



El futuro
es de todos

Gobierno
de Colombia

Metodología de análisis costo-beneficio en la gestión del riesgo de desastres



METODOLOGÍA DE ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO EN LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

Agosto 2022

Gustavo Petro Urrego
Presidente de la República

Javier Pava Sánchez
Director UNGRD

Publicación aprobada por:

Eduardo José González Angulo
Director UNGRD (agosto 2018-agosto 2022)

Lina Dorado Gonzalez
**Subdirectora para el Conocimiento
del Riesgo de Desastres - UNGRD**

Autor
Richard Alberto Vargas Hernández
**Subdirección para el Conocimiento
del Riesgo de Desastres - UNGRD**

Corrección de estilo

Kelly Barbosa Blanco
Oficina Asesora de Comunicaciones - UNGRD

Diseño y diagramación

Jonatan Reyes Garzón
Oficina Asesora de Comunicaciones - UNGRD

© Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres

Bogotá, Colombia, diciembre 2022

www.gestiondelriesgo.gov.co

Contenido

| | |
|--|-----------|
| PRESENTACIÓN..... | 4 |
| INTRODUCCIÓN..... | 5 |
| | |
| 1. GENERALIDADES DEL ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO..... | 7 |
| 1.1. Propósitos del análisis costo-beneficio..... | 7 |
| 1.2. Requisitos generales de los proyectos para ser objeto de análisis costo-beneficio..... | 8 |
| 1.3. Indicadores para la decisión | 8 |
| 1.4. Uso de variables y cálculo de indicadores..... | 9 |
| | |
| 2. APLICACIÓN DEL ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO EN LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES | 16 |
| 2.1. Sobre el análisis del riesgo | 16 |
| 2.2. Conformación de proyectos de inversión en gestión del riesgo de desastres..... | 16 |
| | |
| 3. PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO EN LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES | 20 |
| 3.1. Reconocimiento de las razones para el análisis..... | 20 |
| 3.2. Revisión de las opciones de intervención..... | 22 |
| 3.3. Valoración de los costos para cada opción de intervención..... | 22 |
| 3.4. ¿Hay valoración monetaria de los beneficios?..... | 23 |
| 3.5. Valoración monetaria de los beneficios para cada opción de intervención | 26 |
| 3.6. Cálculo de los indicadores de decisión..... | 28 |
| 3.7. Análisis alternativo de costo-efectividad..... | 29 |
| 3.8. Análisis para la decisión..... | 30 |
| 3.9. Ejemplo con proyecto de obras de mitigación y reasentamiento de familia en riesgo | 30 |
| | |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 34 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 36 |

PRESENTACIÓN

4

La Gestión del Riesgo de Desastres en Colombia demanda el fortalecimiento continuo de procesos, organizaciones y personas que desde los ámbitos público y privado nos enfrentamos de manera recurrente a decisiones técnicas, administrativas y financieras sobre acciones que resultan determinantes en la calidad de vida de comunidades, y la sostenibilidad de territorios y actividades económicas.

En este sentido, y siguiendo las pautas del Plan Nacional de Desarrollo “*Pacto por Colombia, pacto por la equidad*” 2018 – 2022, la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) pone a disposición del público en general la presente Metodología de Análisis Costo-Beneficio en la Gestión del Riesgo de Desastres.

Este aporte ha sido desarrollado en el marco del proceso de conocimiento del riesgo, con el objetivo

de facilitar e impulsar la formulación y evaluación de proyectos de inversión en los procesos de reducción del riesgo y de preparación para la respuesta, así como de conocimiento mismo.

Esperamos que la metodología sea para beneficio de las continuas decisiones de inversión que se toman en el marco del Sistema Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD), tanto en el ámbito nacional como a nivel de municipal y departamental.

En el SNGRD debemos seguir mejorando y optimizando la implementación de la gestión del riesgo de desastres atendiendo las políticas de desarrollo sostenible.

INTRODUCCIÓN

La presente metodología de análisis costo-beneficio está dirigida principalmente a los profesionales que en las entidades territoriales y en el sector público en general tienen a su cargo proyectos de inversión en gestión del riesgo de desastres, y se enfrentan a la evaluación económica ex ante o ex post de acciones propias de los procesos de la gestión del riesgo en un territorio, comunidad o infraestructura.

El objetivo es facilitar e impulsar la formulación y evaluación de proyectos de inversión en gestión del riesgo de desastres, y como lo establece la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OECD, por sus siglas en inglés), “fomentar un diálogo honesto y realista entre las partes interesadas sobre los posibles impactos y la rentabilidad de diferentes opciones de mitigación, respuesta y recuperación” (OECD, 2014).

El documento se desarrolla en tres capítulos. En el primero se exponen los elementos básicos del análisis costo-beneficio, ilustrando el uso de las variables y el cálculo de los indicadores para la decisión, así como las relaciones entre estos. Se presenta igualmente el análisis costo-efectividad como una alternativa al análisis costo-beneficio.

El segundo capítulo desarrolla la interrelación entre el análisis costo-beneficio y la gestión del riesgo de desastres en el marco de la política nacional establecida

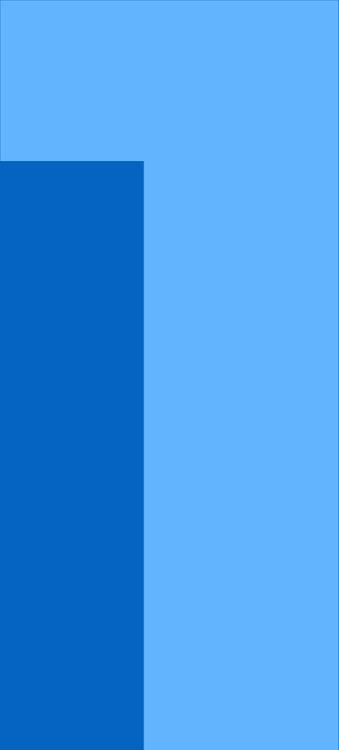
por la Ley 1523 de 2012, resaltando los aspectos relevantes para la aplicación práctica.

Se resalta el papel del análisis del riesgo, a partir del cual se sustenta que los beneficios de los proyectos de gestión del riesgo de desastres corresponden a los daños y/o pérdidas evitadas por dichas intervenciones.

En el tercero y último, se propone el procedimiento para la aplicación del análisis costo-beneficio en la gestión del riesgo de desastres, y se desarrollan con el mayor detalle posible cada uno de sus pasos.

Como suele ocurrir en los proyectos de inversión pública con relación al cálculo de los beneficios, se resalta el reto, y se presentan diferentes alternativas para el tratamiento de los beneficios que no tienen precios de mercado.

La existencia de una metodología práctica de análisis costo-beneficio en gestión del riesgo de desastres contribuirá a facilitar la toma de decisiones, motivar las inversiones, mejorar la transparencia y, en general, a mejorar la gobernanza en la gestión del riesgo de desastres.



GENERALIDADES DEL ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

- 1.1. Propósitos del análisis costo-beneficio
- 1.2. Requisitos generales de los proyectos para ser objeto de análisis costo-beneficio
- 1.3. Indicadores para la decisión
- 1.4. Uso de variables y cálculo de indicadores

1. GENERALIDADES DEL ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

El análisis costo-beneficio (ACB) es un método de evaluación económica de proyectos de inversión pública; proyectos donde los fines son de mejora, crecimiento, desarrollo y/o protección económica, social y/o ambiental.

En esencia, el método consiste en comparar los beneficios generados por un proyecto contra sus costos, para dos propósitos:

- Determinar si es una buena inversión.
- Comparar proyectos alternativos.

De acuerdo con Benson, Twigg y Rosseto (2007, p. 101) *“sirve para determinar el máximo rendimiento de la inversión en un proyecto, facilitar una comparación racional de las posibles opciones y asegurar que las decisiones sobre inversión se adopten con responsabilidad”*.

El desarrollo y aplicación del ACB ha sido relevante en sectores de la gestión pública donde se pueden tener alternativas que compiten por recursos públicos, y no donde se presenta una opción única inaplazable para resolver un problema social.

Como gestión pública, en el marco de la política de gestión del riesgo de desastres se identifican dos contextos básicos de proyectos de inversión en los que se puede aplicar el análisis costo-beneficio, que es necesario diferenciar:

- Evaluación económica ex ante o ex post de acciones propias de los procesos de la gestión del riesgo de desastres en un territorio, comunidad o infraestructura. Para este campo, se elaboró la presente metodología.
- Evaluación del componente de gestión del riesgo de desastres dentro de un nuevo proyecto de inversión pública. Aunque la presente metodología también podría ser utilizada para este caso, la evaluación suele hacerse de manera integrada contabilizando los costos de la gestión del riesgo dentro de la evaluación económica del proyecto; como se trata en “Incorporando la gestión del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático en proyectos de inversión pública” del Minambiente, DNP, Minhacienda y UNGRD (2019a y 2019b). Este contexto incluye casos tan básicos como el de aplicar las normas de sismo resistencia en el diseño y construcción en una nueva edificación.

1.1. Propósitos del análisis costo-beneficio

En la gestión de proyectos se encuentran diversos propósitos por los cuales se puede adelantar un análisis costo-beneficio.

Algunos ejemplos de propósitos son los siguientes:

- Determinar si el proyecto es una buena inversión y vale la pena hacerse (justificación y factibilidad económica).
- Comparar opciones alternativas (clasificación y orden de elegibilidad de las opciones).
- Establecer prioridades en la ejecución de proyectos ya aprobados.
- Determinar el orden de ejecución de los componentes de un mismo proyecto, por ejemplo, por rentabilidad de componentes, acuerdos con la comunidad, restricciones ambientales, sensibilidad de costos contingentes, entre otros.

Tener claridad en el propósito del ACB ayudará a identificar los beneficios y costos que resultan ser más relevantes en la rentabilidad del proyecto, así como otras variables que puedan influir o ser sensibles en el análisis, y por consiguiente requieran el mayor cuidado en su valoración.

1.2. Requisitos generales de los proyectos para ser objeto de análisis costo-beneficio

No en todos los proyectos es recomendado hacer un análisis costo beneficio, sobre todo en virtud del costo del análisis mismo.

Algunos criterios básicos a tener en cuenta, siguiendo a TRB (2010), desarrollados para proyectos del sector transporte y aplicables a diferentes proyectos públicos son los siguientes:

1. El costo potencial del proyecto es lo suficientemente significativo como para justificar el gasto de recursos en medición y evaluación de los beneficios e impactos esperados.
2. La razón de ser del proyecto es la mejora, crecimiento, desarrollo y/o protección económica, social y/o ambiental, y no el cumplimiento ineludible de una orden judicial.
3. Los impactos ambientales o sociales que están fuera de la medición de los costos y beneficios del proyecto son: (a) insignificantes en magnitud, (b) medibles en forma práctica que pueden usarse dentro del ACB, o (c) identificables para ser considerados por alguna otra forma de evaluación del proyecto fuera del ACB.

1.3. Indicadores para la decisión

A continuación, se definen los indicadores que se utilizan en el análisis costo-beneficio. Se indican las siguientes convenciones para las variables básicas:

- n: número de años en los cuales los beneficios y costos son analizados.
- i: número del año de referencia (cero para el momento de inicio de la línea de tiempo).
- B_i : beneficios del proyecto en el año i.
- C_i : costos del proyecto en el año i.
- d: tasa de interés de descuento.

- **Valor actual neto (VAN).** Es la diferencia entre beneficios descontados y los costos descontados (también llamado valor presente neto).

$$VAN = \sum \frac{B_i}{(1+d)^i} - \sum \frac{C_i}{(1+d)^i} \quad [1]$$

i = 0 hasta n.

- **Relación beneficio-costo (RBC).** Es el cociente entre beneficios descontados sobre costos descontados.

$$RBC = \frac{\sum (B_i / (1+d)^i)}{\sum (C_i / (1+d)^i)} \quad [2]$$

i = 0 hasta n.

- **Tasa interna de retorno (TIR).** Es la tasa de descuento (d) para la cual el valor actual neto (VAN) del proyecto es cero.
- **Período de retorno (o de recuperación) de la inversión (Nr).** Es el número de años que demoran los beneficios descontados acumulados para exceder los costos descontados acumulados, de tal manera que en los años posteriores al período de recuperación de la inversión, los beneficios son superiores a los costos. También llamado punto de equilibrio.
- **Relación costo-efectividad (RCE).** Indicador alternativo para cuando los beneficios no son monetizados. Es el costo de lograr una unidad de beneficio particular en especie (ecuación 3) o, su inverso, el beneficio en especie que se pueden obtener para un costo particular (ecuación 4),

$$RCE = C / E \quad [3]$$

$$REC = E / C \quad [4]$$

C: costo de E en unidades de moneda.

E: unidades de beneficios en especie.

Cada indicador constituye en sí mismo una regla de decisión en el análisis costo-beneficio.

1.4. Uso de variables y cálculo de indicadores

Para ilustrar el cálculo de los diferentes indicadores de evaluación, se presenta como ejemplo el flujo de costos y beneficios de un proyecto con un costo inicial (C_0) de 2.070 millones, una vida útil (n) de 20 años, mantenimientos (C_i) cada cuatro años y unos beneficios

(B_i) liquidados cada 2 años. La tasa de descuento (d) es del 9 % efectivo anual. En las siguientes páginas se ilustran y discuten los resultados.

Beneficios



Costos

10

| Año (i) | Suma** | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | |
|------------------------|--------|------|---|-----|---|------|---|------|---|------|---|------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|------|--|
| Costo (Ci) | | 2070 | | | | 180 | | | | 230 | | | | 310 | | | | 340 | | | | | |
| Ci descontado * | 2509 | 2070 | | | | 128 | | | | 115 | | | | 110 | | | | 86 | | | | | |
| Beneficio (Bi) | | | | 800 | | 800 | | 800 | | 800 | | 700 | | 700 | | 700 | | 600 | | 600 | | 600 | |
| Bi descontado * | 3258 | | | 673 | | 567 | | 477 | | 401 | | 296 | | 249 | | 209 | | 151 | | 127 | | 107 | |
| Cd acumulado | | 2070 | | | | 2198 | | | | 2313 | | | | 2423 | | | | 2509 | | | | | |
| Bd acumulado | | | | 673 | | 1240 | | 1717 | | 2118 | | 2414 | | 2663 | | 2872 | | 3023 | | 3151 | | 3258 | |

(*) Descontados al punto 0 con una tasa $d = 9\%$ anual: $C_i \text{ descontado} = C_i / (1+d)^i$ y, $B_i \text{ descontado} = B_i / (1+d)^i$ (***) Suma para $i = 0$ hasta 20

Valor actual neto:

$$VAN = \sum (B_i \text{ descontado}) - \sum (C_i \text{ descontado})$$

$$VAN = 3258 - 2509 = 749$$

Relación beneficio-costo:

$$RBC = \frac{\sum (B_i \text{ descontado})}{\sum (C_i \text{ descontado})}$$

$$RBC = 3258 / 2509 = 1,30$$

$$RBC = 3258 / 2509 = 1,30$$

Tasa interna de retorno:

De manera iterativa, incrementado la tasa de descuento, se obtiene que con $d = 13,9\%$ los beneficios descontados igualan a los costos.

$$TIR = 13,9\% \text{ anual}$$

Periodo de retorno:

En la tabla inferior se observa que a partir del año 10 los beneficios descontados superan a costos descontados acumulados.

$$Nr = 10 \text{ años}$$

El ejemplo permite hacer algunas reflexiones para ilustrar el papel de las variables y las relaciones entre ellas en la evaluación de un proyecto, así como entre los indicadores para la decisión. Aspectos todos, que se detallarán a lo largo del documento.

En primera instancia se pueden visualizar los tres pasos básicos con los que Mechler (2003, p. 46) resume el método general del análisis costo-beneficio aplicado a una alternativa de proyecto:

1. Identificar y estimar los costos y los beneficios. Si estos son dados en términos físicos deben asignarse valores monetarios.
2. Los costos y beneficios deben descontarse al presente para hacer comparables los efectos futuros.
3. Los costos y los beneficios se comparan bajo un criterio de decisión para evaluar si los beneficios exceden los costos.

Este método general es el aprovechado para construir la propuesta de procedimiento adoptado en la presente guía, expandiendo cada uno de los tres pasos básicos y aplicándolos en perspectiva de las acciones e inversiones en gestión del riesgo de desastres.

En los proyectos de inversión pública los costos y su ubicación en la vida útil suelen ser estimados de manera práctica ya que los objetos a costear se derivan de los diseños del proyecto y normalmente tienen precios de mercado; salvo que se trate de proyectos de innovación tecnológica sin antecedentes en insumos o técnicas de ejecución.

En cambio, la estimación de beneficios requiere mayor esfuerzo dada la complejidad para expresar en forma de beneficio los atributos sociales o ambientales positivos que genera un proyecto, más la dificultad para ser valorados monetariamente, ya que normalmente no tienen precios de mercado.

Un aspecto fundamental es que, como parte del proyecto, tanto costos (C_i) como beneficios (B_i) tengan definida su ubicación a lo largo de la línea de tiempo (flujo de costos y beneficios), lo que implica la definición de la vida útil del proyecto (n).

Los principales retos del análisis costo-beneficio están en la estimación de los costos y los beneficios antes de ser trasladados (descontados) a valor presente. De esta estimación depende la calidad de la evaluación del proyecto, y como se verá, el reto más importante de todos viene a ser conceptualizar y estimar los beneficios.

Por su parte, la tasa de interés (d) para descontar los costos y beneficios será la tasa de oportunidad para los recursos públicos establecida por el gobierno.

Para el mejor aprovechamiento de las siguientes observaciones se recomienda desarrollar el ejemplo utilizando una hoja electrónica:

- Cada costo y beneficio se descuenta al presente con las siguientes ecuaciones:

12

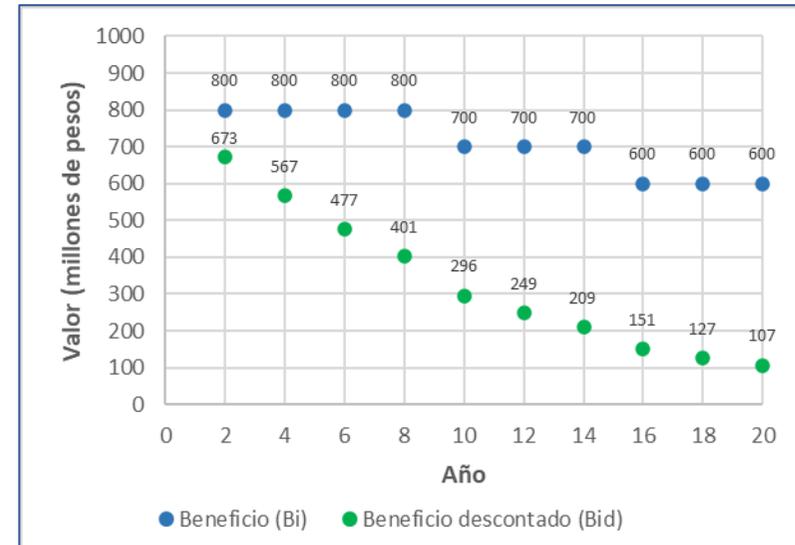
$$Cd_i = \frac{C_i}{(1+d)^i} \quad i = 0 \text{ hasta } n. \quad [5]$$

$$Bd_i = \frac{B_i}{(1+d)^i} \quad i = 0 \text{ hasta } n. \quad [6]$$

El ejercicio de descontar los costos y beneficios permite ver cómo un mismo valor entre más alejado esté en la línea de tiempo, resulta menos representativo al ser descontado al presente. Este efecto se presenta en la Ilustración 1 para los beneficios. De aquí la importancia de la correcta ubicación de los costos y los beneficios a lo largo de la vida útil del proyecto.

- El acumulado en valor presente tanto de costos como de beneficios se obtiene con las siguientes ecuaciones:

Ilustración 1.
Comportamiento de valores de beneficios al ser descontados con $d = 9\%$



Fuente: elaboración propia.

$$Cd \text{ acumulado} = \sum Cd_i \quad i = 0 \text{ hasta } n. \quad [7]$$

$$Bd \text{ acumulado} = \sum Bd_i \quad i = 0 \text{ hasta } n. \quad [8]$$

Con estos valores descontados y acumulados en el momento actual (punto cero de la línea de tiempo) se podrán calcular los indicadores VAN y RBC, con las ecuaciones 1 y 2, o igualmente con las siguientes ecuaciones:

Valor actual neto:

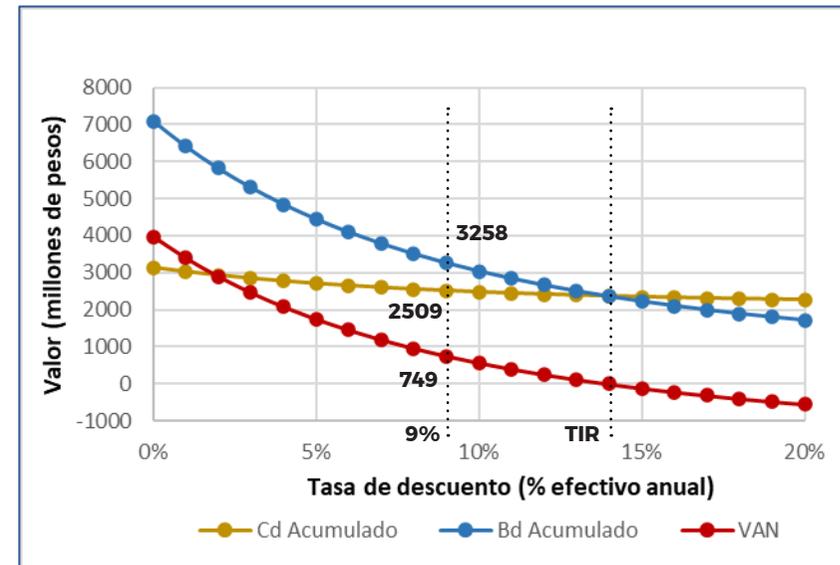
$$\text{VAN} = \text{Bd acumulado} - \text{Cd acumulado} \quad [9]$$

Relación beneficio costo:

$$\text{RBC} = \text{Bd acumulado} / \text{Cd acumulado} \quad [10]$$

- Para un mismo proyecto, como el del ejemplo, las ecuaciones de cálculo muestran que los indicadores para la decisión quedan en función de la tasa de descuento. Este efecto se explora en las siguientes ilustraciones.
- En la Ilustración 2 se observa que a medida que la tasa de descuento crece los valores acumulados de los costos y los beneficios descontados decrecen. Para la tasa de descuento $d = 9\%$ se presentan: $\text{Bd acumulado} = 3258$ millones y $\text{Cd acumulado} = 2509$ millones. Para tasas muy altas, los beneficios tienden a cero y los costos tienden a la inversión inicial de 2070 millones.
- Con relación al valor actual neto (VAN), y asociado con lo anterior, a menor tasa, se tendrá un mayor VAN, hasta el VAN máximo posible de 3970 millones que se presenta a la tasa del 0% (Ilustración 2). Para la tasa $d = 9\%$ se obtiene el $\text{VAN} = 749$ millones.

Ilustración 2.
Variación de los costos y beneficios descontados y VAN respecto a la tasa de descuento



Fuente: elaboración propia.

- En sentido contrario, al aumentar la tasa, el VAN disminuye hasta volverse negativo, y a tasas muy altas, en la medida que los beneficios y costos descontados acumulados tienden a sus límites mencionados (beneficios a cero y costos 2070 millones), el VAN tiende entonces a un mínimo de - 2070 millones.

- Por su parte, como se muestra en la Ilustración 3, la relación beneficio-costos (RBC) también disminuye en la medida que se aumenta la tasa de descuento. Desde un máximo de $RBC = 2,27$ para la tasa de descuento $d = 0 \%$, y con tendencia a cero para tasas muy altas (las tasas altas causan que los beneficios descontados tiendan a cero). Como se observa en la ilustración, para la tasa $d = 9 \%$ se obtiene la $RBC = 1,30$.

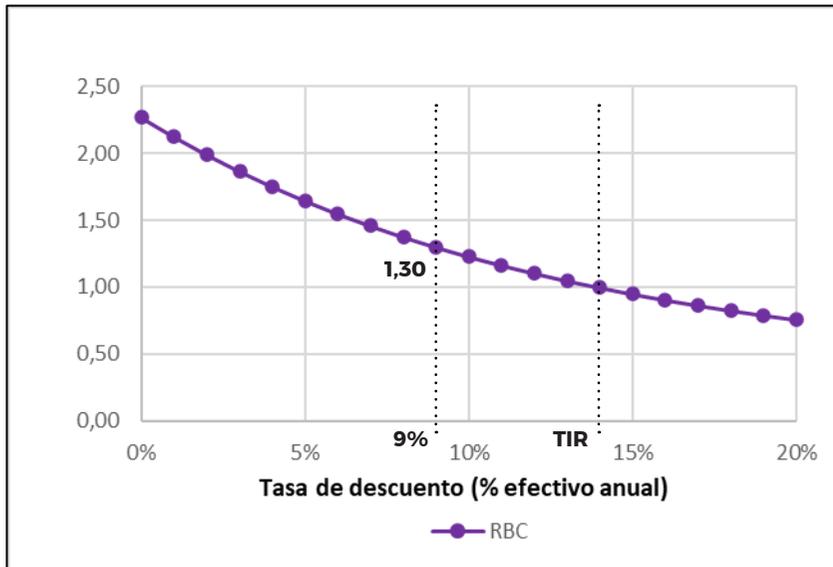
- Como se ha debido observar, en el recorrido del aumento paulatino de la tasa de descuento (d) se pasa por un punto común ($d = 13,9\%$) en el que los valores descontados acumulados de los beneficios y costos se hacen iguales, el VAN deja de ser positivo ($VAN = 0$) y la $RBC = 1,00$. Esta tasa es la tasa interna de retorno (TIR).

La TIR marca la tasa de descuento a partir de la cual los beneficios descontados resultan ser menores que los costos, y por consiguiente el proyecto deja de ser rentable. Tasas de descuento inferiores a la TIR generan VAN positivo y RBC mayor a 1,0 y tasas superiores darán un VAN negativo y RBC menor a 1,0.

En el ejemplo, si el financiador del proyecto exigiera una tasa de descuento mayor que 13,9 % el proyecto no sería rentable.

14

Ilustración 3.
Variación de la Relación Beneficio Costo (RBC) respecto a la tasa de descuento

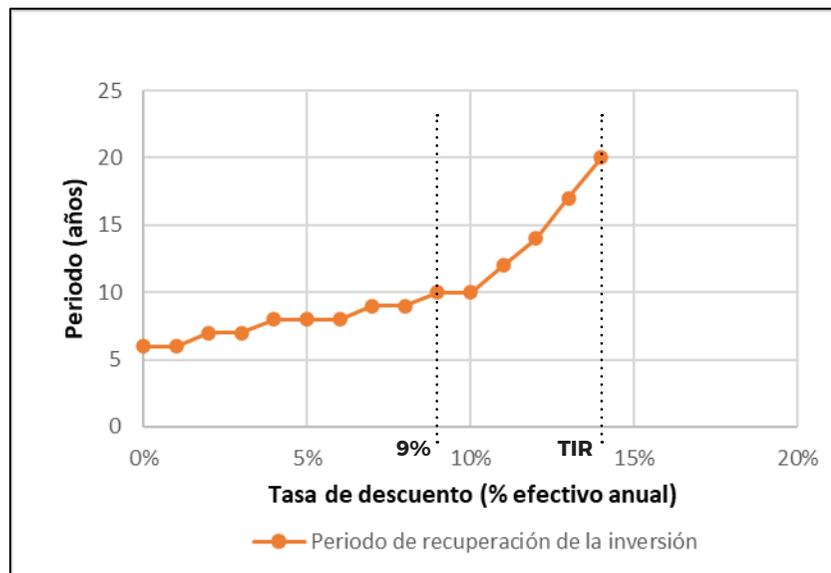


Fuente: elaboración propia.

- Finalmente, el ejemplo también permite ilustrar cómo cambia el periodo de retorno de la inversión (N_r) con la tasa de descuento (Ilustración 4): al crecer la tasa el periodo se aleja; desde $N_r = 6$ años para $d = 0\%$ hasta una condición en la que N_r no se logra durante la vida útil del proyecto ($n = 20$ años) para tasas mayores que la TIR. Para la tasa $d = 9\%$ se obtiene $N_r = 10$ años.

Ilustración 4.

Variación del periodo de recuperación de la inversión (N_r) respecto a la tasa de descuento



Fuente: elaboración propia.

Es evidente que en el ejemplo no se aplicó la relación costo-efectividad (RCE). Este indicador sólo se utiliza cuando los beneficios no son valorados monetariamente y entonces se dimensionan en unidades de especie. La RCE es un indicador que permite establecer un ranking de proyectos alternativos y seleccionar entre ellos el más costo-eficiente pero no ofrece información sobre si el proyecto es una buena inversión y vale la pena hacerse.

De acuerdo con OECD (2006, p. 274) “la noción “*vale la pena hacerse*” únicamente tiene sentido si uno puede comparar costos y beneficios de manera que se pueda conocer si los beneficios son más grandes (o más pequeños) que los costos”.

En general, en el análisis costo-beneficio, un proyecto vale la pena si los beneficios superan sus costos; y el criterio de decisión más utilizado para demostrarlo y comparar alternativas es el Valor Actual Neto (VAN).

2

APLICACIÓN DEL ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO EN LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

- 2.1. Sobre el análisis del riesgo
- 2.2. Conformación de proyectos de inversión en gestión del riesgo de desastres

2. APLICACIÓN DEL ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO EN LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

Siguiendo la política nacional, en síntesis, el riesgo de desastres corresponde a los daños y/o pérdidas potenciales que pueden presentarse en un período de tiempo específico; y el análisis del riesgo, como subproceso del proceso de conocimiento del riesgo, es por su parte la fuente para proyectar las medidas de reducción de esos daños y/o pérdidas, así como las medidas de preparación para la respuesta, e incluso para proyectar otras acciones del mismo proceso de conocimiento, como el monitoreo de fenómenos amenazantes.

2.1. Sobre el análisis del riesgo

En un contexto ambiental, social y económico dado, el análisis del riesgo aporta dos grandes conjuntos de conocimiento intrínsecamente relacionados:

1. El tipo y magnitud de los daños potenciales, en especie, según el capital expuesto y su vulnerabilidad, y según las cualidades y magnitudes de la amenaza. Reconocer el tipo de daños y sus causas permite optimizar el tipo de propuestas y medidas de intervención.

2. La magnitud de las pérdidas, o valor monetario de los daños previamente cuantificados en especie.

Entonces, en perspectiva de un ACB, y derivado de las dos observaciones anteriores, la conformación de las propuestas de intervención permitirá conocer los costos del proyecto. Como el fin de estas propuestas de intervención, directo o indirecto, es reducir los daños potenciales estimados por el análisis del riesgo y por consiguiente su valor monetario, esta reducción del riesgo viene a constituir los beneficios del proyecto.

La conclusión fundamental de lo anterior es que en la gestión del riesgo de desastres, los beneficios corresponden a los daños y/o pérdidas evitadas por el proyecto, mas no a nuevos atributos en especie como en la mayoría de los proyectos de inversión.

Evitar los daños y/o pérdidas quiere decir que los bienes de interés han dejado de ser vulnerables, que se redujo la amenaza, o que ya no están expuestos. En la práctica, este efecto beneficioso (total o parcial) se deriva de manera directa principalmente de las acciones correctivas y prospectivas de reducción del riesgo, de la protección financiera y de los sistemas de alerta.

2.2 Conformación de proyectos de inversión en gestión del riesgo de desastres

Los proyectos de gestión del riesgo de desastres resultan ser tan diversos como las acciones que se pueden formular en los procesos de conocimiento y reducción del riesgo frente a los múltiples escenarios de riesgo presentes en el territorio nacional; también como las acciones de preparación en los diferentes servicios de respuesta a emergencias, y las de recuperación. Algunos ejemplos de estas acciones se presentan en la Tabla 1.

De esta forma, un proyecto de inversión en gestión del riesgo de desastres puede estar conformado por una o varias acciones; incluso, hay casos en los que la complementariedad es ineludible como cuando el reasentamiento de algunas familias en alto riesgo es indispensable para dar espacio físico a obras de mitigación cuyo fin es reducir el riesgo de otra parte de los habitantes.

Es indispensable tener una definición clara de las acciones que conforman el proyecto, y así poder valorar con precisión las variables para el ACB.

Tabla 1.
Ejemplos de acciones de gestión del riesgo de desastres

| ACCIONES PARA EL CONOCIMIENTO DEL RIESGO | ACCIONES DE REDUCCIÓN DEL RIESGO | ACCIONES DE PREPARACIÓN PARA LA RESPUESTA A EMERGENCIAS |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Zonificación de la amenaza como parte de los estudios básicos para ordenamiento territorial. • Monitoreo de fenómenos amenazantes. • Estudios detallados de riesgo con diseño de medidas para la intervención. • Instrumentación sísmica de edificaciones. | <ul style="list-style-type: none"> • Reglamentación del uso del suelo. • Construcción de obras de estabilización de laderas, control torrencial y de adecuación de cauces. • Reforestación de microcuencas. • Reasentamiento de familias y reubicación de servicios sociales en alto riesgo no mitigable. • Fortalecimiento comunitario. • Reforzamiento y/o reemplazo de edificaciones no sismo resistentes. | <ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de alerta. • Adecuación de albergues. • Centros de reserva y logística. • Equipamiento, capacitación y entrenamiento para optimizar los servicios de respuesta. • Fortalecimiento de la capacidad de ayuda comunitaria y empresarial. |

Fuente: elaboración propia a partir de UNGRD (2016).

3

PROCEDIMIENTO PARA ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO EN LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

- 3.1. Reconocimiento de las razones para el análisis
- 3.2. Revisión de las opciones de intervención
- 3.3. Valoración de los costos para cada opción de intervención
- 3.4. ¿Hay valoración monetaria de los beneficios?
- 3.5. Valoración monetaria de los beneficios para cada opción de intervención
- 3.6. Cálculo de los indicadores de decisión del análisis costo beneficio
- 3.7. Análisis alternativo de costo-efectividad
- 3.8. Análisis para la decisión
- 3.9. Ejemplo

3. PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO EN LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

20

El procedimiento general para el análisis costo-beneficio de acciones en gestión del riesgo de desastres se presenta en la Ilustración 5. Esta propuesta, captura aspectos relevantes a los objetivos de la presente guía provenientes de diversos métodos en especial los especificados por FEMA (2017), TRB (2010), IEG (2010, p. 3) y Benson, Twigg y Rossetto (2007, p. 102).

El procedimiento comprende ocho pasos que se desarrollan en los siguientes numerales con base en los fundamentos expuestos en los capítulos anteriores.

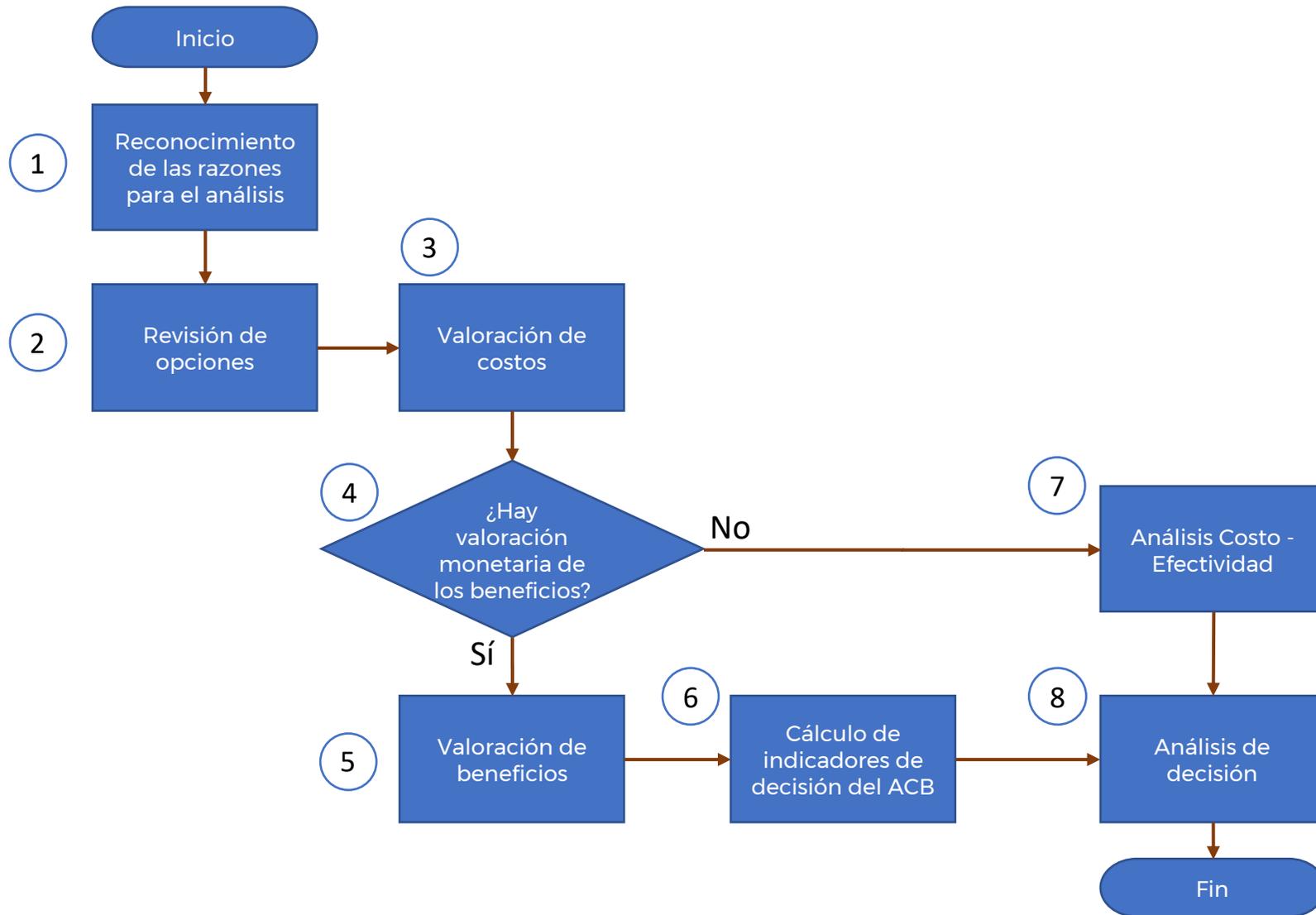
3.1. Reconocimiento de las razones para el análisis

Antes que nada, es conveniente llevar a cabo algunas revisiones básicas que pueden ayudar a evitar contratiempos a lo largo del procedimiento y por consiguiente apalancar el éxito del análisis costo-beneficio.

Esencialmente, los aspectos a considerar son:

- **Contexto del proyecto.** Se debe tener presente que el contexto territorial (región, cuenca, reserva ambiental, ciudad, barrio, comunidad, sitio, etc.) donde se aplican las medidas, puede no ser el mismo espacio donde se esperan los beneficios. Reconocer estos contextos facilitará identificar los elementos necesarios para el análisis de sensibilidad y de redistribución requeridos como parte del paso final de análisis de la decisión. Además que permite prever externalidades.
- **Análisis del riesgo.** Verificar que el proyecto se haya originado en un análisis cuantitativo del riesgo, de esto dependerá la calidad de la valoración monetaria de los beneficios.
- **Existencia de alternativas.** El ACB tiene su máximo aporte cuando se comparan alternativas. Sin embargo, ante una única opción, siempre se cuenta con la alternativa de no hacer nada; caso en el que, sin beneficios, hay daños, más costos de atención del desastre y recuperación.
- **Consideración de la vida humana.** Dado que el análisis del riesgo puede dar cifras de fallecidos como parte de los daños esperados, se debe prever que se pueden suscitar consideraciones éticas y morales frente a la valoración económica de las vidas salvadas como beneficio.

Ilustración 5.
Procedimiento para el análisis costo-beneficio en la
gestión del riesgo de desastres



3.2. Revisión de las opciones de intervención

El análisis costo-beneficio como parte de la evaluación ex ante de proyectos tiene su máxima utilidad cuando se trata de comparar proyectos alternativos, que bien podrían estar en cualquiera de sus fases de preinversión: prefactibilidad, factibilidad o diseño. En cualquier caso es indispensable que las alternativas estén definidas a tal punto que permitan identificar, medir y valorar monetariamente los costos y los beneficios de cada uno, de manera homogénea, a lo largo de la vida útil del proyecto.

La revisión de las opciones como paso necesario del procedimiento general involucra dos actividades:

1. Verificar que las opciones tengan el adecuado nivel de definición para continuar con el análisis.

Lo que implica:

- Confirmar que el nivel de estudio y desarrollo de la información en planos y especificaciones y por consiguiente los presupuestos, están acorde con la fase de preinversión en evaluación.
- Verificar que las alternativas a comparar se encuentren en la misma fase de preinversión. La no ecuanimidad en este aspecto puede favorecer al proyecto de mejor resolución.

- Establecer si existe una opción base sobre la cual comparar las demás opciones. En este caso, se puede dar una excepción al punto anterior, ya que la opción base suele estar en una fase adelantada como diseño y las alternativas en una fase anterior que como nuevas opciones retan a la original.
- Considerar que siempre existe la opción de no hacer nada, que equivale a la situación previa a la ejecución del proyecto.

- #### 2. Determinar el periodo de análisis (n).
- Es decir el número de años en los cuales se contemplan los beneficios y costos del proyecto para el análisis costo-beneficio. Normalmente, esta variable se iguala a la vida útil del proyecto, concepto que se refiere al periodo durante el cual el proyecto de inversión pública genera beneficios y que conlleva costos de operación y mantenimiento.

De esta manera queda definida la línea de tiempo de cada una de las opciones.

La acción o acciones de gestión del riesgo que componen los proyectos alternativos pueden tener diferente vida útil, lo que reta a considerar casos de reposición o reemplazo absoluto para hacerlos comparables.

3.3. Valoración de los costos para cada opción de intervención

Para cada una de las opciones de intervención se deben valorar de manera monetaria los costos del proyecto a lo largo de su vida útil, localizados en el año que corresponda en la línea de tiempo.

La conformación y descripción general de los costos de un proyecto de intervención es la siguiente:

- **Costo inicial:** incluye los diseños para construcción o implementación con sus respectivos estudios, la construcción de las obras, gestión ambiental de obras, adquisiciones, licencias, permisos, servicios públicos, compensaciones a población afectada económicamente, y en general todo lo que implique erogación monetaria en la fase de construcción o implementación.
- **Costos de operación:** todos los costos periódicos de servicios y gastos de personal necesarios para el normal funcionamiento de la opción de intervención considerada.
- **Costos de mantenimiento:** comprenden las intervenciones en componentes del proyecto orientadas a subsanar el desgaste y deterioro por el normal funcionamiento, la obsolescencia, el daño contin-

gente, entre otros aspectos que de manera periódica puedan afectar la funcionalidad del proyecto según su concepción original.

- **Costos de rehabilitación:** corresponden a nuevas inversiones destinadas a prolongar la vida útil de un proyecto que se acerca a su fin. Normalmente implicaría un nuevo análisis costo beneficio. En la gestión del riesgo de desastres se presenta cuando la necesidad continúa manifiesta. En este concepto de costo se incluye el de repotenciación, que consiste en la actualización o modernización de componentes clave del proyecto.
- **Costos de fin del proyecto:** son los costos en que se recurre por actividades de desmonte de componentes, abandono de locaciones, cierre de sedes, manejo de residuos, entre otras, al final de la vida útil del proyecto.

Se observa que los costos pueden ser estimados de manera práctica ya que los componentes y actividades a costear se derivan de los diseños del proyecto y terrenos para el emplazamiento, que suelen tener precios de mercado; salvo que sea un proyecto de innovación tecnológica sin antecedentes en sus materiales y/o técnicas de construcción.

3.4. ¿Hay valoración monetaria de los beneficios?

Como ya se mencionó, para el análisis costo-beneficio, los beneficios de la gestión del riesgo de desastres corresponden al valor monetario de los daños y las pérdidas evitadas. Una muestra de los tipos de daños directos que se suelen presentar como parte de los desastres son los siguientes:

- **Afectación directa a las personas:** muertos, heridos (trauma físico y quemados), desaparecidos, trauma psicológico.
- **Daños y destrucción de edificaciones:** colapso total o parcial de casas, edificios y bodegas. Daños estructurales técnica y/o económicamente irreparables, lo que conlleva a su posterior demolición. Daños en elementos no estructurales (muros, instalaciones hidráulicas y sanitarias, ascensores, entre otros) que inhabilitan las edificaciones para su uso.
- **Daños en infraestructura vial y sistemas de transporte:** colapso o avería de puentes vehiculares y peatonales, cierre de vías por movimientos en masa o colapsos aledaños.
- **Daños en sistemas de servicios públicos y saneamiento:** daños en redes de acueducto, alcantarillado, sistemas de conducción de agua

potable, sistemas de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica y redes de datos, poliductos y gasoductos, y sistemas de manejo de residuos sólidos.

- **Daños en ecosistemas:** desaparición de bosques, fauna y su hábitat por incendios, daños en fuentes hídricas y desaparición de playas.
- **Daños en otras funciones urbanas:** reducción de servicios bancarios, cierre de industrias y comercio.
- **Reducción de la capacidad básica de respuesta a emergencias, seguridad y de gobierno.**

Se observa que los beneficios (daños evitados, valorados por el análisis del riesgo) de las acciones de gestión del riesgo pueden ser principalmente del tipo:

- » Vidas salvadas.
- » Viviendas protegidas o que dejan de estar amenazadas.
- » Edificaciones y redes de servicios protegidas.
- » Infraestructura protegida.
- » Ecosistemas protegidos.

Con fines de valoración de los daños evitados, la muestra anterior permite apreciar dos grandes grupos según la existencia o no de precios de mercado para estos daños: el grupo de los tipos de daño que pueden ser monetizados aplicando precios de mercado, y el de tipos de daño para los que no se cuenta con precios de mercado, cuyas implicaciones se detallan a continuación (Ilustración 6).

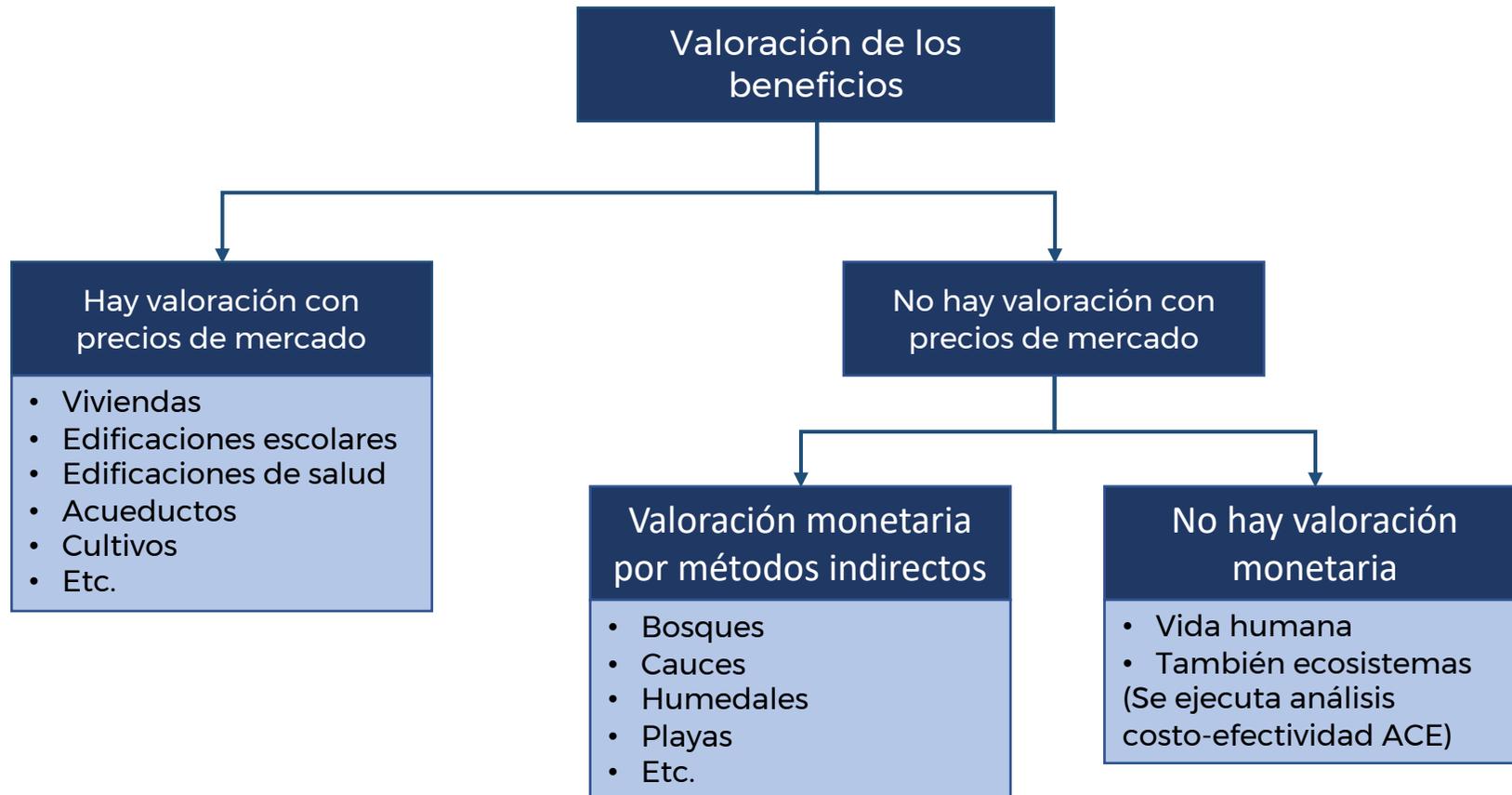
Es necesario resaltar que las acciones de gestión del riesgo no siempre reducen el riesgo a cero, es decir que la reducción de los daños esperados suele ser parcial; en consecuencia la monetización de beneficios sólo se deberá hacer sobre daños realmente evitados. Esto equivale a tomar el riesgo estimado inicial y restarle el riesgo remanente; o lo que es lo mismo, a los daños esperados inicialmente estimados restar los daños esperados asumiendo que se ha ejecutado la intervención.

1. Cuando los bienes correspondientes a los daños evitados pueden ser valorados con precios de mercado (p. ej. las edificaciones, infraestructura y algunos sistemas productivos) estos se convierten de manera directa en beneficios monetizados que pueden ser puestos al largo de la vida útil del proyecto, como se ampliará en el siguiente numeral 3.5 .

2. Para los daños evitados que no pueden ser evaluados monetariamente de acuerdo a precios de mercado (p. ej. la afectación a las personas o a los ecosistemas), como ocurre con la mayoría de proyectos de desarrollo social y ambiental, se puede

a) Valorar monetariamente los beneficios de manera indirecta. Esta es la opción típica de la valoración de los beneficios de los proyectos ambientales. En un contexto de desastres, los objetos de valoración indirecta vienen a ser principalmente ecosistemas extensivos sometidos a una expectativa de daño (p. ej. bosques frente a incendios forestales, playas frente a erosión costera). Para este caso, se acogen los métodos basados en gastos actuales o potenciales presentados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, principalmente el de “Gastos de prevención, restauración y reemplazo” que “Para su aplicación, se puede partir de los precios de mercado de los bienes y servicios necesarios para el desarrollo de las actividades de prevención, restauración y reemplazo que resulten óptimas como medidas de manejo de los impactos que afecten negativamente al ambiente” (Minambiente, 2018, p. 40).

Ilustración 6.
Situaciones de valoración de los beneficios



Para la valoración monetaria de beneficios por métodos indirectos también se recomienda el Manual de Valoración y Cuantificación de Beneficios del Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2006).

Como un caso especial, diferente a la mayoría que trata sobre proyectos de reducción del riesgo, están las inversiones en sistemas de monitoreo hidrometeorológico, que en la gestión del riesgo corresponde al proceso de conocimiento del riesgo, y son la base para los sistemas de alerta. Malik, et al (2014) estudia la estimación de los beneficios de las inversiones en sistemas hidrometeorológicos, dentro de los que incluye la mejora de los pronósticos de eventos hidrometeorológicos extremos como huracanes, tormentas, inundaciones y sequías, así como mejores pronósticos de las condiciones climáticas cotidianas.

Teniendo en cuenta la conexión entre redes hidrometeorológicas y sistemas de alerta, podría involucrarse las vidas salvadas por evacuación efectiva como un beneficio a ser tenido en cuenta en la evaluación del proyecto que conforma la red.

b) Hacer análisis costo-efectividad (ACE). Esta opción se acoge cuando definitivamente no hay valoración monetaria de los beneficios. Entonces, se utiliza como indicador de decisión la relación costo-efectividad (numeral 3.7). Suele ser el caso de las muertes humanas evitadas. Al respecto Mechler (2003, p. 46), refiriéndose al análisis costo-beneficio, expresa: “Aunque hay métodos, implica tomar decisiones éticas difíciles, particularmente con respecto al valor de la vida humana: el ACB seguramente no debería usarse para este fin”.

Dada la diversidad de daños que pueden resultar de un análisis del riesgo, la evaluación de proyectos podría encontrar tanto beneficios monetizados como beneficios definitivamente no monetizados; lo que implicaría aplicar análisis costo-beneficio (ACB) y análisis costo-efectividad (ACE) en una misma evaluación. Al respecto, el Grupo de Evaluación Independiente (IEG, siglas en inglés) del Banco Mundial menciona que: “la política actual del Banco establece que el análisis costo-beneficio debe hacerse para todos los proyectos en la evaluación. La única excepción es para los proyectos en los que los beneficios no se pueden medir en términos monetarios, en cuyo caso se debe realizar un análisis de costo-efectividad” (IEG, 2010, p. ix).

3.5. Valoración monetaria de los beneficios para cada opción de intervención

Igual que los costos, para cada una de las opciones de intervención, los beneficios monetizados deben ser ubicados a lo largo de la vida útil del proyecto; pero en este caso su localización en la línea de tiempo ya no es predecible como lo son las inversiones: nunca se podrá saber cuándo ocurrirán los daños esperados en caso de no ejecutar las acciones de intervención.

Como se mencionó, los beneficios se extraen del análisis del riesgo en forma de pérdidas esperadas, y para su localización en la línea de tiempo se presentan dos casos según el tipo de este análisis.

1. **Análisis determinista.** Este tipo de análisis del riesgo entrega uno o varios valores de pérdida independientes, para valores determinados de la amenaza y de la vulnerabilidad de los elementos expuestos; pérdidas no correlacionadas con el tiempo, de tal forma que no hay criterio alguno para ubicar los beneficios en la línea de tiempo del proyecto. En consecuencia, dado que el daño podría darse en el muy corto plazo, este beneficio se ubica en el primer año de operación del proyecto (Ilustración 7).
2. **Análisis probabilista.** Este tipo de análisis del riesgo es consecuente con el carácter aleatorio de la amenaza y la vulnerabilidad, así como con la mayor probabilidad de ocurrencia de las pérdidas

a) Pérdida Anual Esperada (PAE) “que es el valor anual esperado de la pérdida o el equivalente al pago anual que se necesitaría para compensar las pérdidas acumuladas en una ventana de tiempo larga”.

b) Pérdida Máxima Probable (PMP) “es el valor asociado a una pérdida que no ocurre muy frecuentemente y por lo tanto generalmente está relacionada con periodos de retorno largo”.

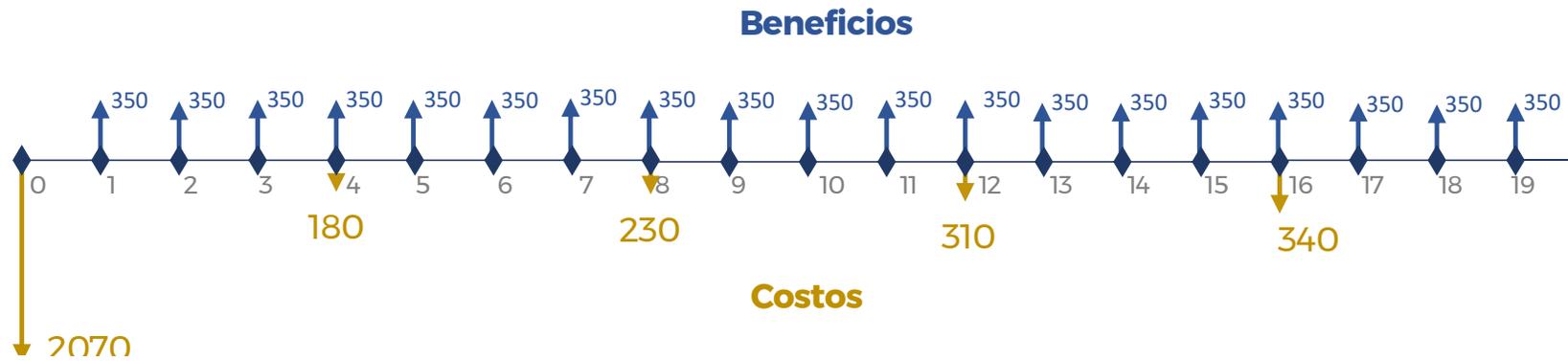
Como se trata de ubicar los datos de beneficios como pérdidas evitadas, en la línea de tiempo del proyecto, la PAE como una serie de cuotas fijas anuales (anualidad) resulta ser una opción práctica para el cálculo de los beneficios (Ilustración 8).

Ilustración 7.
Ejemplo de flujo de costos y beneficios
con base en un análisis del riesgo por método determinista



Fuente: elaboración propia.

Ilustración 8.
Ejemplo de flujo de beneficios como Pérdida Anual
Esperada (PAE)



Fuente: elaboración propia.

3.6. Cálculo de los indicadores de decisión

En este punto del procedimiento, ya se cuenta con los costos y beneficios ubicados sobre la línea de tiempo para cada una de las opciones de proyecto, y lo que sigue es trasladar estos valores al momento actual utilizando una tasa de descuento.

La tasa de descuento (d) a ser utilizada es la tasa de interés efectivo anual definida por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) como tasa social de descuento para la evaluación social de proyectos, especialmente aquellos que proveen bienes públicos cuyos resultados afectan a las generaciones futuras. “Se encuentra que la tasa social de descuento es de 9 %” (DNP, 2018, p. 1).

30

Los costos descontados y beneficios descontados al momento actual se calculan como se ilustró en el ejemplo del numeral 1.4 :

$$Cd_i = \frac{C_i}{(1+d)_i} \quad i = 0 \text{ hasta } n. \quad [5]$$

$$Bd_i = \frac{B_i}{(1+d)_i} \quad i = 0 \text{ hasta } n. \quad [6]$$

Seguidamente se hace la sumatoria para obtener los costos descontados acumulados y los beneficios

descontados acumulados en el momento actual utilizando las ecuaciones 7 y 8:

$$Cd \text{ acumulado} = \sum Cd_i \quad i = 0 \text{ hasta } n. \quad [7]$$

$$Bd \text{ acumulado} = \sum Bd_i \quad i = 0 \text{ hasta } n. \quad [8]$$

Con estos valores descontados y acumulados en el momento actual se podrán calcular los indicadores para la decisión, con las ecuaciones 1 y 2, o lo que es lo mismo con las ecuaciones 9 y 10.

Valor actual neto:

$$VAN = Bd \text{ acumulado} - Cd \text{ acumulado} \quad [9]$$

Relación beneficio costo:

$$RBC = \frac{Bd \text{ acumulado}}{Cd \text{ acumulado}} \quad [10]$$

Con los valores de VAN y RBC como indicadores básicos, se podrá confirmar si la opción es rentable y proceder a la comparación entre las diferentes opciones de intervención.

Si al momento se considera útil el uso de la tasa interna de retorno (TIR) y el periodo de recuperación de la inversión (N_r) podrán calcularse como se indicó en el numeral 1.4 .

3.7. Análisis alternativo de costo-efectividad

Como se discutió en el numeral 3.4, cuando definitivamente no hay valoración monetaria de los beneficios, se acoge el análisis costo-efectividad (ACE) para la comparación de los proyectos.

En general, los beneficios suelen ser expresados de dos maneras dependiendo del tema en particular:

- **Beneficios expresados en especie.** Unidades de objetos que se evita ser dañados. Por ejemplo: personas salvadas, hectáreas de bosque protegidas o kilómetros de playa estabilizados.
- **Beneficios expresados como mejoramiento de un indicador.** Unidades de indicadores propios o de interés en un sector o política determinada, que cambian de manera favorable (indicadores de efectividad). Por ejemplo: años de vida ajustados en función de la discapacidad (AVAD), coeficiente de escorrentía de una microcuenca (C_e) o número de incendios por año.

En cuanto a los costos, estos siguen siendo expresados en moneda. Dados los desembolsos a lo largo del tiempo, podrá requerirse especificar si los montos están expresados en valor corriente o valor constante (diferenciados por la inflación).

Con base en lo anterior, la comparación de un número dado de proyectos alternativos se hace con los indicadores de las ecuaciones 3 y 4 del numeral 1.3, según dos situaciones, siendo:

E_k : unidades de beneficios del proyecto k

C_k : costo de E_k en el proyecto k

1. **Cuando se desea un beneficio dado.** Se compara el costo por unidad de beneficio:

$$RCE_k = C_k / E_k \quad [3]$$

Por ejemplo: pesos por persona salvada.

2. **Cuando un presupuesto dado está disponible.** Se comparan los beneficios que se pueden lograr con ese presupuesto:

$$REC_k = E_k / C_k \quad [4]$$

Por ejemplo: hectáreas protegidas por millón de pesos.

La OECD (2006, p. 274) llama la atención en el sentido de que si bien se obtiene un ranking de proyectos elegibles, mientras se ajusten al presupuesto disponible, las relaciones no indican si valen o no la pena ser emprendidos.

3.8. Análisis para la decisión

Con los indicadores de decisión calculados, bien sea derivados del análisis costo-beneficio o del análisis costo-efectividad, se podrá construir ranking de elegibilidad; sin embargo, para la decisión final se recomienda tener en cuenta los siguientes aspectos:

- **Opciones económicamente viables.** De acuerdo con OECD (2006), cuando se refiere a las reglas de decisión, *“la condición necesaria para la adopción de un proyecto es que los beneficios descontados deberían superar los costos descontados”*. De la misma manera, según el IEG (2010), la política del Banco Mundial sobre el análisis costo-beneficio para guiar las decisiones para aprobar las operaciones de inversión es que la inversión maximice el valor actual neto (VAN) de una lista de alternativas y no invertir si el VAN es negativo. De esta manera, la regla de decisión y elegibilidad es: VAN positivo.

Cuando el indicador disponible es el derivado de un análisis costo-efectividad, dado que sólo se podrá tener un orden de elegibilidad y nunca una regla de habilitación económica, la regla de decisión será el valor más favorable en la relación costo efectividad, según sea RCE o REC.

- **Análisis de sensibilidad.** Cada una de las alternativas validadas deberá ser recalculada para diferentes valores de variables clave, con fines de detectar posibles cambios drásticos en su viabilidad económica. Como no se dispone de un método u orientaciones para seleccionar estas variables de manera inequívoca, cada opción de intervención debe ser cuidadosamente inspeccionada. En proyectos de gestión del riesgo pueden ser situaciones como el costo de equipos importados que se incrementa por efectos de la tasa de cambio, la no aceptación de las familias a ser reasentadas, o la dilación de plazos por dificultades en adquisición de predios o permisos.

Este análisis puede confirmar o denegar una opción ya preseleccionada.

- **Análisis de redistribución.** Las opciones elegibles deben ser objeto de revisión en términos de no generar o incrementar inequidades en la población. Proyectos que obstruyan la movilidad territorial o al acceso a servicios pueden llegar a afectar gravemente sobre todo a los pobres, las mujeres, los niños y personas en condición de discapacidad. Ya en esta fase de evaluación ex ante, se debe garantizar que el proyecto prevé la acción sin daño.

3.9. Ejemplo con proyecto de obras de mitigación y reasentamiento de familias en riesgo

En un contexto urbano los estudios básicos para actualización del POT identificaron una zona de amenaza alta por movimientos en masa y recomiendan intervención inmediata para 120 viviendas unifamiliares,

Valoración de costos (millones de pesos año 0):

| Ítem | Opción a) | Opción b) |
|---|-----------|-----------|
| Adquisición predial y mejoras | 20400 | 8500 |
| Gestión social, legal, catastral y administración | 2400 | 1000 |
| Adecuación física suelo de protección | 600 | 250 |
| Obras de estabilización en el año 0 | 0 | 4000 |
| Obras de estabilización en el año 20 | 0 | 4000 |
| Mantenimiento de obras y adecuación (c/. 4 años) | 100 | 250 |

más la conversión del sitio a suelo de protección. Los estudios detallados proponen dos opciones a implementarse antes de dos años: **a)** Reasentamiento total de 120 familias. **b)** Reasentamiento parcial 50 familias más obras de estabilización de laderas para proteger a 70 familias. La tasa de descuento exigida por la entidad financiadora es del 9,0 % efectivo anual.

Valoración de costos (millones de pesos año 0):

| Ítem | Valor |
|--|-------|
| Bienes destruidos (igual valor de la reposición) | 22800 |
| Adecuación suelo por emergencia | 500 |
| Apoyo para arriendos por evacuación (6 meses) | 720 |
| Mantenimiento de adecuación (c/. 4 años) | 100 |

$$\text{Beneficios en año 2 a precios año 0} = 22800 + 500 + 720 = 24020$$

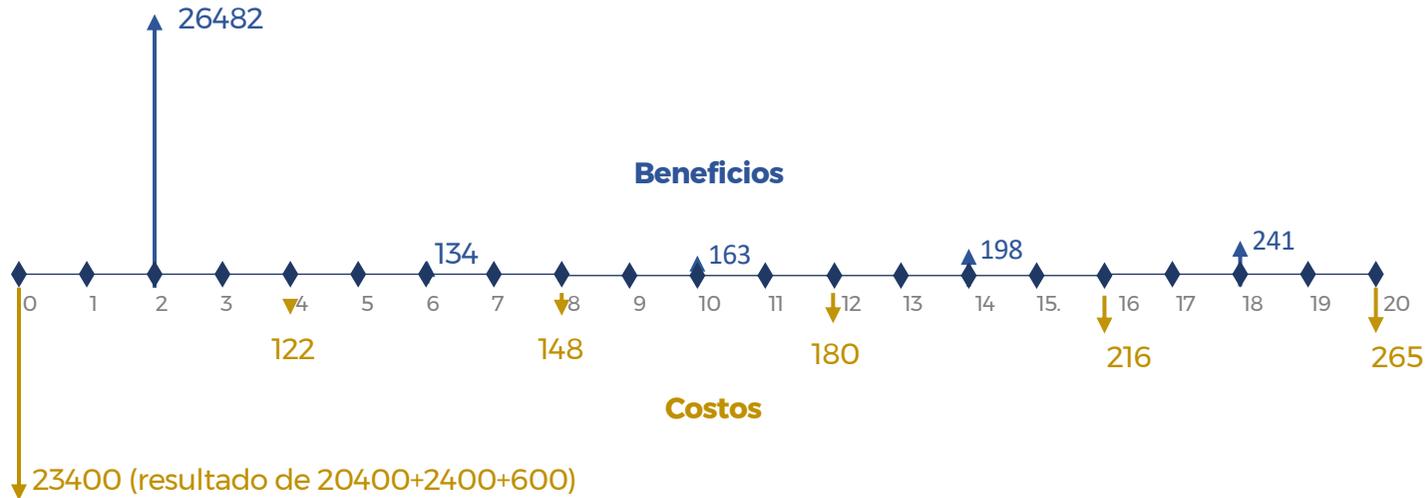
$$\text{Beneficios en año 2 a precios año 2} = 24020 (1 + 0,05)^2 = 26482$$

Notas:

- Todos los valores están expresados en millones de pesos del año cero (0). Los valores que se ejecutan en el futuro se indexaron con una tasa de inflación estimada en el 5,0% efectivo anual.

- Los beneficios corresponden a las pérdidas físicas evitadas más los gastos de atención y recuperación.
- Se adoptó un periodo de análisis de 20 años.

Análisis de la opción a)



34

| Año (i) | Suma** | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|-----------------------------------|--------|-------|---|-------|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|----|-----|-----|
| Costo (C_i) | | 23400 | | | | 122 | | | | 148 | | | | 180 | | | | 216 | | | | 265 |
| C_i descontado * | 23726 | 23400 | | | | 86 | | | | 74 | | | | 64 | | | | 55 | | | | 47 |
| Beneficio (B_i) | | | | 26482 | | | | 134 | | | | 163 | | | | 198 | | | | | 241 | |
| B_i descontado * | 22548 | | | 22289 | | | | 80 | | | | 69 | | | | 59 | | | | | 51 | |

(*) Descontados al punto 0 con una tasa d = 9% anual: C_i descontado = C_i / (1+d)ⁱ y, B_i descontado = B_i / (1+d)ⁱ (**) Suma para i = 0 hasta 20

Valor actual neto:

$$VAN = \sum (B_i \text{ descontado}) - \sum (C_i \text{ descontado})$$

$$VAN = 22548 - 23726 = -1178 < 0$$

Relación beneficio-costo:

$$RBC = \frac{\sum (B_i \text{ descontado})}{\sum (C_i \text{ descontado})}$$

$$RBC = 22548 / 23726 = 0,95 < 1,00$$

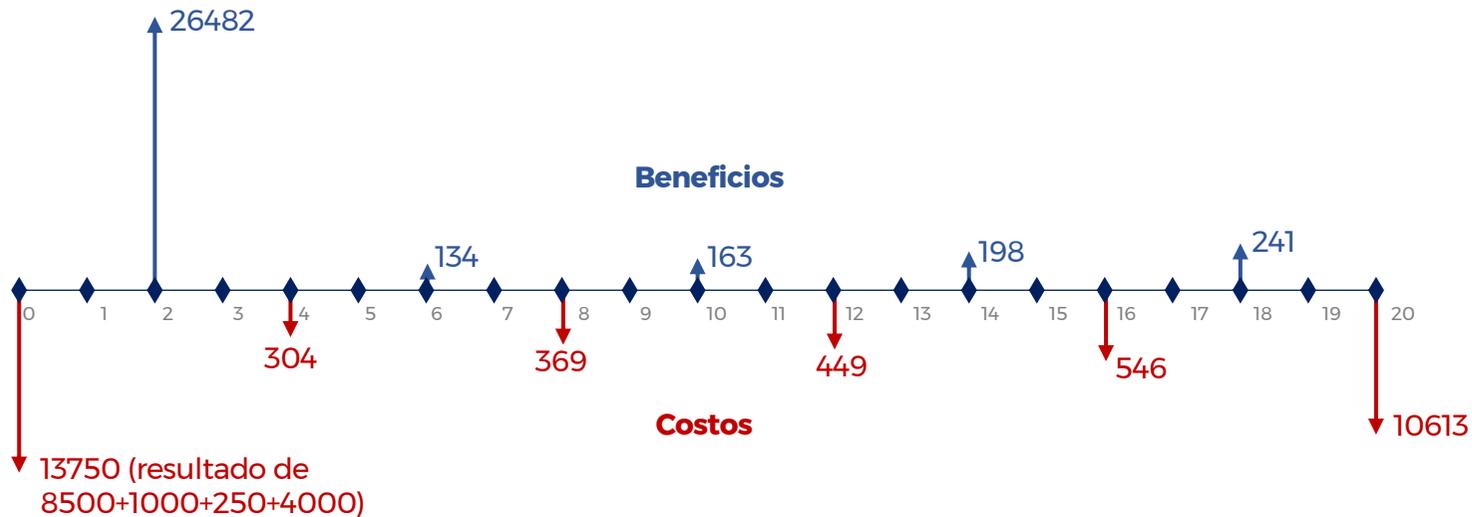
Tasa interna de retorno:

De manera iterativa, incrementado la tasa de descuento, se obtiene que con d = 6,4 % los beneficios descontados igualan a los costos.

$$TIR = 6,4 \% \text{ efectivo anual}$$

La opción a) no es un opción rentable.

Análisis de la opción b)



35

| Año (i) | Suma** | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|------------------------|--------|-------|---|-------|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|----|-----|-----|-----|----|-----|----|-----|----|-------|
| Costo (Ci) | | 13750 | | | | 304 | | | | 369 | | | | | 449 | | | 546 | | | | 10613 |
| Ci descontado * | 16341 | 13750 | | | | 215 | | | | 185 | | | | 160 | | | | 137 | | | | 1894 |
| Beneficio (Bi) | | | | 26482 | | | | 134 | | | | 163 | | | | 198 | | | | 241 | | |
| Bi descontado * | 22548 | | | 22289 | | | | 80 | | | | 69 | | | | 59 | | | | 51 | | |

(*) Descontados al punto 0 con una tasa $d = 9\%$ anual: $C_i \text{ descontado} = C_i / (1+d)^i$ y, $B_i \text{ descontado} = B_i / (1+d)^i$ (***) Suma para $i = 0$ hasta 20

Valor actual neto:

$$VAN = \sum (B_i \text{ descontado}) - \sum (C_i \text{ descontado})$$

$$VAN = 22548 - 16341 = 6207 > 0$$

Relación beneficio-costo:

$$RBC = \frac{\sum (B_i \text{ descontado})}{\sum (C_i \text{ descontado})}$$

$$RBC = 22548 / 16341 = 1,38 > 1,00$$

Tasa interna de retorno:

De manera iterativa, incrementado la tasa de descuento, se obtiene que con $d = 38,0\%$ los beneficios descontados igualan a los costos.

$$TIR = 38,0\% \text{ efectivo anual}$$

La opción b) es una opción rentable

4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El procedimiento presentado en el capítulo anterior permitirá llevar a cabo el análisis costo-beneficio a partir de datos organizados previamente definidos tanto por el análisis del riesgo como por el presupuesto de obra o implementación de las intervenciones.

No en todos los proyectos es recomendado hacer un análisis costo beneficio, sobre todo en virtud del costo del análisis mismo.

Los costos del proyecto estarán dados por los presupuestos de construcción-implementación y operación. Los beneficios del proyecto en valor monetario serán los daños y pérdidas se van a evitar con el proyecto; estos datos deben ser suministrados por el análisis del riesgo. En cada caso, la calidad de los datos es determinante en los resultados de la evaluación.

En el análisis costo-beneficio una acción de intervención vale la pena hacerse si su Valor Actual Neto es positivo. Sin embargo, más que permitir la determinación de la rentabilidad de un proyecto en específico, el análisis costo-beneficio tiene su máxima utilidad cuando se trata de comparar proyectos alternativos.

Se ha visto que los indicadores son sensibles a la tasa de descuento, por tanto este parámetro debe ser validado con la entidad, agencia o programa que esté a cargo de la financiación del proyecto.

Cuando definitivamente no hay valoración monetaria de los beneficios se puede acudir al análisis costo-

efectividad, teniendo presente que esté indicador no corresponde a una regla de habilitación económica de proyectos individuales, sino que sólo permite establecer un orden de elegibilidad.

Dada la diversidad de daños que pueden resultar de un análisis del riesgo, la evaluación de proyectos podría encontrar tanto beneficios monetizados como beneficios definitivamente no monetizados; lo que puede llegar a implicar hacer análisis costo-beneficio y análisis costo-efectividad en una misma evaluación.

El análisis costo-beneficio es una disciplina que como todas se nutre de las experiencias. Los casos acumulados de evaluación en un mismo tipo de acciones de gestión del riesgo permitirá mejorar la calidad de la información utilizada, identificar las variables de mayor sensibilidad y en general en optimizar la aplicación del procedimiento y los indicadores de decisión para el tipo de intervenciones dado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Benson, C., Twigg, J. y Rossetto, T. (2007). Herramientas para la integración de la reducción del riesgo de desastres: Notas de orientación para organizaciones de desarrollo. ProVention Consortium y Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja. Ginebra, Suiza.

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2006). Manual de valoración y cuantificación de beneficios. Grupo asesor de la gestión de programas y proyectos de Inversión pública. Recuperado de: <https://bit.ly/3yNMQy0>

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2018). Actualización de la tasa de rendimiento del capital en Colombia bajo la metodología de Harberger. ARCHIVOS DE ECONOMÍA. Documento 487 Dirección de Estudios Económicos 8 de agosto de 2018. Recuperado de: <https://bit.ly/3a0hYA2>

Federal Emergency Management Agency (FEMA). (2017). IS-276.A: Benefit-Cost Analysis Fundamentals. Recuperado de <https://bit.ly/3sMOM7T>

Independent Evaluation Group (IEG). (2010). Cost-Benefit Analysis in World Bank Projects. Washington, DC: World Bank. © World Bank. Recuperado de <https://bit.ly/3a0neni>

Malik, Arun S.; Amacher, Gregory S.; Russ, Jason; Esikuri, Enos E.; Ashida Tao, Keiko. (2014). Framework for Conducting Benefit-Cost Analyses of Investments in Hydro-Meteorological Systems. Latin America and Caribbean region Environment and Water Resources occasional paper series;. World Bank, Washington, DC. © World Bank. <https://bit.ly/3MwBLpj> License: CC BY 3.0 IGO.

Mechler, R. (2003). Natural Disaster Risk and Cost-Benefit Analysis. En Kreimer, A. Arnold, M. & Carlin, A. (eds.), Disaster Risk Management Series No. 3, Building Safer Cities: The Future of Disaster Risk (pp. 45-55). Washington, D.C.: The World Bank. Recuperado de <https://bit.ly/3lqFfh3>.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente). (2018). “Guía de aplicación de la valoración económica ambiental”. Adoptada mediante Resolución 1084 de 2018. Recuperado de https://archivo.minambiente.gov.co/images/NegociosVerdesysostenible/pdf/valoracion_economica_ambiental/Gu%C3%ADa_de_aplicaci%C3%B3n_de_la_VEA_Comprimida.pdf.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MinAmbiente, Departamento Nacional de Planeación - DNP, Ministerio de Hacienda y Crédito Público - MinHacienda y Unidad Nacional para la

Gestión del Riesgo de Desastres - UNGRD. (2019a). Incorporando la gestión del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático en proyectos de inversión pública. Caja de herramientas. 1 Orientaciones para formular proyectos. Proyecto "Inversión pública y adaptación al cambio climático en América Latina IPACC II". Bogotá D.C. Recuperado de <https://bit.ly/38ErEjt>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MinAmbiente, Departamento Nacional de Planeación - DNP, Ministerio de Hacienda y Crédito Público - MinHacienda y Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres - UNGRD. (2019b). Incorporando la gestión del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático en proyectos de inversión pública. Caja de herramientas. 2 Metodología para evaluar los riesgos. Proyecto "Inversión pública y adaptación al cambio climático en América Latina IPACC II". Bogotá D.C. Recuperado de <https://bit.ly/3MurZUD>

Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). (2006). Cost-Benefit Analysis and the Environment: Recent Developments. OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264010055-en>.

Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). (2014). Recommendation of the council on the governance of critical risks, adopted on 6 May 2014. Meeting of the OECD Council at Ministerial Level, Paris, 6-7 May 2014.

Transportation Economics Committee of the Transportation Research Board (TRB). (2010). Transportation Benefit-Cost Analysis. Recuperado el 23 de abril de 2020 de <http://bca.transportationeconomics.org>.

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. (2016). Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - Una estrategia de desarrollo 2015 - 2025. Bogotá.

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), Ingeniar: Risk Intelligence (2018). "Atlas de Riesgo de Colombia: revelando los desastres latentes". Bogotá, Colombia.

LA PREVENCIÓN ES DE **TODOS**



@UNGRD



@GestionUNGRD



ungrd_oficial



UNGRD Gestión del
Riesgo de Desastres



UNGRD

Unidad Nacional para la Gestión
del Riesgo de Desastres

Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres
Av. Calle 26 No. 92-32, Edificio Gold 4 - piso 2
Línea gratuita de atención: 01 8000 11 32 00
PBX: (57 1) 5529696
Bogotá D.C. - Colombia
www.gestiondelriesgo.gov.co