X | X | X |
| RCP 6.0 | X | X | X | X | X |
| RCP 8.5 | | | | | X |

Fuente: elaboración propia a partir de Waldhoff & Edmonds (2013)

ANEXO 2. REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN INTERNACIONAL Y DOMÉSTICA

- **PNUD. Developing Socioeconomic Scenarios: For Use in Vulnerability and Adaptation Assessments (2004)**

Resumen: Este manual del PNUD proporciona enfoques para el desarrollo de escenarios futuros, tanto sin cambio climático, como con cambio climático y adaptación. La primera parte de la guía es coherente con el Informe especial sobre escenarios de emisiones del IPCC: desarrollo de “relatos” cualitativos del futuro y selección de valores sustitutos (o *proxies*) para representar los elementos más importantes de las condiciones socioeconómicas, todo ello complementado con investigación y datos cuantitativos, según sea necesario.

La segunda parte de la guía demuestra un enfoque de escenarios sectoriales mediante el uso de indicadores cuantitativos para calcular la seguridad alimentaria. Además, la guía recomienda un proceso de participación de los actores relevantes.

El manual se puede utilizar en análisis de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático a escalas local, sectorial, regional y nacional. Por tanto, los escenarios pueden contribuir a desarrollar Comunicaciones Nacionales de los países, Programas de Acción Nacionales de Adaptación (NAPA), y propuestas de subvenciones a, por ejemplo, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM).

- **PNUD. Assessing Current and Changing Socio-Economic Conditions (capítulo 6)**

Resumen: Comprender los patrones socioeconómicos de cualquier sistema es esencial para adaptarse al cambio climático. La vulnerabilidad al cambio climático depende de las interacciones entre las condiciones socioeconómicas cambiantes y los peligros climáticos; la viabilidad de sus opciones de adaptación requiere análisis socioeconómicos de las barreras y oportunidades subyacentes. Por lo tanto, las condiciones socioeconómicas deben describirse con suficiente detalle para evaluar los méritos de las opciones de políticas aplicables.

Enfoques anteriores para la evaluación de la vulnerabilidad y la adaptación resultaban en supuestos simplificados, lo que limitaba la utilidad de las medidas de adaptación propuestas. En algunos casos, los impactos del cambio climático se proyectaban en escenarios socioeconómicos estáticos, sin tener en cuenta los cambios en los impulsores socioeconómicos clave del desarrollo humano, mientras que en otras evaluaciones las predicciones de impacto se llevaron a cabo con un conjunto muy limitado de indicadores socioeconómicos (como población, PIB per cápita y cambio de uso de la tierra y mejora tecnológica). Para los modelos globales, este tratamiento minimalista es apropiado. Pero a escalas más pequeñas, donde la adaptación realmente tiene lugar, se necesitan más detalles sobre los residentes y cómo viven y trabajan en las comunidades; las políticas gubernamentales, incluidos los impuestos y las leyes, que fomentan determinadas actividades económicas y sociales y desalientan otras; las culturas, sus formas de organización y solidaridad social, son todos factores importantes en la configuración de las políticas de adaptación.

El desafío es desarrollar estrategias de adaptación adecuadas a las sociedades del futuro. Para lograr este objetivo, primero, la relación entre el clima actual y futuro y las condiciones socioeconómicas cambiantes debe ser explícita. En segundo lugar, deben explorarse las

condiciones socioeconómicas proyectadas y sus implicaciones para la vulnerabilidad de los sistemas. La adopción de este enfoque aumenta el realismo del análisis.

Para respaldar este tipo de análisis, este documento técnico proporciona orientación en tres áreas:

- Caracterizar las condiciones socioeconómicas y los impulsores con indicadores;
- Relacionar estos indicadores con análisis de vulnerabilidad y clima;
- Integrar la adaptación al cambio climático con los objetivos de desarrollo sostenible.

En este informe se enfatizan los enfoques cualitativos o mixtos cuantitativos/cualitativos. Su aplicación producirá una descripción cualitativa o cuantitativa de las condiciones socioeconómicas actuales y futuras del sistema de prioridades. Los resultados específicos pueden incluir (1) una descripción general de las condiciones socioeconómicas históricas, (2) una descripción detallada de las condiciones actuales, (3) y un conjunto de "relatos" alternativos que describan las perspectivas socioeconómicas futuras en el contexto de los posibles impactos del cambio climático.

- **Socio-economic Scenarios for Climate Change Impact Assessment - A guide to their use in the UK Climate Impacts Programme**

Resumen: Este informe pretende fomentar el uso de los escenarios socioeconómicos en los estudios de impactos, a través del desarrollo de un marco de escenarios a través del cual los actores relevantes puedan reflexionar sobre posibles futuros alternativos y dar sentido a lo que esto significa para ellos en el contexto de los impactos del cambio climático. El informe presenta un conjunto de herramientas para que los estudios puedan seleccionar y desarrollar escenarios y aplicarlos dentro de las evaluaciones de impacto climático. El informe contiene:

- 1) Una explicación de por qué se requieren escenarios socioeconómicos para la evaluación del impacto del cambio climático;
- 2) La presentación de los escenarios a nivel nacional; y
- 3) Orientación sobre el uso de escenarios socioeconómicos a nivel regional, basándose en el proceso de consulta durante el desarrollo de los escenarios a nivel nacional, junto con documentos encargados que revisan la experiencia inicial de su uso en algunos estudios de primera etapa regional dentro de UKCIP.

- **Puntos Críticos para la Vulnerabilidad a la Variabilidad y Cambio Climático en la República Dominicana y su Adaptación al mismo (USAID, TNC, IDDI).**

Resumen: Este estudio analiza seis sectores prioritarios a nivel provincial para la RD: Agricultura, para las inundaciones y para la sequía, Agua para consumo humano, Energía, Sistemas de Áreas Protegidas, Asentamientos humanos y Turismo. Se realizó a través de indicadores biofísicos y socioeconómicos, y a través de la elaboración de un Índice de vulnerabilidad. Los resultados obtenidos se presentan a nivel nacional, por provincias. El objetivo de este estudio es sentar las bases para la comprensión del sistema climático y sus dinámicas, con énfasis en el análisis de vulnerabilidad y la identificación de puntos clave para sugerir medidas que puedan orientar el diseño y la ejecución de las actividades de adaptación al cambio climático.

- **Datos y escenarios socioeconómicos del Centro de Distribución de Datos (DDC) del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC)**

Resumen: El Centro de Distribución de Datos (DDC) proporciona datos climáticos, socioeconómicos y ambientales, tanto del pasado como en escenarios proyectados hacia el futuro. También se proporcionan directrices técnicas sobre la selección y el uso de diferentes tipos de datos y escenarios en la investigación y evaluación. El DDC está diseñado principalmente para investigadores del cambio climático, pero los materiales contenidos en el sitio también pueden ser de interés para educadores, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, así como para el público en general.

- **Datos Socioeconómicos y Centro de aplicaciones del Centro para una Red Internacional de Información sobre Ciencias de la Tierra (CIESIN).**

Resumen: El Centro para la Red Internacional de Información sobre Ciencias de la Tierra (CIESIN) es un centro dentro del Instituto de la Tierra de la Universidad de Columbia. CIESIN trabaja en la intersección de las ciencias sociales, naturales y de la información, y se especializa en gestión de datos e información en línea, integración y capacitación de datos espaciales e investigación interdisciplinaria relacionada con las interacciones humanas en el medio ambiente.

ANEXO 3. ESCENARIOS REGIONALES Y LOCALES DESDE LO GLOBAL: ENFOQUES Y EXPERIENCIAS

Cuando se habla de enfoques para la elaboración de escenarios regionales y/o locales, la distinción más importante es, quizás, la realizada entre los enfoques de arriba hacia abajo (descendentes), las metodologías de abajo hacia arriba (ascendentes) y los métodos que combinan ambos enfoques.

- Los **enfoques de arriba hacia abajo** toman como punto de partida la perspectiva global como condiciones de referencia comunes sobre las que proponer posibles desarrollos futuros en contextos más específicos, es decir, la producción de las "SSP ampliadas". Las descripciones del desarrollo global, por ejemplo, los SSP globales, se toman como las condiciones de referencia del desarrollo futuro potencial de contextos más específicos.
- Los **enfoques de abajo hacia arriba** toman como punto de partida el contexto específico del ámbito geográfico sobre el que se quieren establecer los escenarios (por ejemplo, una región o un sector social). A menudo se involucra a los agentes locales como una parte importante de la metodología y, por lo tanto, tienden a incluir el conocimiento local o sectorial.
- El **enfoque combinado** busca la colaboración con los actores locales para crear narrativas locales en el contexto de las narrativas mundiales.

Los escenarios extendidos ayudarán a evaluar los riesgos del cambio climático y las opciones de adaptación. Los escenarios también podrían ayudar a evaluar las opciones de mitigación, pero los escenarios ponen generalmente menos énfasis en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) - salvo cuando integran los cambios en las políticas ambientales que afectan a lo vulnerable que un país puede ser al cambio climático.

A continuación, se analizan las experiencias de desarrollo de escenarios socioeconómicos a un nivel geográfico inferior al mundial.

AUSTRIA

La explicación y los escenarios desarrollados para Austria están disponibles en König et al. (2015) y Steining et al. (2016). En un esfuerzo por obtener estimaciones de los costes del cambio climático a nivel nacional que tuvieran en cuenta el desarrollo socioeconómico del país, los autores elaboraron escenarios socioeconómicos que pudieran ser integrados con los escenarios climáticos para estimar los costes del cambio climático en el país.

Escenarios climáticos

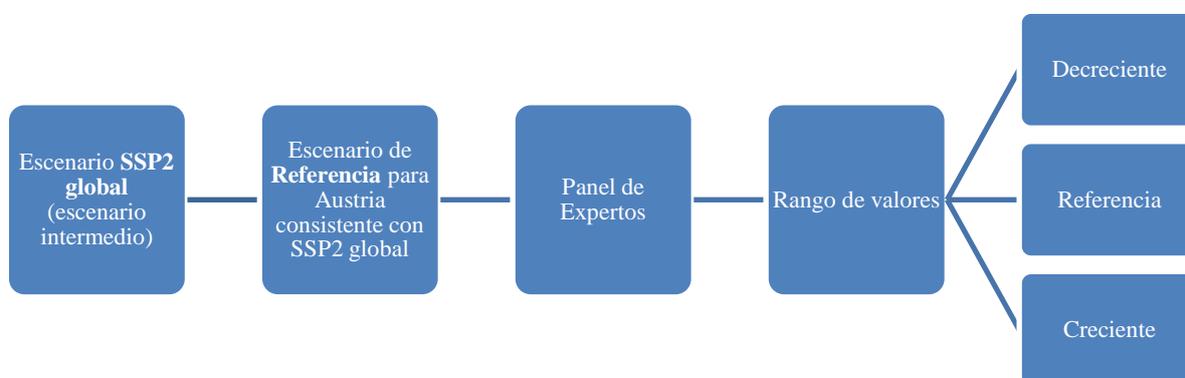
Para evaluar el potencial cambio climático en Austria se utilizaron los datos mensuales de temperatura y precipitación de 17 Modelos de Circulación Global (GCM, por sus siglas en inglés – *General Circulation Models* -) y 14 Modelos de Circulación Regional (RCM, por sus siglas en inglés – *Regional Circulation Models* -) para diferentes escenarios de emisiones diferentes (RCP 4.5, RCP 6.0 y RCP 8.5). Se simuló la evolución futura de 63 indicadores o variables climáticas cuya alteración puede generar impactos.

Escenarios socioeconómicos

Puesto que los impactos del cambio climático no dependen únicamente de cambios en las variables climáticas como temperatura y precipitación sino que están también asociados con las condiciones socioeconómicas futuras, los autores hicieron supuestos (en forma de escenarios) sobre el futuro desarrollo socioeconómico del país empleando una metodología que **combina un enfoque de arriba hacia abajo con un enfoque de abajo hacia arriba** que tiene en cuenta el conocimiento de agentes nacionales sectoriales. Es decir, los autores combinan los escenarios globales con el conocimiento local.

Partiendo de un **escenario global** (el SSP2 – escenario medio), los autores construyeron un **escenario de referencia nacional** aplicando al contexto austriaco los supuestos del SSP2 del IPCC (escenario medio) sobre tasa de variación del PIB (+0,65% anual), población (+0,67% anual), uso del suelo y tecnología. El escenario de referencia fue compartido y debatido con **expertos sectoriales** que determinaron **rangos de valores** posibles en 2030 y 2050.

Figura 18. Proceso seguido para construir escenarios socioeconómicos nacionales en Austria



Fuente: elaboración propia

Se establecieron escenarios 2030 y 2050 para el crecimiento económico, población y empleo; precio de la energía, del CO₂ y de productos agrícolas; edificios e infraestructuras de transporte; superficie agrícola y forestal; asentamientos urbanos; zonas industriales.

BARENTS

La región de Barents está formada por las partes más septentrionales de Noruega, Suecia, Finlandia y el noroeste de Rusia. Cubre un área de 1,75 millones de km² de que aproximadamente el 75% están en Rusia. La región de Barents tiene más de cinco millones de habitantes, incluidos varios pueblos indígenas.

Los escenarios desarrollados para esta región están disponibles en Nilsson et al. (2017), donde los autores presentan y discuten el desarrollo y la aplicación de una metodología para generar escenarios de cambios futuros locales anidados en escenarios globales. El método combina el uso de las narrativas de escenarios globales desarrolladas en el ámbito de la investigación climática (enfoque de arriba hacia abajo), que utilizan para definir las condiciones de referencia, con talleres participativos (enfoque de abajo hacia arriba) en los que los participantes deben responder a la siguiente pregunta: ¿Qué cambios futuros se pueden esperar en la región en materia económica, ambiental y social?

Se pueden desarrollar SSP ampliados o extendidos de diferentes maneras: los autores emplean un enfoque que utiliza las condiciones de los SSP globales (SSP1, SSP3, SSP4 y SSP5) como

referencia para desarrollar escenarios SSP locales ampliados. Su trabajo se sustenta en la participación de actores locales y regionales mediante la celebración de talleres de trabajo. La Figura 19 muestra el proceso seguido para la construcción de las narrativas regionales.

Figura 19. Proceso para la construcción de narrativas regionales en Barents



Fuente: elaboración propia

En primer lugar, se identificaron los factores regionales del cambio independientes de las narrativas globales. Para ello, se organizaron una serie de talleres en los que se pidió a los participantes que identificaran y describieran los dos factores del cambio más relevantes de la región. Los factores del cambio se agruparon por categorías.

A continuación, se presentaron los SSP globales y se pidió a los participantes en los talleres que identificaran los estados regionales (las consecuencias regionales de los diferentes factores de cambio) dependientes de las narrativas globales. Es decir, se identificó cómo podrían evolucionar los grupos prioritarios de factores a nivel regional con respecto a las condiciones de referencia de los SSP globales (se tuvieron en cuenta las condiciones de referencia de cuatro de los cinco SSP globales: SSP1, SSP3, SSP4 y SSP5). De esta forma, se determinó cómo evolucionarían los principales impulsores regionales del cambio en un mundo como el descrito por los SSP globales.

El tercer paso del proceso de elaboración de escenarios fue tomar las descripciones de los participantes sobre la forma en que los impulsores podrían interactuar a nivel regional y transformar las aportaciones de los debates del taller en narrativas coherentes, uno para cada uno de los SSP globales. Es decir, se desarrollaron narrativas como descripciones cualitativas sobre cómo podría evolucionar el futuro.

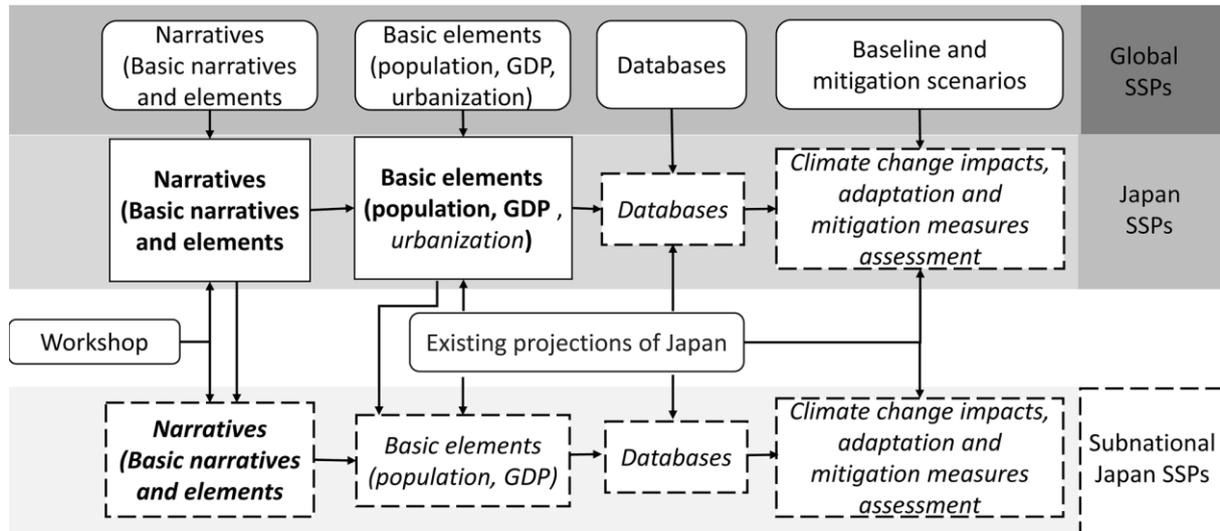
JAPÓN

Los escenarios desarrollados para Japón están disponibles en Chen, H. et al., (2020). El estudio describe la metodología seguida para desarrollar **escenarios SSP para Japón vinculados a los SSP globales**. El estudio describe los factores de cambio y las narrativas básicas de los SSP de Japón, coherentes con los SSP globales, construidos en base a talleres de trabajo con agentes locales. Además, proporciona datos de población y PIB a escala nacional. Los SSP de Japón ponen de manifiesto que la población, el desarrollo institucional y otros indicadores socioeconómicos de Japón evolucionarán de manera diferente a la que prevén los SSP globales. En particular, en los SSP de Japón se espera que la población y el PIB sean entre un 20 y un 25% menores que lo que prevén los SSP globales.

La Figura 20 presenta de manera esquemática los elementos que componen los SSP (globales, nacionales y subnacionales), los principales pasos seguidos para desarrollar los SSP de Japón y los resultados del estudio. Los SSP globales están compuestos por 4 elementos principales: las narrativas (las narrativas de los SSP globales son 5 - SSP1, SSP2, SSP3, SSP4 y SSP5), los factores de cambio o elementos básicos, relevantes para estrategias de mitigación y para

posibles medidas de adaptación, que determinan los escenarios socioeconómicos futuros (población, PIB y desarrollo urbano), las bases de datos y los escenarios de referencia y de mitigación. Los SSP de Japón se centran en aspectos cualitativos (narrativas) y cuantitativos (elementos básicos y bases de datos), que deben presentarse de forma conjunta para facilitar su uso generalizado. Los resultados del estudio se muestran en **negrita** e incluyen el desarrollo de las narrativas y de los elementos básicos (población y PIB) de los SSP nacionales, y el desarrollo de las narrativas de los SSP subnacionales. Los recuadros de puntos (en cursiva) presentan los futuros estudios a desarrollar.

Figura 20. Trayectorias Socioeconómicas Compartidas



Fuente: Chen, H. et al., (2020)

En cuanto a los **pasos seguidos**, el proceso tiene en cuenta la evolución general de los SSP globales y las propias características de Japón, es decir, combina el enfoque de arriba hacia abajo con el enfoque de abajo hacia arriba. Los escenarios nacionales fueron desarrollados basados en los **SSP globales** (enfoque de arriba hacia abajo), **talleres y proyecciones existentes para Japón** (enfoque de abajo hacia arriba). **Primero**, partiendo del marco de las narrativas de los SSP globales se desarrollaron las narrativas de los SSP de Japón basadas en los principales factores impulsores del desarrollo futuro de Japón. Los factores del cambio fueron recabados de expertos nacionales a través de talleres. Los agentes identificaron los siguientes factores de cambio: inteligencia artificial, salud, avances en tecnología de genomas, conducción automática, educación, gobernanza, desmaterialización y diversidad. **En segundo lugar**, se hicieron proyecciones a largo plazo (2100) de la población, el PIB y el desarrollo urbano para cada SSP de Japón. **Finalmente**, se proyectaron las narrativas y los factores socioeconómicos del cambio asociados a dichas narrativas utilizando modelos de evaluación integrados y se obtuvieron proyecciones cuantitativas de energía, uso de suelo y emisiones asociados a los SSP nacionales de Japón.

Este ejemplo es un buen enfoque metodológico porque, aunque simple, se establece una cadena causal y, lo que es más importante, descompone el problema en partes más simples.

En el futuro está previsto desarrollar escenarios de uso del suelo con alta resolución espacial y cuantificare información de indicadores básicos (población, PIB, uso del suelo, etc.) y de

indicadores de sectores específicos (por ejemplo, agricultura, agua y salud). Las investigaciones futuras también se centran en el desarrollo de SSP subnacionales que se pueden utilizar para evaluaciones de impacto a nivel municipal. Como parte de una serie de estudios, un grupo de investigadores está estimando la economía y la población futuras en 6 municipios de la región de Kanto, considerando la forma de trabajar y vivir.

NUEVA ZELANDA

Los escenarios desarrollados para Nueva Zelanda están disponibles en Bob Frame et al., (2018). El documento elabora escenarios climáticos (es decir, RCP) y socioeconómicos (es decir, SSP) nacionales hasta 2100 anidados en los escenarios RCP y SSP mundiales. Al contrario de los globales, los escenarios nacionales tienen en cuenta la gobernanza, las tradiciones culturales particulares y la idiosincrasia del país. Pueden ser aplicados, por lo tanto, para desarrollar políticas de mitigación y adaptación del país.

El enfoque empleado por los autores parte de los escenarios globales existentes y los modifica teniendo en cuenta las características internas del país, recabadas mediante talleres participativos, para construir escenarios socioeconómicos nacionales consistentes con los escenarios globales. Se identificaron y se desarrollaron narrativas para seis escenarios probables que comprenden combinaciones de los RCP, los SSP y las propias condiciones internas de Nueva Zelanda (lo que los autores denominan supuestos compartidos). De las seis narrativas se seleccionaron las cuatro más probables para trabajar con un número de escenarios más razonable.

Para que los escenarios respondan a las necesidades de los decisores públicos, es necesario añadir elementos cualitativos y cuantitativos a las narrativas. Para los elementos cuantitativos, se utilizaron modelos climáticos para desarrollar escenarios RCP nacionales que generaron proyecciones climáticas en cuadrículas de 5 km (Tait et al., 2016). Para los elementos SSP se barajaron dos opciones: trasladar a la escala nacional los SSP globales o construir indicadores de abajo hacia arriba que reflejen las condiciones específicas nacionales (como en la región de Barents).

Este ejemplo podría considerarse un buen referente para el caso de República Dominicana por dos razones: por un lado, facilita que los tomadores de decisiones comprendan y adopten los escenarios, y, por otro lado, puede ser una alternativa para áreas o sectores donde no se dispongan de todos los datos necesarios.

Finalmente, se optó por incorporar dimensiones a escala nacional y local garantizando al mismo tiempo relaciones coherentes y transparentes con el marco SSP global. Primero, se seleccionaron los indicadores nacionales importantes del conjunto de indicadores (ver Tabla 19) propuestos en O'Neill et al. (2013).

Tabla 20. Potenciales indicadores para construir narrativas

| Categoría | Elemento |
|-----------------------------------|--|
| Demográficos | Población total y por edades |
| | Población urbana versus rural, y formas urbanas |
| | Otra información sobre localización, como costero frente a interior |
| Desarrollo económico | PIB global y regional |
| | Distribución regional, nacional y subnacional del PIB |
| | Estructura nacional de las economías nacionales, en particular la proporción agrícola y la productividad del suelo agrícola. |
| | Proporción de población en pobreza extrema |
| | Comercio internacional |
| Bienestar | Desarrollo humano |
| | Nivel educativo |
| | Salud, incluido acceso a infraestructuras y servicios de salud pública |
| Factores ecológicos y ambientales | Calidad del aire, del agua y del suelo |
| | Funcionamiento de los ecosistemas |
| Recursos | Recursos fósiles y potencial renovables |
| | Otros recursos como agua dulce, etc. |
| Instituciones y gobierno | Existencia, tipo y efectividad de las instituciones |
| | Grados de participación |
| | Funcionamiento de la Ley |
| Desarrollo tecnológico | Tipo y dirección del progreso tecnológico |
| | Difusión de la innovación, en particular sectores como oferta, suministro y demanda de energía, industria, transporte y agricultura |
| Factores sociales | Actitud ante el medio ambientales |
| | Estilos de vida (incluida dieta) |
| | Tensión social y nivel de conflicto |
| Políticas | Políticas no climáticas, incluidas políticas de desarrollo, políticas tecnológicas, políticas de planificación urbana y transporte, políticas de seguridad energética y políticas ambientales para proteger la calidad del aire, el suelo y el agua. Es posible que los SSP puedan especificarse en parte en términos de objetivos de política, como metas sólidas de mejora del bienestar, en lugar de metas o medidas de política específicas. |

Fuente: O'Neill et al. (2013)

Los indicadores se identificaron mediante talleres con agentes y revisiones bibliográficas. Para obtener indicadores cuantitativos, se utilizaron las cifras de población y PIB de la base de datos de la SSP global extrapolados a escala nacional. A continuación, se calibró un modelo de

comercio y mitigación del clima para reproducir las trayectorias de las emisiones de los RCP con las variables mundiales de la SSP/SPA, incluidos los precios mundiales del carbono.

En cuanto a los aspectos cualitativos, las narraciones se elaboraron con la ayuda de investigadores que aseguraron la coherencia interna con la lógica general del escenario y el contexto mundial y se contrastaron luego con los responsables de la toma de decisiones y otros agentes relevantes.

REINO UNIDO

La Oficina Meteorológica de Reino Unido desarrolló en 2018 Proyecciones Climáticas a escala nacional basadas en las RCP globales. Sin embargo, no hay versiones nacionales de las SSP mundiales que puedan ser combinadas con las proyecciones climáticas.

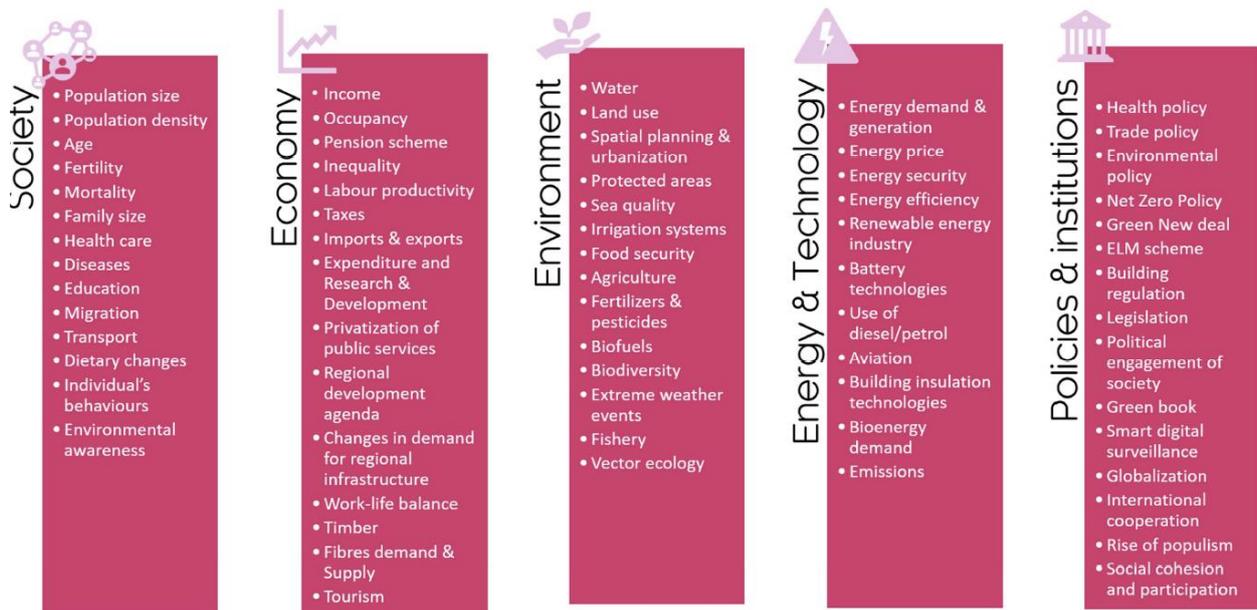
El Reino Unido ha puesto en marcha un ambicioso proyecto para desarrollar escenarios socioeconómicos nacionales futuros compatibles con los SSP globales. Los resultados finales del proyecto consistirán en un conjunto de narrativas; tendencias semicuantitativas; cuantificaciones para variables específicas; y visualizaciones de las interrelaciones entre esas variables para un conjunto anidado de SSP específicos del país y del Reino Unido que son consistentes con el contexto global / europeo. En el momento de elaborar este informe estaban disponibles las narrativas de los escenarios preliminares, pero no las tendencias semicuantitativas.



Para elaborar las narrativas, se identificaron primero las cuestiones clave relacionadas con la resiliencia climática del Reino Unido que deberán ser abordadas por la comunidad investigadora del país. La comprensión de estas preguntas es un primer paso importante para establecer con precisión qué variables deben incluirse en los escenarios socioeconómicos, por lo que una vez comprendidas estas cuestiones se procedió a seleccionar las variables que se pueden utilizar para medir los cambios en la resiliencia y que deben, por tanto, ser incluidas en los escenarios socioeconómicos.

Las cuestiones clave relacionadas con la resiliencia climática y las variables relacionadas se identificaron combinando la revisión de literatura con la celebración de un taller de trabajo con un panel de expertos al que se planteó cuestiones relacionadas con los siguientes ámbitos temáticos o **factores del cambio** que se espera que influyan en el desarrollo socioeconómico futuro: capacidad adaptativa y de respuesta; infraestructura (incluido transporte); uso del suelo; salud; demografía y sociedad; energía. El resultado fue una lista larga de variables cualitativas y cuantitativas agrupadas en cinco temas principales: sociedad, economía, energía y tecnología, medio ambiente y políticas e instituciones

Figura 21. Lista larga de variables en Reino Unido

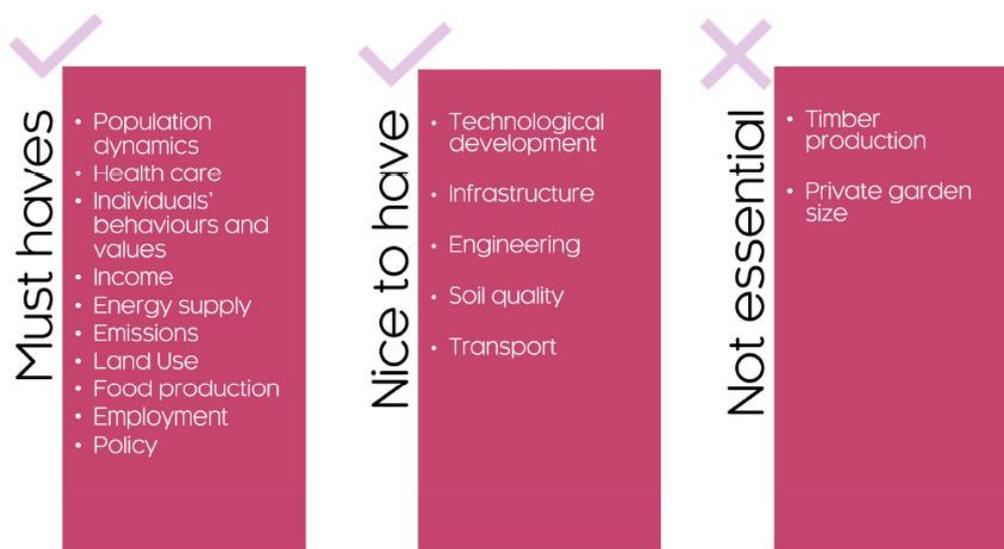


A continuación, el panel de expertos agrupó las variables en función de su relevancia para los escenarios socioeconómicos a desarrollar:

- Debe tener: variables identificadas más de dos veces en el panel de expertos y que se consideraron esenciales en estudios previos de las SSP
- Bueno que tenga: variables identificadas o veces o menos por el panel de expertos y que se consideraron útiles en estudios previos de las SSP
- No esencial: variables de poco interés para el panel de expertos

El principal resultado de esta tarea es una lista de variables priorizadas en función de su relación con la resiliencia climática en Reino Unido (ver Figura 22).

Figura 22. Lista priorizada de variables en Reino Unido



Una vez priorizadas las variables, se pidió al panel de expertos que debatieran las principales relaciones entre las variables. Las interdependencias descritas sugieren que los escenarios socioeconómicos deben tener en cuenta un amplio conjunto de vínculos con el fin de obtener proyecciones coherentes, donde los cambios en un componente afectan a los demás a través de una serie de vínculos directos e indirectos.

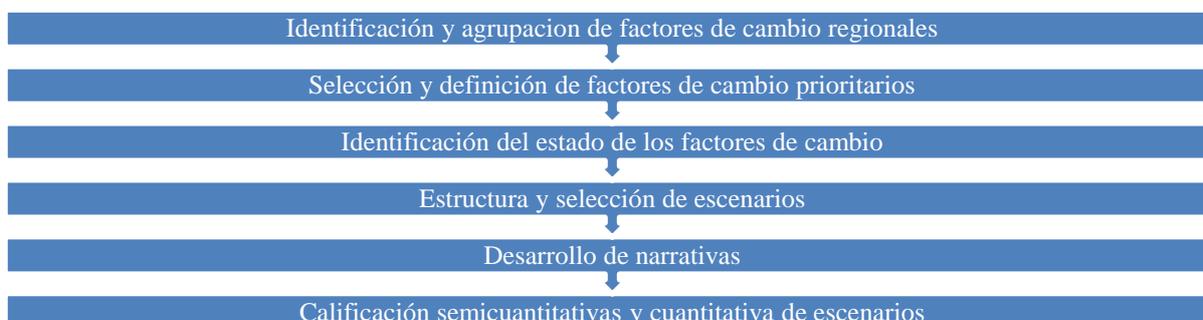
SUDESTE ASIÁTICO

Los escenarios desarrollados para el Sudeste Asiático están disponibles en Daniel Mason-D´Croz et al. (2016). En este documento se presentará un **proceso de escenarios participativos** que mantiene un gran espacio de posibilidades mediante el uso de múltiples factores y estados-factores y un conjunto de modelos múltiples para crear y cuantificar cuatro escenarios regionales para el Asia Suroriental.

El estudio describe el desarrollo de cuatro escenarios socioeconómicos regionales en un proceso de desarrollo de escenarios interactivo e inclusivo. Describe cómo se utilizaron distintos modelos para cuantificar esos escenarios y vincularlos a las rutas socioeconómicas compartidas (SSP) y a las Sendas de Concentración Representativas (RCP) de la comunidad del IPCC, manteniendo al mismo tiempo la diversidad de los escenarios.

Un total de 30 agentes de organismos gubernamentales, ONG, el mundo académico y el sector privado de Camboya, Laos y Vietnam exploraron los principales factores regionales del cambio como parte de un proceso de construcción de escenarios regionales. Su objetivo fue crear escenarios diversos para poner a prueba y elaborar políticas y estrategias de inversión regionales sobre sistemas agrícolas y alimentarios resistentes al clima, explorando al mismo tiempo las posibles compensaciones ambientales. La adopción de un enfoque regional permitía crear un marco común que podía aplicarse a diferentes procesos de elaboración de políticas a nivel regional y nacional.

Los escenarios se cuantificaron en dos modelos económicos agrícolas mundiales de equilibrio parcial espacialmente explícitos y en un modelo de alta resolución de uso de la tierra y cobertura de la tierra, y se vincularon a los escenarios socioeconómicos y climáticos mundiales. Esta vinculación con los escenarios mundiales se hizo con un enfoque de coherencia, asegurando que los escenarios fueran compatibles con el contexto mundial, pero al mismo tiempo suficientemente independientes como para dar respuesta a las preocupaciones de las políticas regionales. El proceso de elaboración de escenarios comenzó con entrevistas previas al taller para preparar a los participantes a considerar los factores de cambio y los escenarios. A continuación, se crearon los escenarios siguiendo un proceso de **cinco pasos**.



Paso 1: identificación y agrupación de los factores de cambio. Se pidió a todos los participantes que hicieran una lista de los factores de cambio que afectan a la seguridad alimentaria, los medios de vida rurales y el medio ambiente. A continuación, se pidió a los participantes que agruparan los factores similares. Al final de esta etapa, los factores de cambio se agregaron de manera transparente de casi 150 a un total de 34.

Paso 2: selección y definición de los factores de cambio primarios. De los 34 factores seleccionados en el paso anterior, los participantes votaron por los 3 factores que consideraban más inciertos y los 3 factores más relevantes en lo que respecta a la seguridad alimentaria, los medios de vida rurales y el medio ambiente. De esta manera, se redujo por consenso el número de factores a cuatro factores del cambio prioritarios, asegurando al mismo tiempo que los factores maximizaran la relevancia y la incertidumbre para los encargados de la toma de decisiones. Una vez establecidos los factores prioritarios, se procedió a consensuar una definición. Esto se hizo en un debate plenario en el que los participantes definieron los factores, asegurándose de que representaran cuestiones regionales clave. Los 30 factores no prioritarios se agruparon bajo el factor prioritario más relevante, asegurando que todas las cuestiones relevantes se incluyeran en la semi cuantificación del escenario.

Paso 3: definición de los estados de los factores de cambio. Los participantes fueron separados en cuatro grupos para identificar estados futuros posibles, "extremos" y mutuamente excluyentes para los factores. Los estados extremos eran necesarios para asegurar que los escenarios fueran significativamente diferentes del presente y entre sí.

Paso 4: estructura y selección de escenarios. Una selección de un estado-factor de cada factor de cambio produce un esqueleto de escenario, que puede ser representado por una cadena numérica. Para convertir estos esqueletos en escenarios completos, los participantes desarrollaron una matriz de compatibilidad para determinar la compatibilidad factor-estado, un método estándar para examinar la plausibilidad de los estados factoriales mediante comparaciones por pares. En estas comparaciones por pares, los participantes clasificaron las combinaciones de estados de factores como: (0) no posible; (1) incierto/desacuerdo; o (2) posible. Estas tres calificaciones permiten identificar la compatibilidad entre los estados de los factores sin calificar la probabilidad, algo que se quería evitar para asegurar que los escenarios ofrecieran una amplia gama de futuros posibles. Una vez creada la matriz de compatibilidad, se determinó que 21 de los 36 esqueletos de escenarios seguían siendo posibles. Hay 5.985 maneras posibles de elegir un subconjunto de 4 escenarios de estos 21 escenarios posibles. Sin embargo, no todos estos subconjuntos son igualmente diversos. Para la selección final de seis escenarios diversos se empleó un potente programa de ordenador desarrollado en el marco del proyecto. Finalmente, se pidió a los participantes que votaran por 4 de estos 6 esqueletos de escenarios para desarrollar escenarios completos.

Paso 5: desarrollo de narrativas de escenarios regionales. En este paso, los participantes aclararon la lógica interna de los escenarios a través de la definición de las narrativas de los escenarios y la semicuantificación. Los esqueletos de los escenarios proporcionaron el marco general de las narraciones, con un contenido adicional derivado de la consideración de los subfactores de cambio. La clave de esta construcción narrativa fue imaginar primero cómo sería un mundo futuro definido por los estados-factores extremos seleccionados, y luego retroceder (mirar hacia atrás desde el futuro) una serie de acontecimientos que vincularían este futuro con el presente. Este proceso definía la dinámica de cambio del escenario y garantizaba que los participantes imaginaran futuros novedosos y diversos, con sus propios desafíos y oportunidades, antes de conectarlos con el presente. Para elaborar escenarios que pudieran ser

utilizados y reutilizados por diversos grupos de encargados de la adopción de decisiones, era necesario examinar con los participantes: 1) la función del organismo encargado de la adopción de decisiones para garantizar que los escenarios contuvieran elementos estratégicos y contextuales; 2) la importancia de evitar los escenarios puramente utópicos o distópicos. Es fundamental examinar cuidadosamente el papel de la fiscalización y el contexto. En general, estos escenarios regionales se inclinaban hacia lo estratégico, ya que la mayoría de los factores de cambio se encontraban dentro del ámbito de control de algunos de los usuarios previstos de los escenarios. Sin embargo, esto se equilibró incluyendo algunos elementos puramente contextuales como el cambio climático y los mercados mundiales, que fueron simulados por los modelos mundiales en los que se cuantificaron los escenarios. Además, como los usuarios previstos de los escenarios se encuentran a nivel nacional y sectorial con un control limitado sobre cuestiones que están fuera de su dominio, esto significó que el mismo elemento del escenario que podría ser estratégico para un grupo de usuarios del escenario podría considerarse contextual para otros usuarios. Una vez completados, se pueden considerar más o menos deseables los diferentes escenarios. Para evitar escenarios utópicos/distópicos, se pidió a los participantes que consideraran los desafíos y oportunidades singulares que cada escenario futuro presentaría a los encargados de formular políticas.

Paso 6: calificación semicuantitativa y cuantitativa de escenarios. Una vez establecidas las narrativas de los escenarios, los participantes proporcionaron información semicuantitativa para cada uno de los factores y subfactores de cambio, identificando la dirección y la magnitud del cambio en diferentes momentos a lo largo del horizonte temporal de los escenarios. Para garantizar que los equipos de modelización comprendieran bien estas decisiones, los participantes destacaron la lógica que subyace a estas decisiones, así como los casos en que había incertidumbre o desacuerdo entre los participantes.

Los modelos fueron cuantificados utilizando **modelos desarrollados por el International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) e IFPRI**. El modelo GLOBIOM de IIASA evalúa la competencia por el uso de la tierra entre la agricultura, la bioenergía y la silvicultura, mientras el modelo IMPACT de IFPRI está diseñado para examinar futuros alternativos para el suministro mundial de alimentos, la demanda, el comercio, los precios y la seguridad alimentaria. El Centro de Investigación para Sistemas Ambientales (CESR por sus siglas en inglés) investigó las posibles implicaciones de los escenarios, cuantificados con IMPACT, en términos de cambios de uso de tierras. A su vez, los escenarios cuantificados mediante estos dos modelos fueron cruzados con escenarios de cambio climático. Además de la descripción de cada escenario (narrativa), la simulación mediante estos modelos requiere insumos semicuantitativos, llamados indicadores, que son derivados de los factores de cambio para la región andina.