

**Publicación especial 1190GB-13 de
NIST**

**Informe de Referencia 13:
Brechas de resiliencia – Identificación y
priorización del cierre de las brechas de
resiliencia**

Esta publicación está disponible de forma gratuita
en el siguiente sitio web:
<https://doi.org/10.6028/NIST.SP.1190GB-13>

Publicación especial 1190GB-13 de NIST

Informe de Referencia 13 Brechas de resiliencia – Identificación y priorización del cierre de las brechas de resiliencia

Esta publicación está disponible de forma gratuita en el siguiente sitio web:
<https://doi.org/10.6028/NIST.SP.1190GB-13>

Noviembre de 2017



Departamento de Comercio de los Estados Unidos
Wilbur Ross, secretario

Instituto Nacional de Estándares y Tecnología
Walter G. Copan, director del NIST y subsecretario de comercio de Estándares y Tecnología

Es posible que se nombren ciertas entidades comerciales, equipos o materiales en el presente documento para describir un procedimiento o un concepto experimental de manera adecuada. El propósito de tal identificación no es sugerir la recomendación o el respaldo por parte del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología, ni tampoco indicar que las entidades, los materiales o los equipos son necesariamente la mejor opción disponible para lograr el objetivo.

Publicación especial 1190GB-13 a nivel nacional del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología
Publicación especial del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología 1190GB-13, 18 páginas
(noviembre de 2017)
CODEN: NSPUE2

Esta publicación está disponible de forma gratuita en el siguiente sitio
web: <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.1190GB-13>

Informe de Referencia 13: Brechas de resiliencia – Identificación y priorización del cierre de las brechas de resiliencia

Sección(es) correspondiente(s) de la Guía:

Volumen 1, Sección 5.3, Priorizar las soluciones posibles y desarrollar una estrategia de implementación, p. 51

1. Objetivo y alcance



El propósito de este Informe de Referencia es ayudar a los equipos de planificación colaborativos con el Paso 4, Desarrollo del Plan, mediante el apoyo a las comunidades al momento de identificar las brechas de resiliencia por medio de las tablas de objetivos de desempeño. Estos objetivos de desempeño se enfocan en la función del sistema en lugar del desempeño individual de los componentes. El documento incluye distintos enfoques para priorizar las acciones que abordan estas brechas o las medidas de mitigación para cerrar las brechas. Ambos son aspectos esenciales para desarrollar un plan general de resiliencia.

El usuario previsto de este Informe de Referencia es un analista o miembro de un equipo de planificación de resiliencia que contribuye a establecer prioridades para la comunidad en general o para un grupo de edificios o un sistema de infraestructura específicos.

La Sección 2 muestra un ejemplo sobre cómo utilizar las tablas de objetivos de desempeño para identificar las brechas de resiliencia. La tabla de objetivos de desempeño de los edificios y de los sistemas de infraestructura se pueden utilizar de la misma manera. La Sección 3 aborda las consideraciones para evaluar distintas alternativas a fin de cerrar las brechas de resiliencia. La Sección 4 aborda tres métodos que pueden aplicar las comunidades para priorizar las brechas de resiliencia.

2. Introducción

El primer paso para desarrollar un plan de resiliencia comunitaria consiste en identificar las brechas existentes entre el desempeño previsto y el desempeño deseado de los grupos de edificios y los sistemas de infraestructura de apoyo. Luego de este paso siguen los enfoques de priorización de la mitigación y la recuperación para abordar estas brechas.

Después de priorizar las brechas de resiliencia según su importancia, es posible que se necesite ajustar la lista de prioridades conforme a criterios adicionales. Por ejemplo, si una medida de mitigación es muy costosa, es posible que la brecha pase a ocupar un lugar más bajo en la lista de prioridades. Además, es posible que la viabilidad y practicidad de las soluciones afecten la priorización.

A pesar de que no hay una única forma correcta de abordar esta tarea, el Informe de Referencia analiza distintos enfoques posibles, teniendo en cuentas conceptos como los siguientes:

1. Factores económicos, sociales y medioambientales.

2. El momento en que la mejora afectaría el proceso de restauración y recuperación.
3. De qué manera los activos actuales pueden influenciar las decisiones.
4. La importancia general de la infraestructura para satisfacer las necesidades críticas de la comunidad (especialmente en las circunstancias posteriores al evento).

El ejemplo de Riverbend del Capítulo 9 de la Guía explica varios proyectos de cierre de brechas que se aplican en el ejemplo. Es posible completar todos los proyectos propuestos, pero la priorización siempre es un aspecto importante de la planificación de resiliencia comunitaria. La Guía de Decisiones Económicas para Edificios y Sistemas de Infraestructura (EDG, por sus siglas en inglés) del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) [Gilbert et al. 2015] investiga dos enfoques contrapuestos de mitigación del puente de Riverbend desde una perspectiva económica.

3. Identificar brechas de resiliencia

Esta sección ofrece un ejemplo para identificar una brecha de resiliencia (desempeño deseado versus previsto) al inspeccionar la tabla de objetivos de desempeño completados y comparar los objetivos deseados con el desempeño previsto con respecto a un sistema de infraestructura: el sistema de aguas residuales.

La Tabla 1 muestra un ejemplo de la infraestructura de las aguas residuales. En la tabla, los objetivos de desempeño deseados tienen un código de color para la recuperación del 30% (naranja), 60% (amarillo) y 90% (verde). El desempeño previsto se puede calcular para el 30%, 60% y 90%, o para otros niveles que precise el usuario. En este ejemplo, el desempeño previsto para la restauración del 90% está indicado con una X (azul) en la tabla. Cada objetivo de desempeño deseado y el desempeño previsto para el sistema de aguas residuales se indican a continuación del desempeño de peligros de diseño en función de días, semanas o meses.

En este ejemplo se muestran los subsistemas de infraestructura (tratamiento, líneas principales, etc.) y las funciones (recolección de la red principal, igualación del flujo, etc.) de las aguas residuales. El objetivo de desempeño de las instalaciones críticas y los refugios de emergencia tiene el tiempo de recuperación más corto, ya que su objetivo de restauración es del 30% en 1 a 3 días, del 60% en 1 a 4 semanas, y del 90% en 4 a 8 semanas. El desempeño previsto para la restauración del 90% (es decir, la estimación sobre cuándo se logrará la restauración del 90%) es 4 a 24 meses. La brecha es la diferencia entre el objetivo del 90% (4 a 8 semanas) y el desempeño previsto para la restauración del 90% (4 a 24 meses) [ver la Brecha A de la Tabla 1]. Si se convierte el objetivo del 90% a meses, el resultado es 1 a 2 meses (4 a 8 semanas). Por lo tanto, la brecha es de 3 a 22 meses (4 a 24 meses menos 1 a 2 meses).

El analista también podría evaluar la brecha entre los objetivos más bajos del porcentaje de recuperación (p. ej. el desempeño deseado del 30% y el desempeño alcanzado del 30%). Estos objetivos más bajos del porcentaje de recuperación podrían representar una recuperación importante de la función de las instalaciones críticas.

Tabla 1. Objetivos de desempeño de la infraestructura de las aguas residuales para terremotos en nivel de peligro de diseño

GAP A

Disturbance ¹		Restoration Levels ^{2,3}	
Hazard Type	Earthquake	30%	Function Restored
Hazard Level	Design	60%	Function Restored
Affected Area	Community	90%	Function Restored
Disruption Level	Moderate	X	Anticipated Performance

Wastewater Infrastructure	Support Needed ⁴	Design Hazard Performance								
		Phase 1 Short-Term			Phase 2 Intermediate			Phase 3 Long-Term		
		Days			Weeks			Months		
		0	1	1-3	1-4	4-8	8-12	4	4-24	24+
Treatment Plants										
Treatment plants operating with primary treatment and disinfection	R, S			60%	90%				X	
Treatment plants operating to meet regulatory requirements	R, S				30%			60%	90%	X
Trunk Lines										
Backbone collection facilities (major trunkline, lift stations, siphons, relief mains, aerial crossings)	R, S			30%		60%	90%			X
Flow equalization basins	R, S			30%		60%	90%			X
Control Systems										
SCADA and other control systems	R, S				30%		60%	90%		X
Collection Lines										
Critical Facilities										
Hospitals, EOC, Police Station, Fire Stations	R, S			30%	90%	←				X
Emergency Housing										
Emergency Shelters	R, S			30%	90%	←				X
Housing/Neighborhoods										
Wastewater collection to trunk lines	R, S				30%	60%	90%		X	
Community Recovery Infrastructure										
All other clusters	R, S				30%		60%		90%	X

Footnotes:

- Specify hazard type being considered
Specify hazard level – Routine, Design, Extreme
Specify the anticipated size of the area affected – Local, Community, Regional
Specify anticipated severity of disruption – Minor, Moderate, Severe
- 30% 60% 90% Desired restoration times for percentage of elements within the cluster
- X Anticipated performance for 90% restoration of cluster for existing buildings and infrastructure systems
Cluster recovery times will be shown on the Summary Matrix
- Indicate levels of support anticipated by plan
R = Regional; S = State; MS = Multi-State; C = Civil (Corporate/Local)

El siguiente paso que debe realizar el analista es resumir los objetivos de desempeño de las aguas residuales de la tabla de resumen de resiliencia de los grupos de edificios y los sistemas de infraestructura. La Tabla 2 (Tabla 9-17 del Volumen 1) resume las brechas de desempeño de cuatro categorías de resiliencia comunitaria: instalaciones críticas, viviendas de emergencia, viviendas/vecindarios y recuperación de la comunidad. Trasladar las Brechas A y B, las brechas de las instalaciones críticas y las viviendas de emergencia, de la Tabla 1 a la Tabla 2.

La Tabla 2 resume el impacto de la infraestructura física en los grupos de edificios que respaldan las funciones sociales (es decir, las instalaciones críticas, viviendas de emergencia, viviendas/vecindarios y recuperación de la comunidad). La Tabla 2 les permite a los miembros de la comunidad consultar cuál sería el desempeño previsto de los grupos de edificios y los sistemas de infraestructura y cuáles funciones sociales se verían afectadas por las expectativas de desempeño. Un ejemplo de una brecha significativa de la Tabla 2 es el desempeño previsto deficiente de las instalaciones críticas (Brecha C). Se pueden proponer estrategias alternativas que pueden incluir la mitigación, o planes para utilizar edificios temporarios incorporados inmediatamente después del evento peligroso. Las Brechas A y B, identificadas para las aguas residuales de la Tabla 1, también se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Tabla de resumen de la resiliencia de los objetivos de desempeño para terremotos en nivel de peligro de diseño

GAP A

Disturbance ¹		Restoration Levels ^{2,3}	
Hazard Type	Earthquake	30%	Function Restored
Hazard Level	Design	60%	Function Restored
Affected Area	Community	90%	Function Restored
Disruption Level	Moderate	X	Anticipated Performance

Summary Resilience Table	Design Hazard Performance								
	Phase 1 Short-Term			Phase 2 Intermediate			Phase 3 Long-Term		
	Days			Weeks			Months		
	0	1	1-3	1-4	4-8	8-12	4	4-24	24+
Critical Facilities									
Buildings	90%							X	
Transportation	90%	X							
Energy	90%	X							
Water			90%		X				
Wastewater				90%				X	
Communication	90%			X					
Emergency Housing									
Buildings				90%					X
Transportation			90%	X					
Energy			90%	X					
Water			90%		X				
Wastewater				90%				X	
Communication				90%	X				
Housing/Neighborhoods									
Buildings						90%			X
Transportation			90%	X					
Energy			90%	X					
Water				90%				X	
Wastewater						90%		X	
Communication				90%			X		
Community Recovery									
Buildings								90%	X
Transportation				90%	X				
Energy			90%	X					
Water				90%				X	
Wastewater								90%	X
Communication				90%			X		

Footnotes:

- Specify hazard type being considered
Specify hazard level – Routine, Design, Extreme
Specify the anticipated size of the area affected – Local, Community, Regional
Specify anticipated severity of disruption – Minor, Moderate, Severe
- 30% 60% 90% Desired restoration times for percentage of elements within the cluster
- X Anticipated performance for 90% restoration of cluster for existing buildings and infrastructure systems
Cluster recovery times will be shown on the Summary Matrix

4. Consideraciones para priorizar el cierre de la brecha

4.1. Introducción

Después de identificar las brechas de resiliencia de los grupos de edificios y los sistemas de infraestructura de apoyo, se debe considerar cómo priorizar las labores para cerrar estas brechas. Una opción viable podría ser comenzar con los tiempos de respuesta deseados de los distintos objetivos de desempeño, donde los objetivos de desempeño más importantes tienen el tiempo de respuesta deseado más corto. Las categorías del período de respuesta son: respuesta de emergencia, restauración temporaria/estabilización de la comunidad y etapas de restauración a largo plazo.

Al mejorar la resiliencia, resulta esencial tener en cuenta el tiempo que lleva restaurar las funciones críticas para que las personas puedan vivir y trabajar en una comunidad. Las comunidades pueden desarrollar una matriz de decisiones multidimensional que aborde una amplia variedad de consideraciones sociales, económicas, físicas y medioambientales, posiblemente ponderando los distintos parámetros que se tuvieron en cuenta. Algunos ejemplos de dichas consideraciones incluyen los siguientes:

- Las interdependencias de los distintos grupos de edificios y sistemas de infraestructura
- Los peligros e incertidumbres
- El costo
- La equidad
- La viabilidad política
- El impacto medioambiental
- El tiempo en términos de respuesta, recuperación temporaria o recuperación a largo plazo
- Activos disponibles
- Otras observaciones: las brechas más grandes, las oportunidades más asequibles

Algunas de estas consideraciones se pueden combinar, y la mayoría se superpone en cierta medida. La dimensión triple (ver Sección 3.5) incluye consideraciones económicas, sociales y medioambientales. Puede que algunas evaluaciones sean mucho más exhaustivas. Por ejemplo, los análisis de costos y beneficios pueden tener muchos elementos que cuantifican los beneficios en cuanto a las pérdidas que se evitaron, y los costos de los proyectos de mitigación.

No hay un enfoque correcto de la priorización, y es probable que los resultados difieran según la comunidad, incluso si cuentan con las mismas brechas. Las comunidades utilizan los resultados de la matriz de decisiones completa para ayudar a distribuir los recursos a fin de impulsar el cierre de las brechas.

4.2. Dependencias

El componente principal que se necesita para brindar cada servicio (p. ej. cuidado de la salud) probablemente requiera infraestructura de apoyo (p. ej. un hospital) sin la cual su valor podría ser limitado. Por ejemplo, un edificio hospitalario en perfectas condiciones tiene un valor limitado si la infraestructura de energía está fuera de servicio. Es necesario tener en cuenta esta dependencia durante la priorización.

Debe haber coherencia entre el desempeño deseado del componente principal y los sistemas de infraestructura de los que depende. Es decir, el (los) sistema(s) de infraestructura deberían ser funcionales al mismo tiempo que el desempeño deseado del componente principal en sí. Asimismo, se debe considerar cómo se pueden brindar la función principal y las funciones de apoyo. Por ejemplo, un hospital debería poder operar como una unidad autosuficiente con un generador de reserva y agua almacenada durante alrededor de 72 horas (3 días) hasta que se restaure el sistema del suministro eléctrico y del agua potable.

4.3. Los peligros e incertidumbres

Dado que el acontecimiento de eventos peligrosos varía geográficamente, cada comunidad debe identificar la probabilidad de que ocurra cada uno de los peligros por separado. Se puede obtener información sobre los peligros comunes como terremotos, inundaciones y vientos del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés), la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA, por sus siglas en inglés) y la Norma 7 de la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Civiles (ASCE 7, por sus siglas en inglés), cuyas referencias se incluyen en la Guía. En la Guía, los peligros están agrupados como eventos de *rutina, de diseño o extremos*. Los científicos de la comunidad recurren a su mejor juicio para estimar la probabilidad de que ocurra cada tipo de peligro. A partir de estas probabilidades estimadas, la comunidad puede realizar un análisis económico.

Los resultados de un análisis costo-beneficio, abordados en la Sección 3.4, son sumamente sensibles a estas probabilidades. Los beneficios, en cuanto a las pérdidas evitadas, se convierten en pérdidas anualizadas. Las pérdidas de un escenario de inundaciones de 500 años se dividen por 500; en el caso de inundaciones de 100 años, se dividen por 100. Los manuales técnicos Hazus, que proporcionan información detallada y la anualización de las pérdidas por eventos peligrosos a lo largo de un rango de intervalos de recurrencia, están disponibles en el sitio web de FEMA <https://www.fema.gov/media-library/assets/documents/24609>. No obstante, las estimaciones pueden ser muy inciertas cuando los datos son limitados o poco claros. Por ejemplo, en los últimos años, ocurrieron múltiples inundaciones de 100 años en un solo año.

Se puede acceder a enfoques estadísticos para ayudar a abordar estas incertidumbres, como se mencionó en el Apéndice C de la Guía de Decisiones Económicas de NIST.

4.4. Economía

Los planificadores de la comunidad pueden recurrir a un análisis económico, denominado *análisis costo-beneficio* (BCA, por sus siglas en inglés), para determinar si un proyecto tiene sentido desde el punto de vista económico o para comparar múltiples proyectos. Específicamente, las comunidades deben determinar si invertir dinero en un proyecto finalmente tendrá una rentabilidad positiva al evitar las pérdidas. En un BCA, los beneficios se evalúan en cuanto a los beneficios y las pérdidas colaterales que se evitan; los costos se evalúan en términos del costo del edificio, el funcionamiento, el mantenimiento y el retiro del proyecto de infraestructura.

Los beneficios, los beneficios colaterales y las pérdidas pueden incluir lo siguiente:

- Los beneficios en cuanto a la funcionalidad mejorada de un proyecto de infraestructura que no están relacionados de manera directa con el desempeño de su peligro.
- El daño directo y los costos de reparación relacionados de una instalación.
- Las pérdidas indirectas, como la perturbación de las vidas de los residentes y las operaciones comerciales.
- El impacto medioambiental (p. ej. la contaminación que genera un evento peligroso).

Un ejemplo de una pérdida indirecta es la pérdida de vidas. El Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (USACE, por sus siglas en inglés) incluyeron un valor en la pérdida de vidas como parte de las pérdidas evitadas si, por ejemplo, se construye un proyecto de protección ante inundaciones. Otra pérdida indirecta puede ser el impacto del tiempo de inactividad que sufren los empleadores que tienen que cerrar si los distintos sistemas de infraestructura no funcionan.

Los costos de las categorías identificadas en la lista con viñetas anterior se deben cuantificar para ofrecer una evaluación económica completa. Los costos pueden incluir el costo de planificación, diseño y construcción de una instalación diseñada para el control de inundaciones. Para el mismo proyecto, el costo también podría incluir el impacto que puede sufrir una comunidad, como aquellos relacionados con los vecindarios que son desplazados.

Los resultados de un BCA se presentan en términos del valor actual. Todo se convierte a los valores corrientes al aplicar descuentos al momento en que el proyecto se lleva a cabo. El período de retorno del evento peligroso es uno de los factores más significativos del análisis para calcular el valor actual de las pérdidas evitadas. Hay que tomar en cuenta la probabilidad de ocurrencia o el intervalo de recurrencia de un evento. Luego, se deben dividir las pérdidas evitadas por el intervalo de

recurrencia, en años, para obtener el valor actual. El valor actual del proyecto propuesto de resiliencia cuando se analiza con los eventos peligrosos que ocurren regularmente (por ejemplo, cada diez años), puede ser alto en comparación con los eventos que ocurren solo cada 100 o 500 años. Por supuesto, los eventos que son menos recurrentes tienen una mayor probabilidad de ocasionar daños, por lo que el análisis se debe realizar sobre un rango de períodos de retorno que correspondan a los eventos peligrosos de rutina, diseño y extremos, y sobre la no ocurrencia de un evento peligroso.

Si bien un BCA resulta práctico, en muchos casos es posible que los proyectos de resiliencia no tengan fundamentos económicos, es decir, los beneficios son menores que el costo. Puede que requiera que una política comunitaria imponga requisitos de construcción. Por ejemplo, los códigos de edificación contienen muchas disposiciones que pueden no generar beneficios en un BCA (o no se sometieron a una evaluación de BCA). Otro ejemplo sería un requisito de actualización ante terremotos de un edificio de la ciudad en los casos en que el costo de una actualización general del edificio exceda el 50% de su valor. En tal caso, es posible que la ciudad haya adoptado una política para reducir en general la pérdida de vidas o las lesiones tras un terremoto sin haber realizado un BCA.

NIST, la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA) y el USACE cuentan con metodologías de análisis costo-beneficio.

La Guía de Decisiones Económicas (EDG) de NIST. La Guía de Decisiones Económicas (EDG) de NIST establece los pasos que hay que seguir para desarrollar un BCA de las alternativas de planificación de resiliencia. El Apéndice A de la EDG analiza un ejemplo que compara dos soluciones para la rehabilitación/el reemplazo de un puente de Riverbend. Una solución mejora el puente existente, mientras que la otra construye un puente nuevo cerca. El ejemplo explica los costos de la mejora del puente y del puente nuevo. Se evalúa el costo de reemplazo del puente existente, incluidos los costos indirectos relacionados con las demoras del tráfico. También se trata la incertidumbre del evento peligroso. El ejemplo recomienda la solución del puente nuevo debido a que tiene un mayor valor actual. La evaluación no tiene en cuenta de manera explícita un examen exhaustivo sobre las consideraciones sociales o medioambientales.

Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA). La FEMA desarrolló una metodología detallada de análisis económico como respaldo para su Programa de Mitigación de Riesgos (<https://www.fema.gov/benefit-cost-analysis>). Se trata de una metodología muy estructurada que cuenta con datos sobre los peligros más comunes. Dado que los usuarios deben conocer la metodología para poder utilizarla, la FEMA ofrece clases de capacitación en todo el país y brinda documentación exhaustiva para respaldar el proceso.

Los solicitantes de las subvenciones deben preparar un BCA detallado para respaldar sus proyectos. El paquete incluye un conjunto de herramientas para ayudar al usuario, con una guía paso a paso sobre cómo completar cada celda de una hoja de cálculo. El solicitante de la subvención puede utilizar la metodología estructurada o un enfoque alternativo que sea más adecuado a un proyecto en particular. La FEMA utiliza los resultados de estos BCA para clasificar las solicitudes de la subvención para obtener financiación.

La metodología es sencilla y fácil de usar para los profesionales con conocimientos de ingeniería. Además, su uso está muy difundido debido a que de tener éxito, la comunidad obtiene una subvención de la Planificación de Mitigación de Peligros (HMP) de la FEMA. Sin embargo, la metodología de la FEMA no permite la incorporación de problemas sociales o medioambientales en el modelo, a menos que se cuantifiquen económicamente.

USACE. El USACE utiliza BCA desde hace décadas, especialmente para sus proyectos grandes de diques y canales. Establecieron valores estandarizados para muchos parámetros, incluido el valor de una vida. Su metodología sigue la versión clásica de un BCA, pero permite una gran flexibilidad en cuanto a su implementación (<https://planning.erdc.dren.mil/toolbox/index.cfm>). Si bien la metodología del USACE a menudo tiene en cuenta los efectos sociales y medioambientales, se tienen que cuantificar económicamente.

4.5. Dimensión triple

En algunos casos, las comunidades determinan que el uso exclusivo de fundamentos económicos resulta muy limitado. La metodología de dimensión triple se desarrolló en las últimas décadas para la justificación de proyectos al combinar consideraciones económicas y no económicas:

- **Economía:** aborda el impacto económico en cuanto a indicadores como los beneficios y costos, la tasa interna de retorno, la relación de ahorro e inversión y el rendimiento de la inversión.
- **Impacto social:** aborda el impacto social, las necesidades sociales y los plazos de recuperación, en términos cuantitativos.
- **Medioambiente:** aborda el impacto medioambiental con respecto a indicadores subjetivos, como la sostenibilidad, el impacto reducido en el entorno natural, la flora y fauna, la adaptación a la comunidad, etc.

En estos casos, los criterios no económicos se cuantifican en términos no económicos que posteriormente se combinan con los resultados de la evaluación económica para tomar una decisión.

4.6. Tiempo

Se considera el tiempo en términos de respuesta, recuperación temporaria o recuperación a largo plazo. Por ejemplo, es posible que sea apropiado recurrir a una solución temporal de bajo costo en el corto plazo. A más largo plazo, el reemplazo de los componentes de los edificios o los sistemas de infraestructura se podría integrar con otros factores que impulsan el proyecto, como la capacidad, la funcionalidad reducida, etc.

Otro aspecto del tiempo es que cuánto más se demore en proveer los servicios y en satisfacer las necesidades de las comunidades, es más probable que las secciones de la población abandonen la zona. Esta reubicación, incluso si es temporaria, puede tener un efecto perjudicial para la economía de la comunidad y su recuperación.

4.7. Soluciones provisionarias

Algunos sugieren que la principal prioridad de cierre de brecha deberían ser aquellas que son más significativas. Si bien esto puede ser una consideración, la información anterior indica muchos otros conceptos que las comunidades deben tener en cuenta primero. Se puede asignar una prioridad alta a los enfoques de cierre de brecha menos costosos (p. ej. las oportunidades más asequibles) si se pueden implementar sin perturbar otros proyectos. Las soluciones temporarias pueden formar parte de la estrategia general de mitigación para poder finalizar otras mejoras necesarias.

4.7.1. Incorporación de ayuda federal

Algunas comunidades creen que las subvenciones federales para la restauración posteriores a los eventos son su póliza de seguro. Sin embargo, a pesar de que estos fondos son beneficiosos, a menudo no son suficientes para respaldar la recuperación completa de las funciones de la comunidad.

Por ejemplo, la FEMA y el Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano de los Estados Unidos (HUD, por sus siglas en inglés) cuentan con normas específicas para la concesión de financiación de subvenciones de mitigación y recuperación. Es posible que estas normas afecten las decisiones con respecto a cómo priorizar el cierre de brechas. Un enfoque más exhaustivo conlleva que la comunidad cuente con planes de recuperación antes de que suceda un evento peligroso y que incluyan la concesión de recursos federales, de manera que se tenga en cuenta el contexto completo de opciones de recuperación.

4.7.2. Colaboración de sistemas de infraestructura

La colaboración de los sistemas de infraestructura con respecto a las estrategias y planes para abordar las necesidades generales de la comunidad para el futuro, y durante la recuperación, mejorará la resiliencia al identificar los problemas y las soluciones posibles. Por ejemplo, el apoyo de la infraestructura para las instalaciones críticas, como los hospitales, las estaciones de bomberos y de policía, y los refugios, es un asunto que deben abordar todos los proveedores de infraestructura de apoyo. La disponibilidad de las instalaciones críticas funcionales es fundamental para la recuperación de la comunidad.

4.7.3. Activos disponibles

Todas las comunidades cuentan con una cantidad limitada de activos para proceder con los proyectos a fines de cerrar las brechas de resiliencia. Las categorías habituales de activos son los activos financieros, el personal y las relaciones.

Financieros. Los activos financieros incluyen el capital recaudado mediante préstamos (p. ej. la venta de bonos). El pago de los bonos se cubriría con los impuestos (p. ej. sobre la propiedad, el gas y los ingresos) o las tasas que abonan los usuarios (ingresos de la provisión de agua). El financiamiento local se puede utilizar para pagar la mejora estructural ante terremotos del ayuntamiento o el puente de propiedad municipal que cruza el río, pero no se utilizaría para mitigar la vulnerabilidad ante peligros (p. ej. vientos de tornado) de una instalación de fabricación.

Personal. La disponibilidad del personal puede suponer un inconveniente. La comunidad necesita contar con el personal adecuado para gestionar el cierre de la brecha. El personal debe gestionar los proyectos de mitigación (relacionados con el aspecto financiero), adquirir subvenciones e interactuar con otras partes interesadas (p. ej. el gobierno estatal y el sector privado) que puedan encargarse del cierre de las brechas del desempeño en los sistemas que están a su cargo. En este sentido, un personal especialista en subvenciones puede procurar obtener distintas oportunidades de este tipo, pero su capacidad se vería limitada al momento de gestionar un proyecto de diseño de un puente.

Relaciones. Las relaciones con otras partes interesadas pueden influenciar la capacidad de una comunidad para cerrar algunas brechas. La comunidad tiene relaciones preexistentes con las partes interesadas de la comunidad que no están bajo su control. En algunos casos, pueden ser relaciones con el sector privado o con otras entidades gubernamentales que son partes interesadas en la comunidad. Las partes interesadas pueden incluir otras instalaciones gubernamentales (p. ej. una carretera estatal, un hospital para veteranos, etc.) e instalaciones privadas de partes interesadas (p. ej. hospitales, empresas de comunicación y empresas de energía).

En ciertas ocasiones, quizás estas partes interesadas se enfoquen más en la rentabilidad que la resiliencia. Es posible que algunos negocios de propietarios locales estén más dispuestos a invertir en el plan de resiliencia comunitaria, mientras que los negocios cuyos propietarios estén más alejados posiblemente tengan un interés más limitado. Los políticos y comerciantes importantes de la comunidad pueden ejercer su influencia para convencer a una empresa de comunicaciones o un proveedor de energía para que cierre una brecha del desempeño de restauración; sin embargo, no resultaría beneficioso priorizar el cierre de brechas para los proveedores privados de servicios en el mismo grupo que las instalaciones de propiedad pública.

5. Clasificación y priorización de soluciones

5.1. Introducción

Para priorizar las alternativas de resiliencia y cuantificar y clasificar todas las consideraciones (sociales, medioambientales y económicas) en un único sistema de calificación. Dicho sistema debería contar con un sistema de ponderación. Por ejemplo, los distintos atributos del impacto social se podrían plasmar en una hoja de cálculo para luego calcularlos. Desafortunadamente, la importancia de los asuntos sociales y medioambientales y su relación con los efectos económicos depende de los valores de cada comunidad y será diferente para cada comunidad.

Los siguientes apartados describen brevemente las metodologías desarrolladas por distintas organizaciones que se enfocan en la resiliencia. Estos enfoques de ejemplo tienen cierto peso en el respaldo del proceso de clasificación y priorización de las soluciones. Si bien las metodologías tienen algunas restricciones (p. ej. solo abordan un solo tipo de peligro), ofrecen un punto de partida razonable para esta actividad. También se puede obtener un respaldo beneficioso para la priorización mediante metodologías adicionales, como análisis de decisiones de criterios múltiples [p. ej. ver Gregory y Keeney 1994; Porthin et al. 2013; Scricciu et al. 2014; Wardekker et al. 2016] y otras técnicas de optimización simultánea de criterios múltiples.

5.2. Programa del taller de fortalecimiento de resiliencia de las comunidades

The Nature Conservancy desarrolló el Taller de fortalecimiento de resiliencia de las comunidades (Community Resiliencie Building Workshop) [2017] durante la última década para ayudar a las comunidades a desarrollar planes de resiliencia viables. Este proceso completamente nuevo involucra a las partes interesadas de la comunidad que participan en la planificación y, a la larga, en la implementación de las medidas prioritarias resultantes. El programa tiene previstos 6 meses de recopilación y preparación de datos que finalizan con un único taller de partes interesadas que estén involucradas. Se trata de un enfoque moderado y centrado en una matriz de riesgos que aprovecha la experiencia de los participantes. El programa, el proceso, las distintas herramientas y ejemplos de estudio de casos están disponibles en el sitio web www.communityresiliencebuilding.com.

El proceso es similar a los seis pasos descritos en la Guía. Caracteriza a una comunidad en cuanto a los componentes de la infraestructura, sociedad y medioambiente que se vieron afectados por eventos peligrosos, así como otras características que hacen que la comunidad tenga mayor resiliencia ante los peligros. Caracteriza los peligros que se deben considerar e identifica las vulnerabilidades y fortalezas de la comunidad con distintas preguntas disparadoras. Los participantes desarrollan un conjunto de medidas propuestas para mejorar la resiliencia de cada uno de los tres componentes, según su experiencia e intuición. Priorizan cada medida (alta, media o baja) y les asignan un nivel de urgencia (constante, corto plazo, largo plazo). El proceso comienza con pequeños grupos que analizan distintos aspectos de la comunidad. Todo el taller participa en un proceso de votación para seleccionar las 3 o 5 medidas de mayor prioridad.

Docenas de comunidades (p. ej. Bridgeport y Madison, CT) han utilizado el taller para desarrollar una lista de medidas de mayor prioridad; sin embargo, el proceso depende en gran medida de la experiencia e intuición de los participantes. El proceso de formación del equipo de planificación y recopilación de datos para la matriz de riesgos se beneficiará mucho del enfoque sistemático ofrecido en la Guía.

A simple vista, esta técnica podría funcionar bien en condados pequeños y comunidades suburbanas y con una sola industria donde el pensamiento intuitivo y la toma de decisiones de un grupo de partes interesadas de la comunidad generarían medidas competentes. El tamaño, la complejidad y la diversidad de las ciudades urbanas y los condados grandes probablemente requieran un enfoque más sistemático que se beneficie de cierta evaluación analítica.

5.3. Guía de Decisiones Económicas de Resiliencia Comunitaria para Edificios y Sistemas de Infraestructura

Se trata de la metodología estándar de la EDG de NIST para evaluar distintos objetivos de inversión a fin de mejorar la resiliencia en cuanto a futuras corrientes de costos y beneficios donde estos últimos se caractericen por ser ahorros en los costos y prevención de pérdidas por daños. También explora temas relacionados con los valores no comerciales y la incertidumbre.

Como se muestra en la Figura 1 y al igual que se menciona en detalle a continuación, la EDG ofrece un proceso de 7 pasos para considerar métodos alternativos para aumentar la resiliencia comunitaria:

1. **Seleccionar posibles estrategias.** Identificar las brechas entre el desempeño deseado y el previsto. Utilizar estas brechas para identificar una lista de soluciones posibles. La Guía caracteriza las posibles soluciones como *administrativas* o de *construcción*. Aunque las soluciones administrativas no tienen costo, algunas, como la planificación del uso de la tierra, tienen un impacto económico a largo plazo. Las soluciones de construcción tienen beneficios inmediatos a largo plazo y en cuanto a costos. La priorización de las soluciones de construcción debería enfocarse en el análisis de costos y beneficios relacionados tanto con los proyectos individuales como con los grupos de edificios/sistemas de infraestructura.
2. **Definir objetivos inversión y alcance.** Como mínimo, hay que considerar todos los factores a los que se les puede asignar un valor. También se deben incluir los factores a los que se les pueda asignar costos y beneficios indirectos. Por ejemplo, una comunidad puede considerar mejorar su construcción residencial para permitirles a los residentes refugiarse en sus propias casas en lugar de ofrecer viviendas de emergencia y provisionarias para los individuos desplazados.

3. **Identificar los beneficios y costos.** Los costos y beneficios probablemente se tengan que estimar tanto para los proyectos individuales, como la rehabilitación de un edificio público, como los programas de mitigación a nivel de la comunidad. En el caso de los edificios de propiedad pública y los programas de mitigación de la comunidad, el costo que conlleva ofrecer soluciones temporarias se debe contar como pérdida hasta que se finalicen los proyectos de restauración, conforme a la tabla de desempeño.
4. **Identificar consideraciones no comerciales (no económicas).** La EDG ofrece una lista detallada de los niveles de desempeño para todos los grupos de edificios y sistemas de infraestructura y su relación con las instituciones sociales. Este vínculo se debe utilizar para desarrollar una estimación del costo (pérdidas) relacionadas con las consideraciones no comerciales.
5. **Definir parámetros de análisis.** Se deben realizar suposiciones con respecto al horizonte temporal, la tasa de descuento y la tolerancia de riesgo de manera coherente con el análisis en particular. Las políticas de mitigación basadas en las comunidades probablemente requieran suposiciones distintas de las que se utilizan en el caso de los edificios y sistemas individuales.
6. **Realizar una evaluación económica.** Aunque no se analiza en la EDG, se deben tener en cuenta métodos alternativos para establecer las prioridades de los programas de mitigación según los resultados del análisis.
7. **Seleccionar estrategias.** Muchos eventos peligrosos considerados en la EDG son eventos con una tasa baja de probabilidad y un alto riesgo y que generalmente se omiten de los BCA. Sin embargo, cuando el peligro ocurre, se reconocen las pérdidas reales y superan en gran medida los costos. Las tablas de los objetivos de desempeño de la Guía ofrecen una estimación muy detallada de los eventos previstos. Se debe intentar evaluar el impacto del daño esperado y la pérdida de funcionalidad en la clasificación final, al igual que el costo de las reparaciones temporarias. Esta información junto con un análisis de dimensión triple pueden contribuir en el proceso.

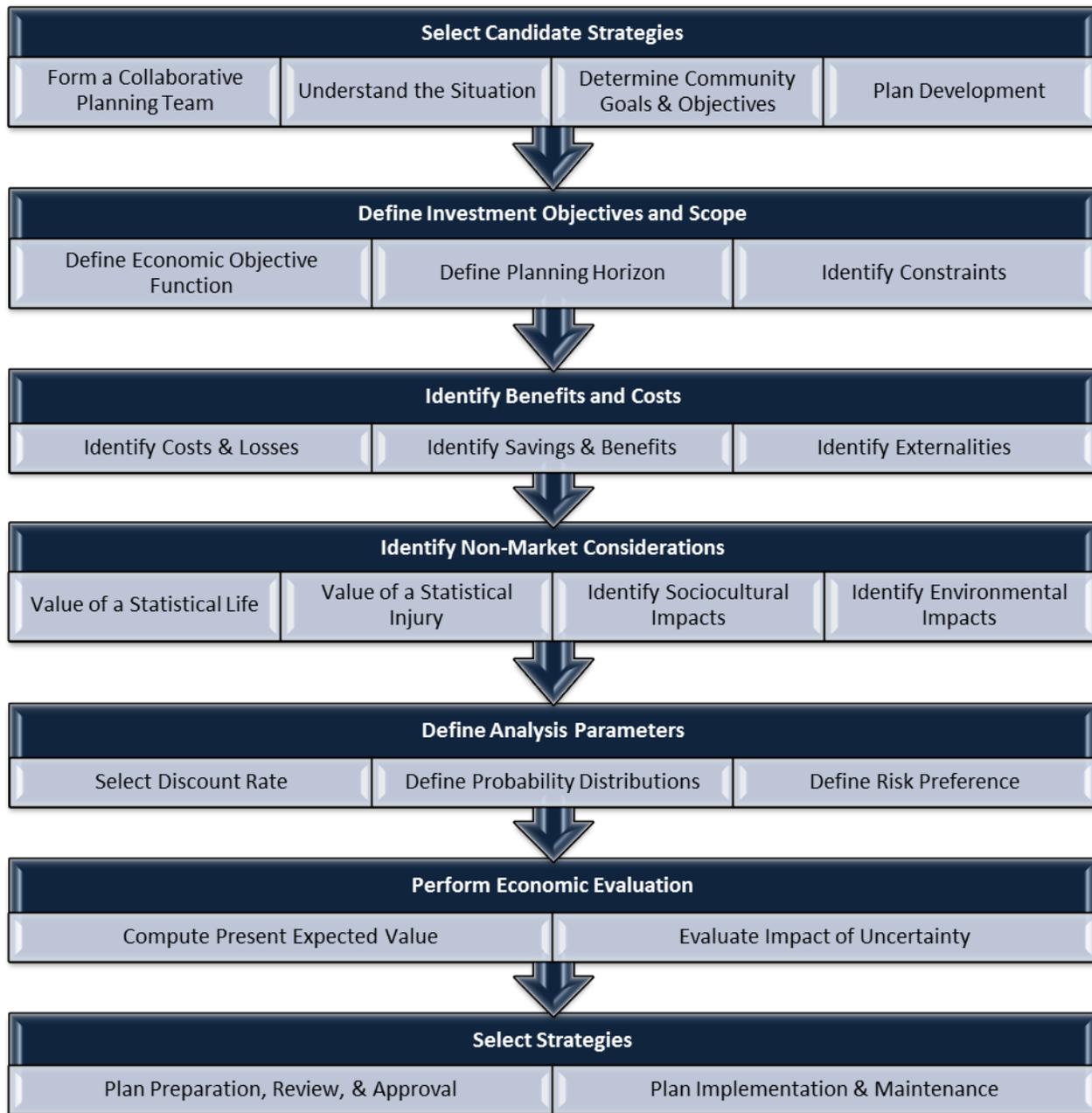


Figura 1. Diagrama de flujo con los elementos de la Guía de Decisiones Económicas de NIST

Desde la perspectiva de planificación de resiliencia comunitaria, la EDG es adecuada para implementarla en las ciudades urbanas y los condados grandes. Su capacidad para analizar racionalmente los costos y beneficios de un gran número de programas posibles específicos es necesaria para obtener una evaluación precisa de la prioridad de cada programa.

5.4. Estándar de desempeño de diseño de resiliencia de Boulder County Collaborative

Las comunidades del condado de Boulder, Colorado, conformaron la asociación Collaborative tras las inundaciones del 2013 para encabezar un plan regional apropiado para la comunidad a fines de lograr una recuperación exitosa. Collaborative recibió una subasignación de los fondos del Programa de Subvención en Bloque para el Desarrollo Comunitario para la Recuperación ante Desastres (CDBG-DR) del Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano de los Estados Unidos (HUD, por sus siglas

en inglés) con la condición de que utilicen los fondos para reconstruir y mejorar conforme a los estándares de desempeño de resiliencia. Dado que dichos estándares no existen, Collaborative desarrolló un estándar [Boulder County CDBG-DR Collaborative 2016] en función de la Guía, con la ayuda de un equipo asesor. El estándar resultante ofrece objetivos de desempeño inspirados en NIST e integrados en el Marco de Resiliencia del estado de Colorado. Este estándar se creó como parte del proceso para finalizar la implementación de los proyectos de reparación y reconstrucción y todos los proyectos futuros de edificios y sistemas de infraestructura.

El estándar incluye tres pasos:

1. Determinar el nivel de peligro para el proyecto, todos los estándares de construcción locales, estatales y federales y el nivel de desempeño determinado para volver al objetivo de función y el objetivo de funcionalidad meta (30%, 60% o 90%).
2. Completar una matriz de estándar de desempeño de diseño de resiliencia que integre las prácticas de resiliencia con las de sostenibilidad y el Marco de Resiliencia del estado de Colorado. Se proporciona una planilla de resultados que combina todos los atributos de la integración deseada. La puntuación se basa en lo siguiente:
 - **Beneficios colaterales.** Brinda soluciones para distintos sectores y aborda múltiples problemas.
 - **Alto riesgo y vulnerabilidad.** Aborda la reducción de los riesgos.
 - **Costo y beneficio económico.** Ofrece inversiones financieras viables teniendo en cuenta las ganancias directas e indirectas.
 - **Equidad social.** Proporciona soluciones que consideran el impacto en las poblaciones vulnerables.
 - **Solidez técnica.** Refleja las mejores prácticas que se evaluaron y comprobaron.
 - **Innovación.** Promueve enfoques y técnicas nuevas.
 - **Capacidad adaptativa.** Incluye medidas que pueden cubrir la incertidumbre en ciertas condiciones.
 - **Unificación con actividades existentes.** Se desarrolla en función de las medidas existentes que son ecológicas, sostenibles y complementarias para el entorno natural.
 - **Impacto duradero a largo plazo.** Genera ganancias y beneficios a largo plazo para las generaciones presentes y futuras.
3. Presentar un análisis de negocio para documentar el cumplimiento.

El Estándar de diseño integrado (Integrated Design Standard) del condado de Boulder estableció una puntuación mínima para determinar cuándo un proyecto se reconstruyó y mejoró y es elegible para recibir fondos del HUD. En el contexto de este debate, el sistema de puntuación establece los méritos relativos de las soluciones de construcción de una comunidad y prioriza la implementación.

6. Referencias

Boulder County CDBG-DR Collaborative (2016). *Resilient Design Performance Standard for Infrastructure and Dependent Facilities*. Boulder County Collaborative, Colorado.

https://www.bccollaborative.org/uploads/6/6/0/6/66068141/resilientdesignperformancstandard_adopted_05.13.2016.pdf. Viewed January 9, 2017.

Community Resilience Building Workshops (2017). *Community Resilience Building*.

www.communityresiliencebuilding.com. Viewed January 9, 2017.

Gregory, Robin, and Ralph L. Keeney (1994). *Creating Policy Alternatives Using Stakeholder Values*. *Management Science* 40, no. 8 (1994): 1035-048. <https://www.jstor.org/stable/2633092>.

Gilbert, S.W., D.T. Butry, J.F. Helgeson, R.E. Chapman (2015). *NIST Special Publication 1197: Community Resilience Economic Decision Guide for Buildings and Infrastructure Systems*. National Institute of Standards and Technology , Gaithersburg, MD. <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/SpecialPublications/NIST.SP.1197.pdf>. Viewed January 9, 2017.

Porthin, M., Rosqvist, T., Perrels, A. et al (2013). *Multi-criteria decision analysis in adaptation decision-making: a flood case study in Finland*. Reg. Environ Change (2013) 13: 1171. doi:10.1007/s10113-013-0423-9

Scrieci, S.Ş. et al. (2014). *Advancing methodological thinking and practice for development-compatible climate policy planning*. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 19(3), pp.261–288.

Wardekker, J.A. et al. (2016). *Screening regional management options for their impact on climate resilience: an approach and case study in the Venen-Vechtstreek wetlands in the Netherlands*. SpringerPlus, 5(1), pp.1–17.