

**Perú
RG-T3812**

Términos de Referencia

Estudio de Riesgo por Efectos del Cambio Climático y Medidas de Adaptación para la Estrategia a Largo Plazo de Perú

1. Contexto y justificación

- 1.1. El Ministerio del Ambiente (MINAM) del Perú a través de su Dirección General de Cambio Climático y Desertificación está liderando importantes procesos para la gestión del cambio climático, dentro de los cuales se encuentra la actualización de la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC), presentada en diciembre 2020, y la actualización de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) para incorporar una visión de largo plazo al 2050. La ENCC 2050 tiene como objetivo la búsqueda de transformaciones que permitan lograr la carbono-neutralidad e incrementar la resiliencia climática para el país. Los principales insumos para la ENCC 2050 son el Estudio Técnico para la Carbono Neutralidad y el Plan Nacional de Adaptación, ambos en proceso de elaboración. Por otro lado, el MINAM está impulsando la implementación de las NDC con enfoque territorial a nivel regional y local vinculado a los planes de desarrollo regionales concertados y otros instrumentos de gestión locales.
- 1.2. Para la actualización del componente de mitigación de la ENCC, el Banco está apoyando al MINAM en un estudio para estimar los costos y beneficios de diferentes rutas de descarbonización con base en las medidas de mitigación de la NDC utilizando la técnica de toma de decisión robusta (RDM por sus siglas en inglés), el cual servirá de insumo técnico para la propuesta de carbono-neutralidad.
- 1.3. Las autoridades del MINAM han expresado interés en recibir apoyo para informar la actualización de la ENCC en el componente de adaptación, específicamente en el desarrollo de estudios para identificar y cuantificar pérdidas por riesgos climáticos y posibles medidas de adaptación. A su vez, estudios como el indicado se espera que complementen el Plan Nacional de Adaptación y otras iniciativas de la agenda climática en adaptación como el Proyecto Readiness NAP (RNAP) y los Diálogos Regionales. Así también, se espera que contribuya al desarrollo de indicadores para medir la sostenibilidad de proyectos de infraestructura desde el punto de vista económico, social, institucional y ambiental, lo cual ha sido establecido como un requerimiento del Plan Nacional de Infraestructura para la Competitividad (PNIC), el cual encarga al MINAM el desarrollo de una propuesta metodológica para el análisis de riesgos ante el cambio climático.
- 1.4. El país ya cuenta con productos de esta temática como los análisis realizados para (i) la [Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático](#) donde el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) desarrolló varios escenarios a nivel nacional (2004 y 2009), regional y por cuencas¹, y también realizó una regionalización estadística para las estaciones hidrometeorológicas del país para el año 2050 (SENAMHI, 2014); (ii) los estudios de riesgo del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres ([CENEPRED](#))², que desarrolla mapas de amenaza a nivel nacional³,

¹ Las proyecciones regionales se realizaron para las regiones de Áncash, Apurímac, Cusco, Huancavelica, Huánuco, Ica, Moquegua, Puno, San Martín, Tacna y Ucayali. Las proyecciones por cuenca se realizaron para las cuencas de los ríos Piura, Santa, Mantaro, Pisco, Ica, Mayo, Urubamba y Santo Tomás.

² Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres, cartografía por amenazas, evaluaciones del riesgo de desastres, escenarios de riesgo.

³ <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/login>

evaluaciones locales de exposición, vulnerabilidad y riesgo⁴ y escenarios de riesgo⁵ (aunque sin la incorporación del efecto de cambio climático); y (iii) las modelaciones continuas del SENAMHI, hoy en proceso de desarrollar escenarios a nivel nacional con reducción de escala dinámica⁶. Sin embargo, continúa haciendo falta un estudio comprensivo que con una metodología unificada cuantifique de manera multi sectorial el riesgo por cambio climático. Esto quiere decir, por un lado, cuantificar la modificación de los riesgos (aumento-disminución o aparición de nuevos riesgos) de índole meteorológico o climático que causará el cambio climático (físicos y ambientales - daños y pérdidas económicas - y humanos – afectados y pérdidas de vida), y por el otro lado, identificar las oportunidades que esto conlleva en términos de posibilidades de medidas de adaptación y su aporte a un desarrollo resiliente a largo plazo.

- 1.5. Mediante la presente consultoría, el BID busca contratar servicios para apoyar al MINAM en el desarrollo de un estudio de evaluación cuantitativa a nivel regional de la modificación de los riesgos (aumento-disminución o aparición de nuevos riesgos) de índole meteorológico o climático que causará el cambio climático, y una evaluación y priorización de medidas y su aplicación con un enfoque territorial utilizando un marco de toma de decisiones robustas. Se tomará como base las 91 medidas de adaptación propuestas para las áreas temáticas que son parte de la NDC, pudiendo identificarse medidas adicionales según sea requerido.

2. Objetivos

- 2.1. El objetivo general es realizar un análisis cuantitativo del riesgo (daños y pérdidas⁷) asociado a los efectos del cambio climático actuales y futuros (para las ventanas temporales correspondientes a 2030 y 2050), proponiendo y evaluando cuantitativamente las opciones de adaptación al cambio climático correspondientes a nivel regional y sectorial, y su operativización en los instrumentos de planificación pública. Es decir, primero se busca evaluar el riesgo prospectivamente hacia el 2030 y 2050 asumiendo que el país mantiene el camino actual de adaptación en el futuro, y segundo se busca proponer y evaluar medidas⁸ que modifiquen este camino actual con miras a mejorarlo y obtener un mejor camino de adaptación hacia el futuro. Las opciones de adaptación al cambio climático de este estudio buscarán informar futuras versiones del PNIC. Así también, este estudio busca dotar de conocimientos al MINAM para complementar la propuesta metodológica para el análisis de riesgos ante el cambio climático del PNIC que se encuentra en proceso de elaboración.
- 2.2. Los objetivos específicos consisten en:
 - 2.2.1. Analizar la modificación de las amenazas de origen hidrometeorológico por efectos del cambio climático en el futuro (2030 y 2050).
 - 2.2.2. Analizar la exposición y la vulnerabilidad de activos de sectores priorizados a las nuevas condiciones de amenaza por efectos del cambio climático para el 2030 y 2050.
 - 2.2.3. Evaluar el riesgo de línea base (no acción) de manera cuantitativa y prospectiva hacia el futuro (2030 y 2050) a partir de la relación entre las condiciones de amenaza y

⁴ <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/evalar>

⁵ <http://cenepred.gob.pe/web/escenario-riesgos/>

⁶ Escenarios al 2050 con reducción de escala dinámica bajo el RCP 8.5 con resoluciones objetivo de 50, 12 y 5km.

⁷ Dentro del marco de riesgo del MINAM se considera que los riesgos comprenden tres dimensiones: daños, pérdidas y alteraciones. Este estudio se enfocará en las primeras dos de estas dimensiones.

⁸ Las medidas propuestas llegarán a ser concretas y específicas sectorial y territorialmente e irán más allá de dar líneas de acción genéricas.

vulnerabilidad, y con el estado actual de adaptación del país.

- 2.2.4. Proponer y evaluar (bajo un marco de toma de decisiones robustas o RDM) posibles líneas de acción y posibles medidas de adaptación frente al riesgo climático que puedan implementarse en Perú para disminuir los efectos de la modificación de los riesgos para el país en el futuro.

3. Alcance de los servicios

- 3.1. El nivel de análisis deberá ser a nivel de zonas o regiones priorizadas⁹, y enfocado a proyectos de infraestructura de las áreas temáticas priorizadas en el Plan Nacional de Adaptación (PNA): Agricultura, Agua, Pesca y Acuicultura, Salud y Bosques. Se considerará también en el análisis las dos áreas temáticas recientemente incorporadas al PNA: Turismo y Transporte¹⁰. También se incluirá en el análisis la infraestructura propuesta en el PNIC para los sectores priorizados. El análisis deberá enfocarse en amenazas de desarrollo lento y desarrollo rápido como incendios forestales, inundaciones, sequías y movimientos de masas. Las zonas/regiones, amenazas y los sectores de análisis (incluyendo sus intersecciones más apropiadas) serán priorizados y seleccionados en discusión con el Comité de Seguimiento; esta selección deberá tener en cuenta el nivel de disponibilidad y detalle/resolución de información así como las prioridades del país. En el Anexo 1 se muestra un ejemplo de matriz con sectores prioritarios y posibles amenazas a considerar.
- 3.2. El estudio debe utilizar un marco o metodología unificada que evalúe de manera conjunta y multisectorial para Perú el riesgo climático y una propuesta de adaptación. El estudio deberá realizar un cálculo de riesgo por amenazas hidrometeorológicas incluyendo los efectos del cambio climático para el 2050, primero considerando las condiciones existentes en el país en cuanto a estrategias y medidas de adaptación, y después para una serie de medidas de adaptación propuestas. El cálculo de riesgo deberá aplicar una visión integral del riesgo, cuantificando el riesgo sobre la población (afectados y pérdidas de vida), el riesgo físico¹¹ (sobre activos de infraestructura - daños y pérdidas económicas) e incorporando los posibles factores socioeconómicos y de capacidad adaptativa que pueden modificar o exacerbar el riesgo físico para obtener así el riesgo total. El análisis de resultados del riesgo de línea base deberá permitir la propuesta de posibles medidas estructurales y no estructurales, grises y verdes, incluyendo medidas enfocadas en Soluciones Basadas en la Naturaleza (medidas de adaptación y de Reducción del Riesgo Basado en la Naturaleza o Eco-RRD).
- 3.3. Para esto se deberá aplicar los enfoques del Análisis Probabilista del Riesgo (APR) y la Toma de Decisiones Robustas (RDM), donde el primero funciona como el motor de cálculo y realiza una evaluación integral del riesgo, y el segundo funciona como un marco de toma de decisiones, que evaluará el desempeño de medidas de adaptación y permitirá obtener una priorización de las mismas. En el Anexo 2 se presenta un resumen de estos dos enfoques.

⁹ Las áreas se priorizarán en conjunto con el Comité de Seguimiento, en función de prioridades nacionales y disponibilidad de información mínima para el análisis

¹⁰ Los sectores de agricultura, agua y saneamiento, y transporte se encuentran tanto en el Plan Nacional de Adaptación como en el PNIC; y los sectores de pesca, salud y bosques se encuentran en el Plan Nacional de Adaptación. Se busca que se analicen sectores de ambos Planes. Para los sectores priorizados que estén incluidos en el PNIC, la infraestructura a analizar será la de los proyectos incluidos en el PNIC.

¹¹ De acuerdo a la Ley Marco sobre Cambio Climático, se considera como sujetos de análisis frente al riesgo a las: poblaciones, medios de vida, ecosistemas, cuencas, infraestructura, bienes y servicios. En el caso de este estudio, el foco irá sobre las poblaciones, infraestructura y bienes.

- 3.4. La metodología a ser utilizada para este estudio deberá estar alineada con los análisis realizados para la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático **Error! Bookmark not defined.**, los estudios de riesgo del CENEPRED2 y las modelaciones continuas del SENAMHI6, y deberá continuar estos esfuerzos complementándolos y llevándolos un paso más allá en cuanto a las modelaciones técnicas y científicas de la cuantificación del riesgo que permita proponer y evaluar el desempeño de medidas concretas.
- 3.5. Para los sectores seleccionados se modelará su vulnerabilidad frente a las amenazas en términos de niveles de daño o afectaciones directas e indirectas relacionadas con redundancias, interconexiones, interrupción de servicios y lucro cesante, entre otros. Finalmente y de igual manera, para estos mismos sectores y para la unidad de análisis territorial (regional) se calcularán los daños y pérdidas directas e indirectas, y se propondrán estrategias y medidas de actuación para la adaptación.
- 3.6. Las medidas de adaptación a ser propuestas serán definidas en línea con las medidas del Catálogo de Medidas de Adaptación y serán definidas de manera participativa con actores regionales y sectoriales, dentro del marco de Toma de Decisiones Robustas.

Actividades clave

- 3.7. Etapa 1: Fase de inicio

La consultoría iniciará con la preparación de un plan de trabajo y de un informe de inicio el cual permitirá la caracterización de las amenazas de origen meteorológico y climático y los sectores priorizados. Igualmente, se deberá identificar los actores relevantes/partes interesadas, y posibles interacciones del equipo de trabajo con dichos actores.

- 3.7.1. Actividad 0: Elaboración del plan de trabajo

Revisión de la metodología y cronograma: El equipo consultor elaborará un plan de trabajo detallado el cual debe contener la metodología propuesta para el estudio y el cronograma de trabajo para la consultoría, los cuales deben ser revisados con el MINAM.

Entregable 0: plan de trabajo detallado.

- 3.7.2. Actividad 1: Preparación de un informe de inicio

Revisión de la literatura: el equipo de consultoría realizará una revisión detallada de la bibliografía existente referente a las amenazas de origen meteorológico y climático posiblemente priorizadas que afectarían al país en el horizonte planteado (principalmente para el 2030 y 2050) y a las medidas frente a la gestión de riesgo de desastres y adaptación al cambio climático planteadas para el país, e identificará los actores clave y sus interacciones.

Validación de amenazas y sectores priorizados: el equipo consultor discutirá con el Comité de Seguimiento la priorización de zonas/regiones, sectores y amenazas de análisis. La priorización final será aprobada por el Comité de Seguimiento.

Redacción del informe de inicio: con base en las sub-actividades anteriores, el equipo consultor redactará el informe de inicio a ser entregado.

Entregable 1: Informe de inicio. Un documento que contenga la revisión bibliográfica, resultados de la selección y caracterización de las amenazas priorizadas y sectores priorizados para las zonas/regiones de análisis.

- 3.8. Etapa 2: Análisis del riesgo climático multiamenaza de línea base

- 3.8.1. Actividad 2: Realizar un análisis probabilista¹² de riesgo climático multi-amenaza de línea base (condiciones actuales del país en cuanto a medidas de adaptación) para Perú incorporando los efectos del cambio climático para el 2030 y 2050. Esta actividad consiste en construir el modelo de riesgo que cuantificará el riesgo en términos de pérdidas económicas y humanas esperadas y en realizar un primer análisis de base. Para la construcción del modelo se deberá utilizar la información disponible de amenaza, exposición y vulnerabilidad de los análisis realizados para el Plan Nacional de Adaptación, los estudios de riesgo del CENEPRED, los escenarios de cambio climático para Perú desarrollados por el SENAMHI para la Tercera Comunicación Nacional y más recientes, la base de datos hidrometeorológicos grillados PISCO¹³, la información relevante de infraestructura de los sectores priorizados que se encuentren en el PNIC; la información de elementos expuestos contenida en los diversos análisis de exposición del CENEPRED; y cualquier otra fuente específica sectorial relevante. La evaluación del riesgo deberá aplicar dos configuraciones del modelo de riesgo: sin y con la incorporación del efecto cambio climático sobre las amenazas. Esta actividad también comprende establecer más concretamente las medidas de desempeño a utilizar para evaluar resultados. Dado que esta actividad corresponde a establecer el riesgo de línea base como un escenario de no acción, la corrida del mismo no contemplará la implementación de acciones. Esta actividad se compone de las siguientes actividades en particular:

Evaluación de las amenazas: evaluar de forma probabilista las amenazas¹⁴ establecidas en la Etapa 1 en términos de espacialidad, intensidad y frecuencia de ocurrencia. Para esto, se deberán aplicar modelos probabilistas adecuados para cada tipo de amenaza y se deberá tener especial cuidado en la modelación de las amenazas de desarrollo lento ya que estas podrán requerir de métodos distintos a los usados para las amenazas de desarrollo rápido.

Los modelos a aplicar serán definidos entre la firma consultora, el BID, el MINAM y todos los miembros del Comité de Seguimiento (ver sección 8), pero en general se deberá seguir las recomendaciones detalladas a continuación:

- Para todas las amenazas se deberá consultar y utilizar, cuando sea apropiado, los datos de entrada (datos hidrometeorológicos, datos topográficos, geológicos, morfológicos, de usos y coberturas del suelo, entre otros) que se encuentran detrás de los modelos de amenaza del CENEPRED¹⁵, así como los datos hidrometeorológicos del sistema nacional del SENAMHI (red de 890 estaciones en el país).
- Para todas las amenazas se deberá incorporar en el modelo el efecto del cambio climático (proyecciones para el 2030 y 2050 y para por lo menos los RCP 4.5 y 8.5).
- Para incorporar el efecto del cambio climático en las amenazas se deberá tomar los modelos y resultados obtenido de las modelaciones realizadas por el SENAMHI para la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático y otras

¹² Los componentes (amenaza, exposición, vulnerabilidad y riesgo) son modelados probabilísticamente. Se obtendrá la distribución de probabilidad de distintos eventos de pérdida, incluso aquellos que no han ocurrido, haciéndolo mediante un modelo prospectivo.

¹³ <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01402SENA-8.pdf>

¹⁴ Modelar múltiples escenarios de amenaza estocásticamente.

¹⁵ Esto no se refiere a utilizar los resultados de los productos del CENEPRED directamente, sino consultar cualquier dato de entrada o base que se tenga para construir en este trabajo los modelos adecuados y alienados con la metodología propuesta para este trabajo.

que se estén llevando a cabo actualmente. Se deberán utilizar proyecciones futuras tomadas de modelos climáticos que recreen las condiciones locales de la mejor manera y se deberán realizar reducciones de escala (*downscaling*) estadístico para obtener proyecciones aún más locales ajustadas a las condiciones locales para las áreas de análisis que requieran mayor nivel de detalle. Estas proyecciones deberán ser usadas para modificar los análisis hidrológicos que se realizan con los registros históricos¹⁶.

- El consultor deberá consultar y revisar métodos existentes y deberá proponer un enfoque o método a utilizar.

Los resultados esperados de esta subactividad son:

- Set de escenarios o eventos estocásticos de amenaza para cada una de las amenazas evaluadas de manera probabilista para las condiciones (i) sin el efecto de cambio climático y (ii) con el efecto de cambio climático para el 2030 y 2050.
- Curvas de amenaza para cada una de las amenazas evaluadas de manera probabilista para todos los puntos de malla de cálculo (i) sin el efecto de cambio climático y (ii) con el efecto de cambio climático para el 2030 y 2050.
- Set de mapas de amenaza para cada una de las amenazas evaluadas que deberán incluir (i) mapas de amenaza integrada correspondientes a distintos periodos de retorno que se definirán en el transcurso del estudio, (ii) mapas de probabilidad de excedencia para distintos valores de intensidad de la amenaza, ambos para la condición sin y con el efecto de cambio climático para el 2030 y 2050, y (iii) mapas de la amenaza diferencial entre la condición sin y con el efecto de cambio climático para el 2030 y 2050.

Evaluación de la exposición: construir una base de datos geo-referenciada¹⁷ de todos los activos físicos por sector/portafolio y de la distribución de la población para las regiones priorizadas. Se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Los sectores/portafolios de activos físicos a incluir corresponderán a los sectores establecidos en la sección de Alcance de los Servicios de estos Términos de Referencia, que serán definidos con el Comité de Seguimiento.
- Todos los activos expuestos deberán ser caracterizados a través de los atributos físicos que determinen el comportamiento de estos activos frente a las distintas amenazas identificadas que incluyen los efectos del cambio climático (por ejemplo, atributos como el sector, la tipología del activo, las condiciones físicas actuales, los materiales y las tipologías estructurales son importantes, pero esto varía de sector a sector) así como también del valor de reposición.
- Para esto se deberá utilizar de base la información de exposición de los sectores priorizados contenidos en: el Plan Nacional de Adaptación, el PNIC (aquellos proyectos que coinciden con el Plan Nacional de Adaptación, y los proyectos de transporte); los diversos análisis de exposición del CENEPRED; y cualquier otra fuente específica sectorial relevante. Esta información deberá ser homogenizada y actualizada, si es necesario, con otras fuentes, y aplicar una metodología de estimaciones aproximadas (proxy).

¹⁶ Para esto se recomienda consultar y revisar métodos generadores de clima (weather generators) que generan sintéticamente series de clima, como el non-parametric K-Nearest Neighbor (Simonovic and Peck, 2009), SDSM (Wilby and Dawson, s.f.) o similares.

¹⁷ Almacenando atributos relevantes.

Los resultados esperados de esta subactividad son:

- Base de datos georreferenciada de la exposición conteniendo todos los atributos recogidos.

Evaluación de vulnerabilidad: evaluar las condiciones de vulnerabilidad de los elementos expuestos frente a las distintas amenazas. Las funciones de vulnerabilidad se definirán de manera conjunta entre la firma consultora, el BID, el MINAM y todos aquellos miembros del Comité de Seguimiento, pero en general se deberá seguir las recomendaciones detalladas a continuación:

- Se podrán utilizar funciones o curvas de vulnerabilidad existentes en la literatura que indican los niveles de daño correspondientes para diferentes niveles de intensidad de la amenaza (que incluyen los efectos del cambio climático).
- Estas curvas se deberán asignar por tipologías de activos cubriendo todos los sectores seleccionados.
- Se deberá tener especial cuidado en la modelación de la vulnerabilidad de activos frente a amenazas de desarrollo lento.

Los resultados esperados de esta subactividad son:

- Set de curvas de vulnerabilidad¹⁸ estructurales y humanas para pérdidas o impactos directos e indirectos.

Evaluación del riesgo: evaluar de manera probabilista el riesgo resultante de combinar la amenaza, exposición y vulnerabilidad analizadas en las actividades anteriores. Siguiendo lo establecido anteriormente para la modelación de la amenaza, este cálculo de riesgo deberá realizarse dos veces, la primera utilizando las condiciones de amenaza sin cambio climático y la segunda con cambio climático. Los resultados de las evaluaciones de riesgo realizadas deberán ser expresados en términos de pérdidas económicas y humanas directas e indirectas estimadas, además de cualquier otra medida de desempeño seleccionada, y estas deberán ser comparadas entre sí, analizando la diferencia en pérdidas entre el caso sin y con los efectos del cambio climático para identificar el riesgo incremental por cambio climático. Las pérdidas económicas esperadas deberán ser expresadas a través de las métricas estándar de riesgo para una evaluación probabilista como la Pérdida Anual Esperada (PAE), la Curva de Excedencia de Pérdidas (CEP) y las Pérdidas Máximas Probables (PMP) para distintos periodos de retorno. Las pérdidas humanas deberán ser expresadas a través de estas mismas métricas para afectados, heridos y fallecidos (estas dos últimas especialmente para las amenazas de desarrollo rápido).

Los resultados esperado de esta subactividad son:

- Resumen de resultados de riesgo (las métricas descritas anteriormente) incluyendo las curvas de excedencia de pérdidas, de pérdidas máximas probables y de probabilidad de excedencia para distintos tiempos de exposición, esto a nivel regional y sectorial para las condiciones sin y con el efecto del cambio climático para el 2030 y 2050.

¹⁸ Estas curvas traducen los impactos del cambio climático en la exposición. Es una herramienta, la cual se usará para medir la afectación a los elementos expuestos frente al cambio climático.

- Base de datos georreferenciada de exposición con los resultados de riesgo (las métricas descritas anteriormente) para las condiciones sin y con el efecto del cambio climático para el 2030 y 2050.
- Mapas de riesgo ilustrando las métricas descritas anteriormente para las condiciones sin y con el efecto del cambio climático para el 2030 y 2050, tanto en valor absoluto (en dólares o soles y número de afectados, heridos y fallecidos para las pérdidas económicas y humanas respectivamente) como relativo (porcentaje del valor expuesto y porcentaje de la población para las pérdidas económicas y humanas respectivamente).

Entregable 2: Informe técnico con los resultados de la evaluación de riesgo de línea base (Actividad 2), incluyendo:

- Resultados del análisis probabilista de amenaza: la modificación de los patrones (frecuencia e intensidad) de las amenazas de origen meteorológicos y climáticos por efectos del cambio climático para 2030 y 2050.
- Resultados del análisis de exposición y vulnerabilidad ante las nuevas condiciones de amenazas.
- Resultados de la evaluación prospectiva del riesgo a partir de la relación entre las nuevas condiciones de amenaza por efectos de cambio climático para el 2030 y 2050 y vulnerabilidad a nivel sectorial.

3.9. Etapa 3: Definición y evaluación de medidas para la reducción del riesgo climático en el largo plazo (2030 y 2050)

- 3.9.1. Actividad 3: Analizar resultados de riesgo de la Actividad 2, proponer y evaluar una serie de acciones o medidas de adaptación para el horizonte a 2030 y 2050 bajo un marco RDM. Esta actividad consiste en:

Proponer medidas para la reducción del riesgo con un análisis prospectivo de largo plazo a 2030 y 2050: utilizando los resultados del análisis de riesgo de línea base (no acción), se deberán considerar acciones para el horizonte de 2030 y 2050 a diferentes escalas y pertenecientes a las distintas dimensiones de la gestión del riesgo (acciones prospectivas, correctivas y compensatorias¹⁹), podrá incluir tanto medidas estructurales como medidas no estructurales y deberá considerar soluciones basadas en la naturaleza. También se deberán considerar acciones holísticas relacionadas con temas ambientales, sociales y económicos. Las medidas propuestas deberán estar alineadas con el Catálogo de Medidas de Adaptación, que contiene las 91 medidas de adaptación que forman parte de las NDC; el Plan Nacional de Adaptación, y planes estratégicos, en especial el PNIC, y otras herramientas disponibles podrán ser utilizadas como base del universo de medidas posibles ya propuestas en el país, así como también las medidas contenidas en las estrategias regionales de cambio climático y otros instrumentos de gestión relevantes.

¹⁹ La Oficina de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastre define éstas de la siguiente manera. Acciones prospectivas buscan evitar la creación de nuevos riesgos o la exacerbación de riesgos, por ejemplo: mejor planificación territorial o diseños resilientes para infraestructuras nuevas. Acciones correctivas buscan reducir el riesgo existente, por ejemplo: reforzamiento de estructuras o reasentamiento. Acciones compensatorias buscan manejar el riesgo residual, e incluyen acciones de preparación, respuesta y recuperación, así como también medidas para la transferencia del riesgo como lo son los fondos de reserva, créditos contingentes y seguros y reaseguros, entre otros.

La selección de las medidas de adaptación deberá realizarse bajo el siguiente marco de Toma de Decisiones Robustas (RDM): De manera participativa con los sectores y/o regiones se definirá la matriz DAMI para identificar medidas de adaptación: Medidas de Desempeño de las opciones de adaptación (D), como por ejemplo, porcentaje de reducción de incendios respecto a una línea base, reducción de pérdidas económicas y muertes causadas por desastres respecto a una línea base, proporción de infraestructura resiliente, métricas priorizadas en el Plan Nacional de Adaptación y el Catálogo de Medidas de Adaptación, métricas de desempeño utilizadas en el PNIC, etc; Acciones sectoriales o multisectoriales (A) (medidas de adaptación específicas) posibles para reducir el riesgo climático; el modelo del sistema²⁰ (M), que corresponderá al modelo probabilista de riesgo; e Incertidumbres (I) que pueden afectar el desempeño de las medidas evaluadas, como por ejemplo en los escenarios de cambio climático a usar, en los usos del suelo a futuro, en la demanda de agua a futuro, en la respuesta de los activos a las amenazas, en la respuesta del mercado y de cadenas de valor frente a eventos climáticos extremos, etc. La definición de las variables del marco DAMI se realizará de manera participativa. Los talleres podrán realizarse de manera regional o sectorial, y se proponen al menos dos talleres por región/sector: uno de definición de la matriz DAMI, y otro para retroalimentación de resultados. Los actores a convocar se definirán de manera conjunta entre el BID, el MINAM y el Comité de Seguimiento.

Segunda fase de corrida del modelo de riesgo: Trabajando sobre el modelo de riesgo construido en la Etapa 2, se deberá introducir al modelo las diferentes acciones de adaptación propuestas en la Actividad 3.1. y se realizará una segunda fase de análisis de riesgo utilizando los mismos métodos y condiciones de la Actividad 2, esta vez introduciendo estas medidas (A). Para esto se deberá modificar las evaluaciones de amenaza, exposición y vulnerabilidad, si es el caso, como respuesta a los cambios que genera la introducción de las acciones de adaptación al modelo. Esta actividad consiste en probar las distintas propuestas y evaluarlas contra las distintas incertidumbres (I) y las medidas de desempeño establecidas (D). Esto se obtiene realizando múltiples (decenas, cientos o miles) de corridas que permite hacer el marco de Toma de Decisiones Robustas.

Los resultados de las múltiples evaluaciones de riesgo realizadas en esta subactividad deberán ser expresados en términos de pérdidas económicas y humanas estimadas, así como en términos de las demás medidas de desempeño establecidas, y éstas deberán ser comparadas entre sí y con los resultados de la Etapa 2, analizando las diferencias entre el caso de línea base y los casos con la implementación de medidas de adaptación. Para analizar los resultados de la aplicación del marco RDM se debe considerar lo siguiente:

- Se podrán utilizar diversos métodos o técnicas para el análisis de resultados de las múltiples simulaciones realizadas que permitan identificar las opciones y/o combinación de opciones más robustas que se comportan bien bajo un amplio rango de incertidumbre. Se presentará y discutirá los resultados y los análisis realizados en forma participativa con un mínimo de 1 taller adicional al primer taller de definición del marco, al cual se convocarán a actores relevantes a definir de

²⁰ En esta actividad se deberá definir el funcionamiento y conexión de éste dentro del marco más amplio de toma de decisiones y las demás dimensiones D,A e I.

manera conjunta con el MINAM, el BID y el Comité de Seguimiento.

Los resultados esperados de esta actividad son:

- Resumen de los resultados de la definición de la matriz DAMI.
- Los mismos productos detallados para la Actividad 2 actualizados con los cambios correspondientes a esta nueva configuración y corrida de riesgo en los módulos de amenaza, exposición y vulnerabilidad.
- Resumen de resultados de riesgo de estas nuevas corridas de riesgo (las métricas descritas anteriormente) incluyendo las curvas de excedencia de pérdidas, de pérdidas máximas probables y de probabilidad de excedencia para distintos tiempos de exposición, esto a nivel regional y sectorial para las condiciones sin y con el efecto del cambio climático para el 2030 y 2050.
- Base de datos georreferenciada de exposición con los resultados de estas nuevas corridas de riesgo (las métricas descritas anteriormente) para las condiciones sin y con el efecto del cambio climático a largo plazo.
- Mapas de riesgo de esta nueva corrida ilustrando las métricas descritas anteriormente para las condiciones sin y con el efecto del cambio climático, tanto en valor absoluto (en dólares o soles y número de afectados, heridos y fallecidos para las pérdidas económicas y humanas respectivamente) como relativo (porcentaje del valor expuesto y porcentaje de la población para las pérdidas económicas y humanas respectivamente). Análisis de la comparación de resultados entre la Actividad 2 y 3.

Entregable 3: Un reporte con los resultados de la propuesta de posibles acciones o medidas de adaptación en el largo plazo (2030 y 2050) y resultados de la segunda corrida de riesgo evaluando estas medidas (Actividad 3).

3.10. Etapa 4: Insumos técnicos para complementar la metodología de análisis de riesgos y cambio climático del Plan Nacional de Infraestructura para la Competitividad

3.10.1. Actividad 4: Desarrollar insumos técnicos para complementar la metodología para incorporar la evaluación del riesgo de desastre y cambio climático en futuras actualizaciones del PNIC. Esta actividad consiste en utilizar los modelos construidos y resultados de las Actividades 1 - 3 como oportunidad de aprendizaje y desarrollo metodológico para complementar y fortalecer la metodología para incluir el análisis del riesgo de desastre y cambio climático dentro de los parámetros a incluir en Planes Nacionales de Infraestructura futuros, que se encuentra en proceso de elaboración. Para esto se revisará la referida metodología y se identificarán lecciones aprendidas de este estudio en cuanto a métodos, herramientas, procesos, parámetros y métricas, entre otros, que sean de utilidad para complementar la metodología mencionada anteriormente.

Entregable 4: Un reporte con los insumos técnicos para complementar la metodología para incorporar el análisis del riesgo de desastre y cambio climático al PNIC en el futuro (Actividad 4).

Entregable 5: Una presentación en formato MS PowerPoint que contenga los principales resultados y conclusiones de la consultoría.

4. **Resultados y Productos Esperados**

4.1. **Entregable 0:** Plan de trabajo que incluya una metodología detallada y tiempos de ejecución.

- 4.2. **Entregable 1:** Informe de inicio. Un documento que contenga la revisión bibliográfica y una caracterización de las amenazas y sectores.
- 4.3. **Entregable 2:** Archivos de trabajo digitales e informe técnico con los resultados de la evaluación de riesgo de línea base (Actividad 2), incluyendo:
 - Resultados del análisis de amenaza: la modificación de los patrones (frecuencia e intensidad) de las amenazas hidrometeorológicas por efectos del cambio climático en el futuro (2050).
 - Resultados del análisis de exposición y vulnerabilidad de los sectores priorizados.
 - Resultados de la evaluación del riesgo prospectiva (2050) a partir de la relación entre las nuevas condiciones de amenaza y vulnerabilidad a nivel sectorial.
 - **Entregable 3:** Un reporte con los resultados de la propuesta de posibles acciones o medidas de adaptación (incluyendo el resultado de la definición del marco DAMI) y resultados de la segunda fase de corridas de riesgo prospectivo evaluando estas medidas en el futuro (2050) (Actividad 3). También se deberán entregar todos los archivos digitales de esta segunda fase de corridas de riesgo, y agenda, lista de invitados y minutas de los talleres.
- 4.4. **Entregable 4:** Un reporte con los insumos técnicos para complementar la metodología para incorporar el análisis del riesgo de desastre y cambio climático al PNIC en el futuro (Actividad 4).
- 4.5. **Entregable 5:** Una presentación en formato MS PowerPoint que contenga los principales resultados y conclusiones de la consultoría.

5. **Calendario del Proyecto e Hitos**

- 5.1. El Entregable 0 deberá ser entregado dentro de los 10 días calendario tras la firma del contrato.
- 5.2. El entregable 1 deberá ser entregado dentro del primer mes tras la firma del contrato.
- 5.3. El Entregable 2 deberá ser entregado dentro de los 6 meses tras la firma del contrato.
- 5.4. El Entregable 3 deberá ser entregado dentro de los 12 meses tras la firma del contrato.
- 5.5. El Entregable 4 deberá ser entregado dentro de los 13 meses tras la firma del contrato.
- 5.6. El Entregable 5 deberá ser entregado dentro de los 13 meses tras la firma del contrato.

6. **Requisitos de los Informes**

- 6.1. Toda la información física y archivos digitales deben ser entregados ordenados por cada proceso y análisis realizado de acuerdo a los objetivos específicos del proyecto (entradas y salidas).
- 6.2. Todos los reportes deberán ser entregados de la siguiente manera: i) los archivos electrónicos relevantes en MS Word, Excel, u otras aplicaciones aceptables (deben incluir todos los anexos y apéndices); y ii) un archivo Word por cada reporte completo y en formato PDF una vez se encuentren en la versión final. Estos reportes y archivos electrónicos deberán ser entregados dentro de los plazos mencionados arriba.
- 6.3. Se deberán entregar copias funcionales de todos los archivos digitales y de SIG (.shp, .tiff, .grd, .gdb, .mxd, etc.), modelos, bases de datos y cualquier otro archivo creado

durante la consultoría.

- 6.4. Se requiere el acuerdo previo con el MINAM y el BID sobre los formatos de entrega de los productos, debidamente documentados a través del cumplimiento de estándares de información (estructura y repositorio de productos, metadatos, información alfanumérica y espacial estructurada, documentos editables y en formatos que garanticen la interoperabilidad).

7. **Criterios de Aceptación**

- 7.1. En el límite del presupuesto, se prestará especial atención a la capacidad de propuesta de la consultoría:

- Una metodología específica para el contexto, que presente su capacidad de innovar en la labor que se ha de llevar a cabo y un calendario de trabajo provisional y la asignación de las aportaciones de los expertos.
- Un equipo de expertos pertinente (incluidos los currículos y la declaración firmada de disponibilidad y exclusividad).

- 7.2. Se aplicarán los siguientes criterios de selección para elegir al licitador más ventajoso desde el punto de vista técnico y financiero:

Criterio	Peso en %
A. Propuesta técnica	80%
A.1. Organización y metodología – 35 puntos	
▪ A.1.1. Comprensión de la necesidad y expectativas - 6 puntos	
▪ A.1.2. Enfoque general y metodología - 20 puntos	
▪ A.1.3. Plan y flujo de trabajo - 5 puntos	
▪ A.1.4. Equipo de apoyo y metodología de aseguramiento de la calidad - 4 puntos	
A.2. Experticia – 65 puntos	20%
B. Propuesta económica	

Las ofertas que hayan obtenido puntuaciones inferiores a 70 puntos no serán consideradas.

8. **Otros Requisitos**

- 8.1. La firma consultora deberá tener experiencia en los campos requeridos para la implementación del proyecto. Los detalles sobre las calificaciones académicas, el campo de competencia y la experiencia técnica/práctica de trabajos o consultorías similares deberán presentarse en hojas de vida firmadas. Las hojas de vida presentadas por el equipo de consultoría no deben exceder las 5 páginas.
- 8.2. Para llevar a cabo las actividades del estudio, la consultoría deberá presentar un equipo de expertos con los siguientes perfiles y experiencias:
- Experiencia en evaluaciones de vulnerabilidad al cambio climático, evaluaciones del riesgo de desastre, modelación climática, modelación hidrológica e hidráulica, ordenamiento territorial y análisis estadístico.
 - Contar con un equipo de al menos dos personas de universidades locales.
 - Por lo menos un miembro del equipo deberá tener conocimiento probado del área de estudio y de los temas locales.
 - Excelente comprensión e interpretación de las necesidades actuales y futuras de

Perú en términos de gestión de riesgo y adaptación al cambio climático y funcionamiento de la institucionalidad relacionados con la gestión de riesgos y el cambio climático.

- Buenas habilidades interpersonales y capacidad para trabajar con funcionarios del gobierno.

8.3. El equipo puede estar compuesto por cualquier número de integrantes siempre y cuando se cuente con los siguientes perfiles profesionales:

- Jefe de Equipo: Profesional en ingeniería, ciencias ambientales o climáticas o afines, con mínimo 10 años de experiencia profesional demostrada liderando equipos multidisciplinarios en evaluaciones del riesgo de desastre, específicamente de riesgos meteorológicos, climáticos, y experiencia liderando y coordinando equipos, evaluaciones de cambio climático y gestión del riesgo. Deberá tener experiencia en realizar análisis de riesgo y en la preparación de acciones de adaptación y resiliencia. Título de postgrado relacionado con las funciones del empleo.
- Especialista de riesgo de desastre: Profesional en ingeniería, ciencias ambientales o climáticas o afines. Mínimo 5 años de experiencia demostrada en gestión del riesgo de desastre y cambio climático y en desarrollo de modelos hidrológicos y modelos de riesgo probabilista. Experiencia utilizando plataformas de modelación de riesgo como CAPRA, Hazus o similar. Conocimiento demostrado de Sistemas de Información Geográfica (SIG) como ArcGIS, QGIS, Autodesk o similar. Título de postgrado relacionado con las funciones del empleo.
- Modelador de Cambio Climático: Profesional en ingeniería, ciencias ambientales o climáticas o afines. Con conocimiento de modelos climáticos globales y regionales y manejo de datos climáticos. Deberá tener experiencia demostrada en desarrollar proyecciones y escenarios de cambio climático usando métodos estadísticos o científicos. Con mínimo 5 años de experiencia demostrada en el uso de modelos o software de *downscaling* y plataformas de proyecciones de cambio climático.
- Modelador de amenazas de origen natural: Profesional en ingeniería, ciencias ambientales o climáticas o afines, con mínimo 5 años de experiencia demostrada en modelación de amenazas hidrometeorológicas como inundaciones, sequías e incendios forestales y experiencia en modelación hidrológica y experiencia utilizando modelos y software como HEC-RAS, SWMM, Autodesk, ArcGIS o similares.
- Modelador de exposición y vulnerabilidad: Profesional en ingeniería, ciencias ambientales o climáticas o afines con por lo menos 5 años de experiencia demostrada en desarrollar modelos de exposición y modelos de vulnerabilidad aplicados a modelos de riesgo de desastre. Título de postgrado relacionado con las funciones del empleo.
- Experto en la aplicación de RDM: Título académico superior en el campo de la economía, ciencias ambientales y/o ciencias sociales; con al menos 5 años de experiencia profesional relevante en servicios de asesoría de alto nivel en materia económica y ambiental; ii) Amplia experiencia en el diseño, implementación y evaluación de modelos prospectivos; iii) Experiencia demostrada en el uso de técnicas sólidas de toma de decisiones para informar las decisiones de inversión a largo plazo; iv) Capacidad demostrada para trabajar con una variedad de partes interesadas, tanto políticas como técnicas; v) Capacidad para presentar conceptos técnicos claramente tanto a expertos técnicos como no técnicos; vi) Experiencia en ejecución de contratos para autoridades gubernamentales y organismos internacionales; vii) Fluidez en español e inglés.

9. Supervisión e Informes

- 9.1. Se implementará un Comité de Seguimiento a los productos de la consultoría en el que puede estar involucrado el MINAM, BID y otros actores que determine el MINAM (por ejemplo MEF y CENEPRED), en línea con los objetivos de esta consultoría. El Comité será responsable del seguimiento de productos y comentarios para ajuste.
- 9.2. La supervisión del trabajo y aprobación de productos será realizada por el BID y MINAM.

10. Calendario de Pagos

Producto	%
1. Tras aprobación del entregable 0	10%
2. Tras la aprobación del entregable 1	10%
3. Tras aprobación del entregable 2	30%
4. Tras aprobación del entregable 3	40%
5. Tras aprobación de los entregables 4 y 5	10%
TOTAL	100%

Anexo 1. Ejemplo de matriz con sectores prioritarios y amenazas

Ejemplo de amenazas y sectores						
	Agricultura	Agua y Saneamiento	Pesca	Salud	Bosques	Transporte
Amenaza 1	✓		✓			
Amenaza 2				✓		
Amenaza 3				✓		✓
Amenaza 4		✓	✓			
Amenaza 5					✓	

Anexo 2. Metodologías para el análisis de riesgo y medidas (Análisis Probabilista del Riesgo y Toma Robusta de Decisiones - RDM)

A1. Introducción

Metodologías recomendadas para este tipo de estudio (Fases 1 y 2), debido a su alcance multi sectorial y multi territorial a nivel país, debido a las incertidumbres existentes y debido al objetivo de diseñar una estrategia de medidas o inversiones, incluyen el Análisis Probabilista de Riesgo (APR) y la Toma de Decisiones Bajo Incertidumbre Profunda (*Decision Making Under Deep Uncertainty – DMDU* - o *Robust Decision Making – RDM* - en inglés). Ambos enfoques buscan reconocer y abordar la incertidumbre, algo particularmente importante en el contexto de este estudio y de la ENCC 2050 debido a la aún mayor incertidumbre asociada a las proyecciones de cambio climático a largo plazo.

Por un lado, en una evaluación probabilista, que está más enfocada en el cálculo en sí del riesgo, todos los componentes que integran el riesgo (amenaza incluyendo los efectos del cambio climático, exposición y vulnerabilidad) se modelan y se integran matemáticamente de forma probabilista reconociendo, incorporando cuantitativamente y propagando formalmente la incertidumbre en todo el modelo. Así el modelo puede representar estadísticamente la probabilidad de todos los sucesos posibles, incluso aquellos que no han ocurrido aún, lo cual lo transforma en un modelo prospectivo capaz de representar todos los sucesos científicamente posibles.

Por otro lado, en la toma de decisiones bajo incertidumbre profunda (Groves y Lempert, 2007; Fischbach et al., 2015), que está más enfocada en el proceso de toma de decisiones, se define múltiples posibles acciones de actuación en general y a nivel estratégico, y, aunque la incertidumbre no se cuantifica explícitamente, se evalúa el desempeño de las acciones bajo todos los escenarios analizando los riesgos y beneficios. Al final busca un acuerdo sobre posibles

acciones seleccionando acciones robustas que maximicen los beneficios para todo el rango probable de posibles condiciones.

A2. Análisis Probabilista del Riesgo (APR)

El APR modela y cuantifica científica y matemáticamente la exposición del país (activos físicos como infraestructura o activos verdes y población), las amenazas climáticas (incorporando los efectos esperados del cambio climático en estas amenazas a largo plazo) y la vulnerabilidad de los elementos expuestos a estas amenazas, y calcula los daños y pérdidas esperadas, tanto en términos económicos como humanos, con probabilidades asociadas (riesgo físico). Para realizar la evaluación integral del riesgo se incorpora a los resultados del riesgo físico unos factores socioeconómicos que capturen esta dimensión social y de capacidad adaptativa que actúan como factores multiplicadores del riesgo físico (ver https://www.ipcc.ch/apps/njlite/srex/njlite_download.php?id=6473). Esto permite cuantificar las posibles consecuencias de las amenazas climáticas afectadas por el cambio climático, y asimismo cuantificar los beneficios en términos de pérdidas evitadas de diferentes medidas propuestas. También permite definir métricas de riesgo que pueden ser utilizadas para comparar, seleccionar y priorizar diferentes escenarios y medidas dentro del marco de toma de decisiones de RDM.

A3. Toma de Decisiones Robustas (RDM)

El RDM entonces provee un “wrapper” o envoltorio para procesar un gran número de casos donde se prueban posibles acciones, se evalúa sus niveles de éxito y se identifican las acciones más robustas. Para esto RDM establece un proceso de pensamiento para la toma de decisiones (llamado el proceso DAMI) compuesto por cuatro dimensiones: medidas de desempeño (D), acciones (A), modelo del sistema (M) e incertidumbre (I), donde bajo D se definen métricas de desempeño que definirán el éxito de las acciones propuestas, bajo A se proponen distintas acciones posibles, bajo M se define el modelo para evaluar el problema, que en este caso correspondería al modelo probabilista de cálculo de riesgo, y bajo I se identifican las fuentes de incertidumbre. Utilizando este proceso se prueban todas las acciones posibles, se evalúa su desempeño y se obtienen las estrategias y acciones más robustas que mejor se comportan bajo el mayor rango de incertidumbres futuras. Las decisiones robustas pueden no ser óptimas bajo ninguna condición en particular pero suelen ser exitosas con respecto a la mayor cantidad de futuros inciertos. De este modo, el enfoque de RDM tiene mucho en común con los enfoques de bajas lamentaciones (low-regret) o ninguna lamentación (no-regret).

Estudio de Riesgo Climático y Estrategias de Adaptación para la Estrategia a Largo Plazo E2050 de Colombia – Fase 2

1. Contexto y justificación

- 10.1. Establecido en 1959, el Banco Interamericano de Desarrollo ("BID" o "Banco") es la principal fuente de financiamiento para el desarrollo económico, social e institucional de América Latina y el Caribe. Ofrece préstamos, donaciones, garantías, asesoramiento sobre políticas y asistencia técnica a los sectores público y privado de sus países prestatarios. Para responder adecuadamente a los desafíos que plantea el cambio climático en la región, el Banco creó la Dirección de Cambio Climático y Sostenibilidad (CDS), que lidera, a través de la División de Cambio Climático (CCS), esta agenda en respuesta a las necesidades y requisitos los países miembros. En esta línea, el objetivo de la División de Cambio Climático del BID es (i) fortalecer la base de conocimientos del Banco; (ii) fortalecer las instituciones y la capacidad de los sectores público y privado; (iii) desarrollar instrumentos para incorporar la mitigación y adaptación al cambio climático y aumentar la resiliencia de las actividades financiadas por el Banco; (iv) identificar y desarrollar préstamos y asistencia técnica para la acción climática en sectores clave; y (v) aumentar las inversiones, abordar las brechas financieras y aprovechar las inversiones del sector privado. CSD/CCS lleva a cabo estas actividades con el apoyo de personal especializado del BID, personas designadas por fondos fiduciarios, personas adscritas y otros.
- 10.2. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (MADS) a través de la Dirección de Cambio Climático y Gestión del Riesgo lidera diferentes procesos para la Gestión de Cambio Climático dentro de los cuales se encuentran el Plan Nacional de Desarrollo, la NDC y la Estrategia 2050 a Largo Plazo bajo el Acuerdo de París. A pesar de que estos procesos cuentan con objetivos, enfoques metodológicos y plazos de tiempo diferentes, los tres están alineados y articulados. El Plan Nacional de Desarrollo define los objetivos del gobierno para 2022, entre los que se incluye la mitigación y adaptación, buscando así articular esfuerzos intersectoriales en la forma de agendas. La NDC tiene como horizonte el 2030 y plantea el esfuerzo del país para reducir las emisiones nacionales y adaptarse a los efectos del cambio climático, y actualmente este proceso de NDC se enfoca en la actualización de la misma en función de la mejora de la información. Por último, la Estrategia de Largo Plazo tiene como horizonte el 2050 y busca enmarcar los anteriores procesos bajo la búsqueda de sendas o transformaciones que permitan evaluar la posibilidad de lograr la carbono-neutralidad y la resiliencia climática para Colombia²¹.
- 10.3. En este contexto y enfocándose en la Estrategia a Largo Plazo, actualmente el MADS se encuentra implementando la Hoja de Ruta para la Estrategia de Largo Plazo E2050²². En junio de 2020, se realizó el lanzamiento del proceso y partir de ese momento el desarrollo de las grandes apuestas de la E2050. Asimismo, se diseñó un esquema de trabajo y de participación pública que incluyó una Mesa de Articulación, Comisiones, un Comité de Expertos y talleres nacionales.
- 10.4. En consonancia con la Hoja de Ruta, se propuso un plan de trabajo para que el BID y la AFD apoyaran al MADS en la elaboración de la E2050, específicamente en la dimensión

²¹ Hoja de Ruta E2050, Minambiente

²² La Estrategia 2050 está en línea con el artículo 4.19 del Acuerdo de París, que dispone que todos los países deberán elaborar y comunicar estrategias a largo plazo de desarrollo bajo en emisiones de gases de efecto invernadero.

de la resiliencia y adaptación al cambio climático. El país ya contaba con productos de esta temática como: (i) el [Atlas de Riesgo de Colombia: revelando los desastres latentes](#)²³, que realizó un compendio de modelos y resultados de riesgo multiamenaza, aunque sin la incorporación del efecto de cambio climático sobre estas, (ii) la [Tercera Comunicación Nacional](#)²⁴, que realizó un estudio integral de cambio climático en el cual por primera vez se abordó el tema de vulnerabilidad al cambio climático dentro de un marco de gestión del riesgo, (iii) el [Sistema Integrador de Información sobre Vulnerabilidad Riesgo y Adaptación o SIIVRA, que está en desarrollo y que recoge la información más actualizada en un sistema interactivo](#), y (iv) el [Índice de Riesgos del DNP, que realizó una evaluación cualitativa de las capacidades de los municipios](#). Sin embargo, hacía falta un estudio comprensivo que con una metodología unificada cierre las brechas que tiene cada producto individualmente y cuantifique de manera prospectiva para todo el país y de manera multi sectorial para el stock de activos del país, por un lado, los riesgos asociados a las amenazas climáticas a largo plazo (físicos y ambientales - daños y pérdidas económicas - y humanos – afectados y pérdidas de vida), y por el otro lado, las oportunidades que esto conlleva en términos de posibilidades de medidas de adaptación y su aporte a un desarrollo resiliente a largo plazo. Los resultados de este estudio podrán ser un insumo para futuras actualizaciones de la NDC de Colombia en temas de adaptación y gestión del riesgo, así como podrán ser incorporados y usados para la actualización de la Herramienta para la Acción Climática.

- 10.5. Como respuesta a lo anterior se propuso la realización de un estudio en dos fases. La Fase 1 corresponde a una primera evaluación y diagnóstico del riesgo climático y aproximación a posibles medidas. Esta Fase, que fue financiada por la AFD, se encuentra en ejecución. Como resultado de esta Fase se obtuvo (i) el diagnóstico de la línea base (bajo las condiciones de adaptación existentes) del riesgo por cambio climático a largo plazo, y (ii) una primera aproximación y análisis de medidas de adaptación, todo esto para las amenazas de inundación (para las construcciones e infraestructura), sequía (para el sector agrícola), incendios forestales (para el sector agrícola y servicios ecosistémicos), huracanes (para las construcciones e infraestructura) y deslizamientos (para la infraestructura).
- 10.6. En la actualidad, y con base en los resultados obtenidos a la Fase 1, se propone desarrollar la Fase 2 del estudio, que corresponde a una evaluación profunda de medidas y su aplicación con un enfoque territorial, a través de una segunda ronda de cálculo prospectivo del riesgo esta vez incorporando medidas más concretas, y el análisis y priorización de medidas utilizando un marco de Toma Robusta de Decisiones.
- 10.7. Aun cuando la Fase II deberá realizarse a nivel nacional, en coordinación con MADS, IDEAM, UNGRD, en consonancia con la Fase I, se buscará involucrar actores regionales en este caso. Se implementará un Comité de Seguimiento a la consultoría, que contará con la participación de MADS, IDEAM, UNGRD, BID y el equipo E2050 de Expertise France.

²³ Trabajo realizado por la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD).

²⁴ Este estudio aplicó un método cuali-cuantitativo a través de indicadores para caracterizar la amenaza, exposición, sensibilidad, capacidad adaptativa y finalmente riesgo, cuyo nivel de análisis llegó al nivel municipal. De esta manera fue posible realizar una jerarquización del riesgo y sus dimensiones detonantes de todos los municipios del país.

2. Objetivos

- 2.1. El objetivo general del estudio, en sus Fases 1 y 2 es apoyar al MADS en el análisis y modelación de opciones de adaptación al cambio climático para la Estrategia a Largo Plazo E2050 a través de la realización de un estudio de Riesgo Climático y Estrategias de Adaptación para la Estrategia a Largo Plazo E2050. Este estudio busca complementar y llevar a los análisis realizados anteriormente un paso más allá y cuantificar con una base científica los riesgos e impactos asociados al cambio climático a futuro (2050), para así proponer, evaluar y comparar cuantitativamente posibles acciones que aporten al proceso de adaptación y estructurar un camino estratégico hacia la resiliencia. Así también, este estudio busca dotar de conocimientos al MADS para informar una propuesta metodológica para el análisis de riesgos ante el cambio climático de los distintos sectores del país.
- 2.2. El objetivo general de la Fase 2 es modelar y evaluar el riesgo climático a largo plazo a nivel municipal bajo distintas alternativas de medidas de adaptación y su aplicación territorial para analizar el efecto de estas sobre el camino hacia la resiliencia, y realizar una priorización final de medidas según su desempeño.
- 2.3. Los objetivos específicos de la Fase 2 consisten en:
 - 2.3.1. Basándose en los resultados de la Fase 1, analizar, proponer y evaluar posibles medidas de adaptación concretas a nivel municipal.
 - 2.3.2. Cuantificar técnica y científicamente para Colombia el riesgo climático a largo plazo bajo distintas opciones de medidas de adaptación específicas a nivel territorial y sectorial.
 - 2.3.3. Realizar una priorización de medidas según su desempeño.

3. Alcance de los servicios

- 3.1. En concordancia con la Fase 1, la metodología a ser utilizada para este estudio corresponde a aplicar los enfoques del Análisis Probabilista de Riesgo (APR) y Toma Robusta de Decisiones (RDM en inglés) de manera simultánea, donde el APR funciona como el motor de cálculo y el RDM funciona como un marco de toma de decisiones. En el Anexo 1 se presenta un resumen de estos dos enfoques. El APR modela y cuantifica científica y matemáticamente la exposición del país, las amenazas climáticas (incorporando los efectos esperados del cambio climático) y la vulnerabilidad de los elementos expuestos a estas amenazas y calcula los daños y pérdidas esperadas, tanto en términos económicos como humanos, con probabilidades asociadas. Esto permite cuantificar los posibles costos (pérdidas y costos de implementación) y los beneficios (pérdidas evitadas) de diferentes escenarios y medidas propuestas. También permite definir métricas de riesgo que pueden ser utilizadas para comparar, seleccionar y priorizar diferentes escenarios y medidas dentro del marco de toma de decisiones de RDM. El RDM define múltiples escenarios de demanda y posibles acciones a nivel estratégico y se evalúa todos los escenarios y combinaciones analizando los riesgos y beneficios. Utilizando este proceso se prueban todas las acciones posibles, se evalúa su desempeño y se obtienen las estrategias y acciones más robustas que mejor se compartan bajo el mayor rango de incertidumbres futuras.
- 3.2. El estudio de Fase 2 deberá utilizar el modelo de riesgo desarrollado en la Fase 1 como el APR - motor de cálculo - del enfoque conjunto APR y RDM, y deberá realizar una segunda etapa de cálculos de riesgo esta vez dentro de un marco de toma robusta de decisiones RDM. En este marco se deberán considerar nuevas medidas concretas de

adaptación propuestas para analizar. Al igual que la Fase 1, el cálculo de riesgo deberá aplicar una visión integral del riesgo, cuantificando el riesgo físico (sobre activos - daños y pérdidas económicas - y sobre la población – afectados y pérdidas de vida) e incorporando los posibles factores socioeconómicos y de capacidad adaptativa que pueden modificar o exacerbar el riesgo físico, para así obtener así el riesgo total. Este estudio realizará el análisis de resultados de riesgo a un mayor nivel de detalle que la Fase 1, que en este caso deberá ser a nivel municipal, y además evaluará de manera cuantitativa y profunda tanto las medidas de generales propuestas en la Fase 1, como las medidas más específicas que se propongan dirigidas a un enfoque territorial, y se realizará una priorización de medidas basada en los resultados cuantitativos.

- 3.3. El estudio de la Fase 2 deberá realizarse para todo el país con un nivel de análisis municipal, para las mismas unas amenazas climáticas y los sectores priorizados y analizados en la Fase 1.

4. Actividades clave

- 4.1. Para realizar el análisis de riesgo climático cuantitativo se deberán seguir las siguientes actividades.

4.2. Etapas 1: Fase de inicio

La consultoría iniciará con la preparación de un plan de trabajo y de un informe de inicio el cual permitirá definir la metodología de trabajo. Igualmente, se deberá identificar los actores relevantes/partes interesadas, y posibles interacciones del equipo de trabajo con dichos actores.

4.2.1. Actividad 0: Elaboración del plan de trabajo

Revisión de la metodología y cronograma: El equipo consultor elaborará un plan de trabajo detallado el cual debe contener la metodología propuesta para el estudio y el cronograma de trabajo para la consultoría, los cuales deben ser revisados con el Comité de Seguimiento.

Entregable 0: plan de trabajo detallado.

4.2.2. Actividad 1: Preparar un informe de inicio

Revisión de resultados Fase 1: el equipo de consultoría realizará una revisión detallada de los resultados de la Fase 1 y propondrá una estrategia a seguir para realizar el análisis de esta segunda fase.

Planificación del proceso RDM: identificará los actores clave y sus interacciones para el proceso RDM.

Redacción del informe de inicio: con base en las sub-actividades anteriores, el equipo consultor redactará el informe de inicio a ser entregado.

Entregable 1: Informe de inicio. Un documento que contenga la revisión de resultados de la Fase 1 y la planificación del proceso RDM.

4.3. Etapa 2: Análisis del riesgo climático multiamenaza

- 4.3.1. Actividad 2: Establecer el marco teórico de la Toma de Decisiones Robustas (RDM). Primero se deberá definir el marco teórico o conceptual de toma de decisión robusta XLRM que guiará el proceso del estudio de evaluación de alternativas de adaptación.

2.1. Propuesta preliminar de las variables del marco XLRM: el consultor deberá

desarrollar una propuesta preliminar de cada una de las dimensiones XLRM. Para esto deberá identificar y analizar cada una de las dimensiones:

- X: las incertidumbres. Por ejemplo, incertidumbres en los escenarios de cambio climático a evaluar, en los usos del suelo a futuro, en la demanda de agua a futuro, en la respuesta de los activos a las amenazas, en la respuesta del mercado y de cadenas de valor frente a eventos climáticos extremos, etc.
- L: tipos de acciones. Por ejemplo, estrategias sectoriales o planes de inversión por territorio o por sector para la reducción del riesgo climático. Para esta dimensión se deberá proponer un universo de selección de las medidas de adaptación a evaluar; la Herramienta de Acción Climática, que contiene un inventario de medidas (alrededor de 150 en total), deberá ser utilizada como una de las herramientas a consultar, así como también los planes de gestión del cambio climático territoriales y sectoriales expedidos a la fecha. Las medidas propuestas deberán ser más concretas (en tipología y ámbito de actuación) que las analizadas en la Fase 1, y deben responder a un nivel de detalle mayor.
- R: el modelo del sistema. Este motor de cálculo deberá ser el modelo de cálculo APR de la Fase 1.
- M: medidas de desempeño. Por ejemplo, porcentaje de reducción de incendios respecto a una línea base, reducción de pérdidas económicas y muertes causadas por desastres respecto a una línea base, proporción de infraestructura resiliente, etc. Para esta dimensión se deberá utilizar las métricas de riesgo definidas y utilizadas en la Fase 1 (correspondientes a las métricas más comunes de un APR), pero se podrán considerar métricas adicionales.

Puesta en común de las variables del marco XLRM – Taller 1: la definición final de las variables del marco XLRM se realizará de manera participativa, a través de un primer taller al cual se convocarán a actores relevantes a definir de manera conjunta con el Comité de Seguimiento.

Entregable 2: Informe técnico con la estructuración del Marco RDM. Debe incluir:

- La propuesta preliminar de todas las variables para las dimensiones XLRM.
- Ayuda de memoria del Taller 1.
- Resultados del Taller 1 y las variables finales del marco RDM.

4.3.2. Actividad 3: Realizar nuevas corridas del modelo de riesgo climático multi-amenaza incluyendo las posibles acciones de adaptación y el marco RDM. Trabajando sobre el modelo de riesgo construido durante la Fase 1, se deberá introducir al modelo (R) las modificaciones necesarias correspondientes a las distintas variables a evaluar definidas en las dimensiones X, L y M, y se realizará una segunda etapa de análisis de riesgo utilizando los mismos métodos y condiciones de la Fase 1, esta vez probando todas las variables del marco RDM.

Adecuación del modelo del sistema - R: se deberá modificar los módulos de amenaza, exposición y vulnerabilidad, cuando corresponda, como respuesta a los cambios que genera la introducción de: (i) las diferentes acciones de adaptación propuestas – L - , (ii) las configuraciones necesarias para probar incertidumbres adicionales identificadas – X - , y (iii) las configuraciones necesarias para poder obtener las métricas de desempeño establecidas.

Análisis del riesgo: esta actividad consiste en probar las distintas propuestas y

evaluarlas contra las distintas incertidumbres y las medidas de desempeño establecidas en el marco XLRM. Esto se obtiene realizando múltiples (decenas, cientos o miles) de corridas del modelo de riesgo.

Análisis de resultados: esta actividad consiste en utilizar diversos métodos o técnicas para el análisis de resultados de las múltiples simulaciones realizadas que permitan identificar las opciones y/o combinación de opciones más robustas que se comportan bien bajo un amplio rango de incertidumbre. Los resultados de las múltiples evaluaciones de riesgo realizadas deberán ser expresados en términos de pérdidas económicas y humanas estimadas, así como en términos de las demás métricas de desempeño establecidas, y estas deberán ser comparadas entre sí y con los resultados de la Fase 1, analizando las diferencias entre el caso de línea base y los casos con la implementación de medidas de adaptación.

Entregable 3: Informe técnico con los resultados del análisis de riesgo bajo RDM. Debe incluir:

- Análisis y descripción detallada de las modificaciones al modelo de riesgo.
- Resultados de las corridas de riesgo.
- Análisis de resultados detallando los métodos utilizados.

4.3.3. Actividad 4: Puesta en común de resultados y priorización de medidas en un Plan de Adaptación y Gestión de Riesgo Climático a Largo Plazo. Se presentará y discutirá los resultados y los análisis realizados en forma participativa con talleres, a los cuales se convocarán a actores relevantes a definir de manera conjunta con el Comité de Seguimiento.

Puesta en común de los resultados – Taller 2: el análisis de resultados y redefinición de las métricas de desempeño se realizará de manera participativa a través de un segundo taller al cual se convocarán a actores relevantes a definir de manera conjunta con el Comité de Seguimiento.

Plan de adaptación y gestión del riesgo climático a largo plazo para Colombia y Taller de Finalización - Taller 3. Utilizando los resultados de la actividad previa se deberá crear un plan de adaptación y gestión del riesgo climático a largo plazo para Colombia y para los distintos sectores y niveles territoriales analizados. Se realizará un tercer taller para presentar los resultados finales del estudio completo, al cual se convocarán a actores relevantes a definir de manera conjunta con el Comité de Seguimiento.

Entregable 4: Informe técnico final y Plan de Adaptación y Gestión del Riesgo Climático a Largo Plazo. Debe incluir:

- Ayuda de memoria de los Talleres 2 y 3.
- Resultados finales del estudio.
- Plan de Adaptación y Gestión del Riesgo Climático a Largo Plazo.
- Presentación Ms Power Point que contenga los principales resultados y conclusiones del estudio.

5. Resultados y Productos Esperados

- 5.1. Entregable 0: Plan de trabajo que incluya una metodología detallada y tiempos de ejecución.
- 5.2. Entregable 1: Informe de inicio (Actividad 1)
- 5.3. Entregable 2: Marco RDM. (Actividad 2)
- 5.4. Entregable 3: Resultados del análisis de riesgo bajo RDM (Actividad 3)
- 5.5. Entregable 4: Plan de Adaptación y Gestión del Riesgo Climático a Largo Plazo (Actividad 4)

6. Calendario del Proyecto e Hitos

- 6.1. El Entregable 0 deberá ser entregado dentro de los 10 días calendario tras la firma del contrato.
- 6.2. El Entregable 1 deberá ser entregado dentro de los 20 días calendario tras la firma del contrato.
- 6.3. El Entregable 2 deberá ser entregado dentro de los 90 días calendario tras la firma del contrato.
- 6.4. El Entregable 3 deberá ser entregado dentro de los 210 días calendario tras la firma del contrato.
- 6.5. El Entregable 4 deberá ser entregado dentro de los 270 días calendario tras la firma del contrato.

7. Requisitos de los Informes

- 7.1. Toda la información física y archivos digitales deben ser entregados ordenados por cada proceso y análisis realizado de acuerdo a los objetivos específicos del proyecto (entradas y salidas).
- 7.2. Todos los reportes deberán ser entregados de la siguiente manera: i) los archivos electrónicos relevantes en MS Word, Excel, u otras aplicaciones aceptables (deben incluir todos los anexos y apéndices); y ii) un archivo PDF por cada reporte completo. Estos reportes y archivos electrónicos deberán ser entregados dentro de los plazos mencionados arriba.
- 7.3. Se deberán entregar copias funcionales de todos los archivos digitales y de SIG (.shp, .tiff, .grd, .gdb, .mxd, etc.), modelos, bases de datos y cualquier otro archivo creado durante la consultoría.
- 7.4. Adicionalmente, los resultados y conclusiones principales de la consultoría deberán ser recogidos y entregados en una presentación en formato MS PowerPoint.
- 7.5. Se requiere el acuerdo previo con el Comité de Seguimiento sobre los formatos de entrega de los productos, debidamente documentados a través del cumplimiento de estándares de información (estructura y repositorio de productos, metadatos, información alfanumérica y espacial estructurada, documentos editables y en formatos que garanticen la interoperabilidad).

8. Criterios de Aceptación

- 8.1. En el límite del presupuesto, se prestará especial atención a la capacidad de

propuesta de la consultoría:

- 8.2. Una metodología específica para el contexto, que presente su capacidad de innovar en la labor que se ha de llevar a cabo y un calendario de trabajo provisional y la asignación de las aportaciones de los expertos.
- 8.3. Un equipo de expertos pertinente (incluidos los currículos y la declaración firmada de disponibilidad y exclusividad).
- 8.4. Se aplicarán los siguientes criterios de selección para elegir al licitador más ventajoso desde el punto de vista técnico y financiero:

Criterio	Peso en %
A. Propuesta técnica	80%
A.1. Organización y metodología – 35 puntos	
▪ A.1.1. Comprensión de la necesidad y expectativas - 6 puntos	
▪ A.1.2. Enfoque general y metodología - 20 puntos	
▪ A.1.3. Plan y flujo de trabajo - 5 puntos	
▪ A.1.4. Equipo de apoyo y metodología de aseguramiento de la calidad - 4 puntos	
A.2. Experticia – 65 puntos	20%
B. Propuesta económica	

Las ofertas que hayan obtenido puntuaciones inferiores a 70 puntos no serán consideradas.

9. Otros Requisitos

- 9.1. La firma consultora deberá tener experiencia en los campos requeridos para la implementación del proyecto. Los detalles sobre las calificaciones académicas, el campo de competencia y la experiencia técnica/práctica de trabajos o consultorías similares deberán presentarse en hojas de vida firmadas. Las hojas de vida presentadas por el equipo de consultoría no deben exceder las 5 páginas.
- 9.2. Para llevar a cabo las actividades del estudio, la consultoría deberá presentar un equipo de expertos con los siguientes perfiles y experiencias:
- 9.3. Experiencia en evaluaciones de vulnerabilidad al cambio climático, evaluaciones del riesgo de desastre, modelación climática, modelación hidrológica e hidráulica, ordenamiento territorial y análisis estadístico.
- 9.4. Tener un miembro del equipo local es deseado.
- 9.5. Por lo menos un miembro del equipo deberá tener conocimiento probado del área de estudio y de los temas locales.
- 9.6. Excelente comprensión e interpretación de las necesidades actuales y futuras de Perú en términos de gestión de riesgo y adaptación al cambio climático y funcionamiento de la institucionalidad relacionados con la gestión de riesgos y el cambio climático.
- 9.7. Buenas habilidades interpersonales y capacidad para trabajar con funcionarios del gobierno.
- 9.8. El equipo puede estar compuesto por cualquier número de integrantes siempre y cuando se cuente con los siguientes perfiles profesionales:
 - Jefe de Equipo: Profesional en ingeniería, ciencias ambientales o climáticas o afines,

con mínimo 8 años de experiencia profesional demostrada liderando equipos multidisciplinarios en evaluaciones del riesgo de desastre y 5 años en la construcción de medidas de adaptación frente al cambio climático. Específicamente experiencia en riesgos meteorológicos, climáticos, evaluaciones de cambio climático y gestión del riesgo. Deberá tener experiencia en realizar análisis de riesgo y en la preparación de acciones de adaptación y resiliencia. Título de postgrado relacionado con las funciones del empleo.

- Especialista de riesgo de desastre: Profesional en ingeniería, ciencias ambientales o climáticas o afines. Mínimo 5 años de experiencia demostrada en gestión del riesgo de desastre y cambio climático y 3 años en desarrollo de modelos hidrológicos y modelos de riesgo probabilista. Experiencia utilizando plataformas de modelación de riesgo como CAPRA, Hazus o similar. Conocimiento demostrado de Sistemas de Información Geográfica (SIG) como ArcGIS, QGIS, Autodesk o similar. Título de postgrado relacionado con las funciones del empleo.
- Modelador de Cambio Climático: Profesional en ingeniería, ciencias ambientales o climáticas o afines. Con conocimiento de modelos climáticos globales y regionales y manejo de datos climáticos. Deberá tener experiencia demostrada en desarrollar proyecciones y escenarios de cambio climático usando métodos estadísticos o científicos. Con mínimo 5 años de experiencia demostrada en el uso de modelos o software de *downscaling* y plataformas de proyecciones de cambio climático.
- Modelador de amenazas de origen natural: Profesional en ingeniería, ciencias ambientales o climáticas o afines, con mínimo 5 años de experiencia demostrada en modelación de amenazas hidrometeorológicas como inundaciones, sequías e incendios forestales y experiencia en modelación hidrológica y experiencia utilizando modelos y software como HEC-RAS, SWMM, Autodesk, ArcGIS o similares.
- Modelador de exposición y vulnerabilidad: Profesional en ingeniería, ciencias ambientales o climáticas o afines con por lo menos 5 años de experiencia demostrada en desarrollar modelos de exposición y modelos de vulnerabilidad aplicados a modelos de riesgo de desastre. Título de postgrado relacionado con las funciones del empleo.
- Experto en la aplicación de RDM: Título académico superior en el campo de la economía, ciencias ambientales y/o ciencias sociales; con al menos 5 años de experiencia profesional relevante en servicios de asesoría de alto nivel en materia económica y ambiental; ii) Amplia experiencia en el diseño, implementación y evaluación de modelos prospectivos; iii) Experiencia demostrada en el uso de técnicas sólidas de toma de decisiones para informar las decisiones de inversión a largo plazo; iv) Capacidad demostrada para trabajar con una variedad de partes interesadas, tanto políticas como técnicas; v) Capacidad para presentar conceptos técnicos claramente tanto a expertos técnicos como no técnicos; vi) Experiencia en ejecución de contratos para autoridades gubernamentales y organismos internacionales; vii) Fluidez en español e inglés.

10. Supervisión e Informes

- 10.1. Se implementará un Comité de Seguimiento a los productos de la consultoría en el que puede estar involucrado el MADS, BID y AFD, y otros actores que determine el MADS, en línea con los objetivos de esta consultoría. El Comité será responsable del seguimiento de productos y comentarios para ajuste.

- 10.2. La supervisión del trabajo y aprobación de productos será realizada por el Comité de Seguimiento.

11. Calendario de Pagos

Producto	%
3. Tras aprobación del Reporte 0	10%
4. Tras aprobación del Reporte 1	10%
5. Tras aprobación del Reporte 2	30%
6. Tras aprobación del Reporte 3	30%
7. Tras aprobación del Reporte 4	20%
TOTAL	100%

Anexo 1. Metodologías para el análisis de riesgo y medidas (Análisis Probabilista del Riesgo y Toma Robusta de Decisiones - RDM)

A3.1. Introducción

Metodologías recomendadas para este tipo de estudio (Fases 1 y 2), debido a su alcance multi sectorial y multi territorial a nivel país, debido a las incertidumbres existentes y debido al objetivo de diseñar una estrategia de medidas o inversiones, incluyen el Análisis Probabilista de Riesgo (APR) y la Toma de Decisiones Bajo Incertidumbre Profunda (*Decision Making Under Deep Uncertainty – DMDU* - o *Robust Decision Making – RDM* - en inglés). Ambos enfoques buscan reconocer y abordar la incertidumbre, algo particularmente importante en el contexto de este estudio y de la E2050 debido a la aún mayor incertidumbre asociada a las proyecciones de cambio climático a largo plazo.

Por un lado, en una evaluación probabilista, que está más enfocada en el cálculo en sí del riesgo, todos los componentes que integran el riesgo (amenaza incluyendo los efectos del cambio climático, exposición y vulnerabilidad) se modelan y se integran matemáticamente de forma probabilista reconociendo, incorporando cuantitativamente y propagando formalmente la incertidumbre en todo el modelo. Así el modelo puede representar estadísticamente la probabilidad de todos los sucesos posibles, incluso aquellos que no han ocurrido aún, lo cual lo transforma en un modelo prospectivo capaz de representar todos los sucesos científicamente posibles.

Por otro lado, en la toma de decisiones bajo incertidumbre profunda (Groves y Lempert, 2007; Fischbach et al., 2015), que está más enfocada en el proceso de toma de decisiones, se define múltiples posibles acciones de actuación en general y a nivel estratégico, y, aunque la incertidumbre no se cuantifica explícitamente, se evalúa el desempeño de las acciones bajo todos los escenarios analizando los riesgos y beneficios. Al final busca un acuerdo sobre posibles acciones seleccionando acciones robustas que maximicen los beneficios para todo el rango probable de posibles condiciones.

A3.2. Análisis Probabilista del Riesgo (APR)

El APR modela y cuantifica científica y matemáticamente la exposición del país (activos físicos como infraestructura o activos verdes y población), las amenazas climáticas (incorporando los efectos esperados del cambio climático en estas amenazas a largo plazo) y la vulnerabilidad de los elementos expuestos a estas amenazas, y calcula los daños y pérdidas esperadas, tanto en términos económicos como humanos, con probabilidades asociadas (riesgo físico). Para realizar la evaluación integral del riesgo se incorpora a los resultados del riesgo físico unos factores socioeconómicos que capturen esta dimensión social y de capacidad adaptativa que actúan como factores multiplicadores del riesgo físico (ver https://www.ipcc.ch/apps/njlite/srex/njlite_download.php?id=6473). Esto permite cuantificar las posibles consecuencias de las amenazas climáticas afectadas por el cambio climático, y asimismo cuantificar los beneficios en términos de pérdidas evitadas de diferentes medidas propuestas. También permite definir métricas de riesgo que pueden ser utilizadas para comparar, seleccionar y priorizar diferentes escenarios y medidas dentro del marco de toma de decisiones de RDM.

A3.3. Toma de Decisiones Robustas (RDM)

El RDM entonces provee un “wrapper” o envoltorio para procesar un gran número de casos donde se prueban posibles acciones, se evalúa sus niveles de éxito y se identifican las acciones más robustas. Para esto RDM establece un proceso de pensamiento para la toma de decisiones

(llamado el proceo XLRM) compuesto por cuatro dimensiones: incertidumbre (X), acciones (L), modelo del sistema (R) y medidas de desempeño (M)., donde Bbajo X se identifican las fuentes de incertidumbre, bajo L se proponen distintas acciones posibles, bajo R se define el modelo para evaluar el problema, que en este caso correspondería al modelo probabilista de cálculo de riesgo, y bajo M se definen métricas de desempeño que definirán el éxito de las acciones propuestas. Utilizando este proceso se prueban todas las acciones posibles, se evalúa su desempeño y se obtienen las estrategias y acciones más robustas que mejor se comportan bajo el mayor rango de incertidumbres futuras. Las decisiones robustas pueden no ser óptimas bajo ninguna condición en particular pero suelen ser exitosas con respecto a la mayor cantidad de futuros inciertos. De este modo, el enfoque de RDM tiene mucho en común con los enfoques de bajas lamentaciones (low-regret) o ninguna lamentación (no-regret).