



GUÍA

PARA LA PLANIFICACIÓN
DEL REFORZAMIENTO SÍSMICO
DE EDIFICIOS PÚBLICOS





CRÉDITOS

Con la cooperación técnica y financiera de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), a través del Proyecto HOKYO, el presente documento, fue elaborado por La Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador (OPAMSS).

Dirección Ejecutivo de OPAMSS

MSC. Luis Rodríguez - Director Ejecutivo de OPAMSS

Representante y coordinación de JICA

Hiromi Nai - Jefa Representante

Equipo de JICA

Ken Uchimoto - Asesor de Formulación de Proyectos
Ernesto Cruz - Oficial de Programa

Gerente del Proyecto

Alex Chávez

Miembros de los Grupos de Trabajo

Grupo de trabajo 1

Susan Durán - Técnico, Subdirección de Control y Desarrollo Urbano, OPAMSS
Eduardo García - Coordinador, Subdirección de Control y Desarrollo Urbano, OPAMSS
Claudia López - Supervisora, Subdirección de Control y Desarrollo Urbano, OPAMSS
Douglas Palacios - Técnico, Subdirección de Control y Desarrollo Urbano, OPAMSS

Grupo de trabajo 2

Edward Quintanilla - Técnico, Subdirección de Control y Desarrollo Urbano, OPAMSS
Karla López - Técnico, Subdirección de Control y Desarrollo Urbano, OPAMSS
Yanira Muñoz - Técnico, Subdirección de Control y Desarrollo Urbano, OPAMSS

Grupo de trabajo 3

Juan Carlos Henríquez - Supervisor, Subdirección de Control y Desarrollo Urbano, OPAMSS
Daniel Rosales Henríquez - Técnico, Subdirección de Control

Grupo de trabajo 4

Claudia Avelar - Técnico, Subdirección de Control y Desarrollo Urbano, OPAMSS
Laura Quintanilla - Supervisora, Unidad de Simplificación de Procedimientos, Acreditaciones y Mejora de la Reglamentación, OPAMSS
Kathya Cruz - Subdirectora de Control y Desarrollo Urbano, OPAMSS
Karla Solano - Técnico, Subdirección de Control y Desarrollo Urbano, OPAMSS
Armando Barrios - Técnico, Unidad de Comunicaciones y Relaciones Públicas, OPAMSS

Expertos japoneses del Proyecto HOKYO

Jun Matsuo - Líder del Equipo de Expertos
Koichi Shiwaku - Sublíder del Equipo de Expertos
Akira Inoue - Experto en evaluación sísmica y diseño del reforzamiento sísmico
Matsutaro Seki - Experto en evaluación sísmica
Noboru Nara - Experto en diseño del reforzamiento sísmico
Seiichi Horikoshi - Experto en supervisión de la calidad de la construcción
Yoko Shiraishi - Experta para la revisión e inspección de edificios
Masanori Kobayashi - Experto para el desarrollo del plan de promoción del reforzamiento sísmico

ÍNDICE

1 Introducción

1.1	Propósito	08
1.2	¿Quiénes pueden utilizar esta guía y cuándo?	09

2 Antecedentes

2	Antecedentes	10
2.1	Riesgo sísmico	11
2.2	Catálogo de edificios públicos vulnerables	13
2.2.1	Evolución de los códigos de diseño sísmico en El Salvador	15
2.2.2	Daños en edificaciones en terremotos pasados	15
2.3	Sistema nacional de protección civil, prevención y mitigación de desastres de El Salvador	17

3 Proceso de planificación del reforzamiento sísmico

3	Proceso de planificación del reforzamiento sísmico	19
3.1	Identificación de necesidades	21
3.1.1	Preparación del inventario de edificaciones	22
3.1.2	Proceso de preselección	24
3.1.3	Evaluación sísmica preliminar	24
3.1.4	Priorización	25
3.2	Procesos preliminares/ preparatorios para la evaluación sísmica detallada	27

3.3	Planificación del reforzamiento sísmico	28
3.3.1	Contenido del plan	29
3.3.2	Justificación	29
3.3.3	Definición de objetivos	30
3.3.4	Plan anual de reforzamiento sísmico y presupuesto	34
3.3.5	Fuentes de financiamiento	34
3.4	Actualización del plan de trabajo institucional anual	34

4 Implementación del plan y seguimiento

4	Implementación del plan y seguimiento	36
4.1	Implementación	36
4.1.1	Contratación de trabajos de construcción	37
4.1.2	Proceso para la obtención de permisos de construcción de edificaciones	38
4.1.3	Seguimiento de los trabajos de construcción	39
4.2	Seguimiento	39
4.2.1	Progreso del plan anual	40
4.2.2	Indicadores de desempeño	40



Fotografía:
Fuente Oficina de
Planificación del Área
Metropolitana de San
Salvador (OPAMSS)

1. INTRODUCCIÓN

1.1. PROPÓSITO

El objetivo de esta guía es proporcionar procedimientos, herramientas e información relevante para que las instituciones de gobierno central y municipal, así como propietarios de edificaciones privadas interesados, puedan formular e implementar planes de reforzamiento sísmico de sus edificaciones con el propósito que éstas cumplan con los requerimientos de la reglamentación sísmica vigente.

La planificación y promoción del reforzamiento sísmico de edificaciones públicas tiene como objeto incrementar su resiliencia y minimizar la interrupción de su funcionamiento incluso posterior a un terremoto de gran magnitud, garantizando la continuidad de los servicios públicos y de atención a la comunidad, especialmente en la fase de respuesta a la emergencia. Lo anterior en coherencia con la prioridad 3 del Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres: “Invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia” y contribuyendo a su objetivo global el cual es “Reducir considerablemente los daños causados por los desastres en las infraestructuras vitales y la interrupción de los servicios básicos, como las instalaciones de salud y educativas, incluso desarrollando su resiliencia para 2030”.

Marco de Sendai para la reducción de riesgo de desastres 2015-2030

01

Comprender el riesgo de desastres.

02

Fortalecer la gobernanza del riesgo desastres para gestionar dicho riesgo.

03

Invertir en la reducción de riesgo de desastres para la resiliencia.

04

Aumentar la preparación ante casos de desastres a fin de dar una respuesta eficaz y “reconstruir mejor” en los ámbitos de recuperación, rehabilitación y la construcción.

*Figura 1: Prioridades del Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres.
Fuente: Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres*

1.2. ¿QUIÉNES PUEDEN UTILIZAR ESTA GUÍA Y CUÁNDO?

La guía está diseñada para ser utilizada por instituciones de gobierno central y municipal, responsables de la gestión de instalaciones públicas (edificios/infraestructura), con la participación de funcionarios responsables de:

- Gestión de infraestructura y mantenimiento.
- Planificación estratégica y presupuestaria.
- Planificación urbana y del desarrollo.
- Gestión y reducción del riesgo de desastres.

Podrá ser utilizada para planificar las actividades relativas al reforzamiento sísmico de edificaciones, tales como elaboración de inventarios, evaluaciones de desempeño sísmico, diseño del reforzamiento sísmico, trabajos de reforzamiento de edificaciones u otros relacionados, cuya necesidad puede ser desencadenada o generada en circunstancias tales como:

- Incerteza del adecuado nivel de desempeño sísmico de las edificaciones (ejemplos: edificios diseñados y construidos bajo códigos sísmicos antiguos, edificios dañados en terremotos pasados, etc.).
- Se prevén trabajos importantes de renovación o cambios de uso de las edificaciones, los cuales requieren la obtención de permisos de construcción.
- Actualización de los códigos sísmicos.
- Elaboración o actualización de planes de mantenimiento de edificaciones.
- Elaboración o actualización de planes para la gestión de desastres.
- Elaboración o actualización de planes de contingencia y de respuesta ante la emergencia.

Esta guía también podrá ser utilizada por otros interesados en desarrollar su propio plan de reforzamiento sísmico, incluyendo el sector privado, en lo aplicable a sus organizaciones.

2. ANTECEDENTES

El Salvador es un país con alta sismicidad, que ha sufrido en el pasado terremotos de gran magnitud que ocasionaron pérdidas de vidas humanas y cuantiosos daños a la infraestructura.

La reglamentación sísmica para edificaciones ha sido históricamente mejorada y revisada después de terremotos importantes, sin embargo, existen edificios que fueron construidos antes del código vigente y, por tanto, potencialmente no cumplen con éste, siendo vulnerables ante futuros terremotos. Por otro lado, debe tomarse en cuenta que muchos edificios dañados en terremotos pasados siguen siendo ocupados (manteniendo su uso original o bien adaptados a nuevos usos con cargas más intensivas) sin haber sido evaluados adecuadamente, o bien, a pesar de haber sido evaluados no fueron implementados los trabajos de reforzamiento requeridos para garantizar su seguridad sísmica.

Como parte de los esfuerzos, de país para contribuir a la reducción del riesgo de desastres y la vulnerabilidad se decretó en 2005 la Ley de Protección Civil, Prevención y Mitigación de Desastres, con el objeto de **“prevenir, mitigar y atender en forma efectiva los desastres naturales y antrópicos en el país”**. Esta Ley, en su Artículo 20, contempla la elaboración de un Plan Nacional de Protección Civil, Prevención y Mitigación de Desastres, que tiene como fin *“definir las acciones del Estado y de la sociedad civil para el manejo de los riesgos, el estudio de las vulnerabilidades existentes y su mitigación, así como los preparativos para la atención y recuperación en caso de desastres”*. En 2006 la primera versión de dicho Plan se formuló y se actualizó por última vez en el año 2018. Este Plan toma de referencia acuerdos internacionales, como el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres. Dentro de este marco es una acción urgente en El Salvador mejorar la resiliencia de los edificios, en particular promover el reforzamiento sísmico de edificaciones existentes vulnerables.

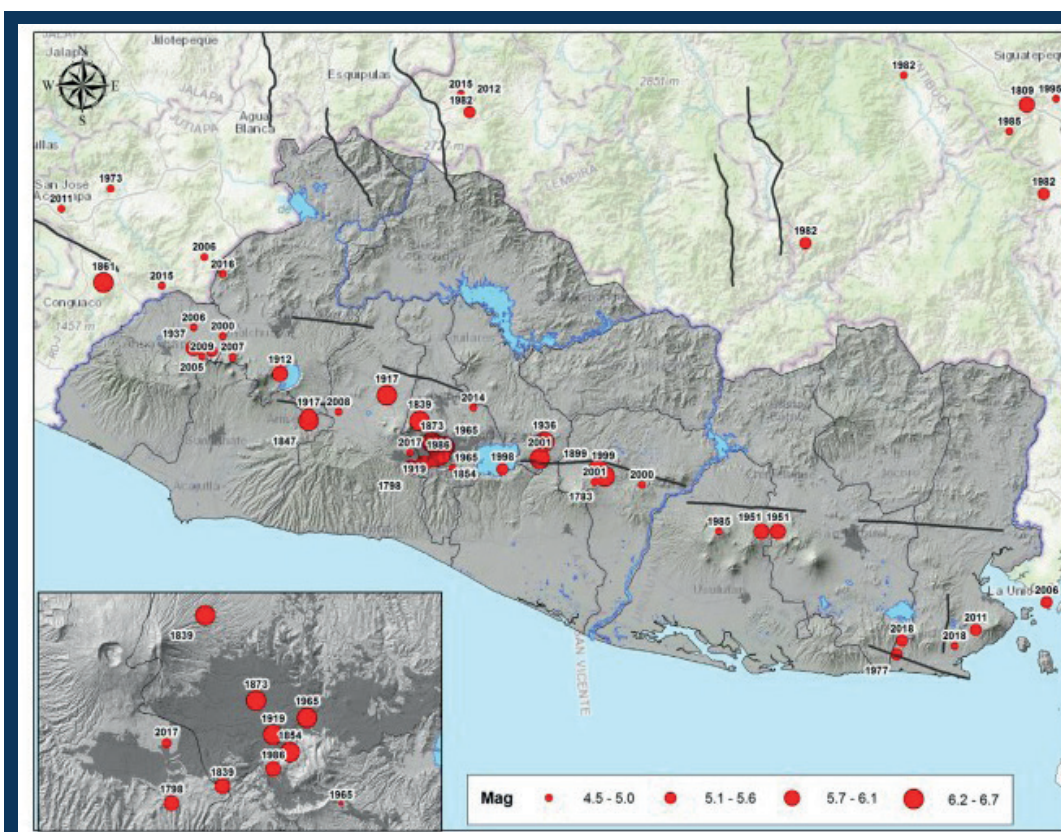
En la respuesta a emergencias provocadas por desastres de terremoto, los edificios públicos son particularmente importantes y críticos en términos de la gestión del riesgo sísmico, debido a que son capitales sociales fundamentales para servir a la población y proveer de servicios básicos. Por lo tanto, es necesario asegurar que estos edificios continúen funcionando incluso después de un gran terremoto, con el fin de minimizar la interrupción de los servicios básicos, así como para incrementar la capacidad de respuesta de la sociedad.

2.1. RIESGO SÍSMICO

El Salvador está ubicado en la costa del Pacífico de América Central, en una región de gran actividad sísmica dentro del Cinturón de Fuego del Pacífico. Las principales fuentes de sismos en el territorio nacional son el proceso de subducción entre las placas tectónicas de Cocos y Caribe y el sistema de fallas geológicas locales.

Los epicentros históricos y magnitudes de los mayores sismos corticales se presentan en las Figuras 2 y 3.

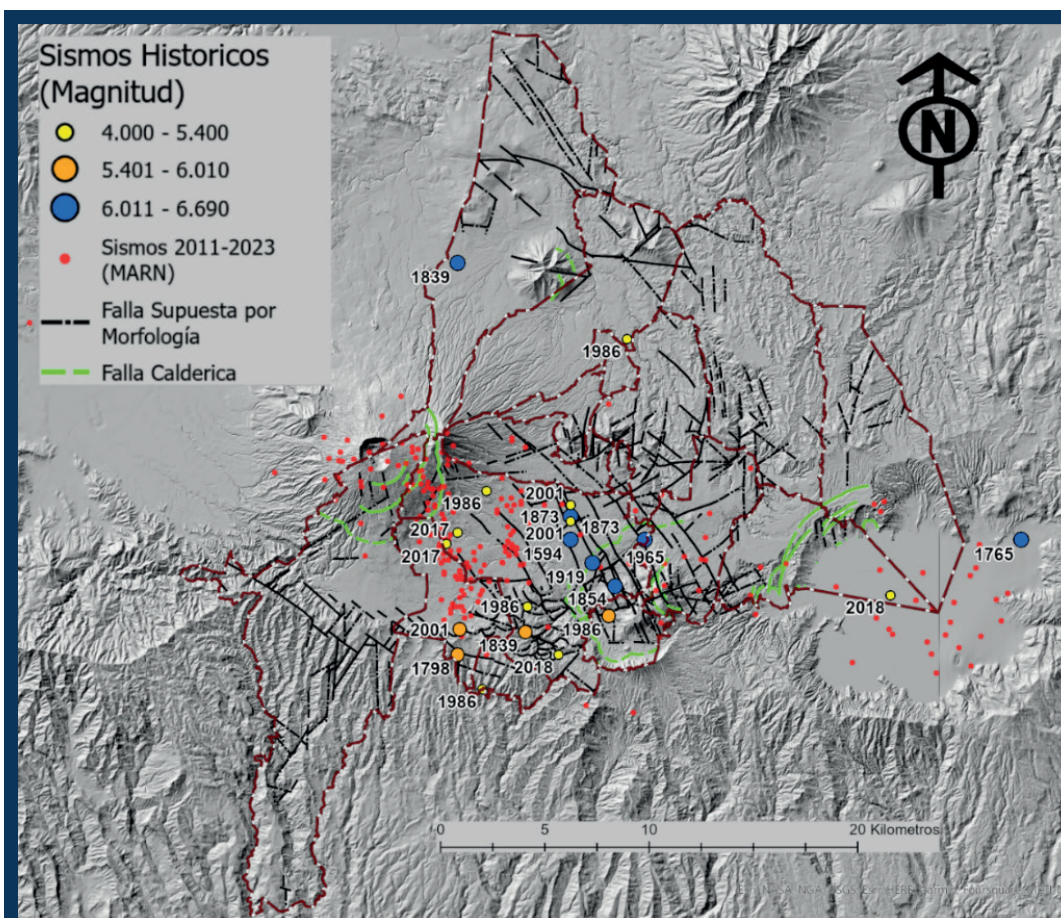
*Figura 2:
Epicentros históricos
y magnitudes de
los mayores sismos
corticales en El
Salvador. Fuente:
MARN, 2020*



Particularmente, el Área Metropolitana de San Salvador (AMSS, en adelante) es un territorio altamente amenazado por erupciones volcánicas, terremotos, así como por otros eventos conexos, tales como licuefacción y deslizamientos. La ciudad ha sido destruida varias veces desde su fundación, habiéndose registrado en los últimos 40 años tres terremotos desastrosos, en 1965, 1986 y 2001, los cuales provocaron cientos de muertes y pérdidas económicas significativas asociadas al daño y pérdida de infraestructura, tanto pública como privada.

Según el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), en El Salvador los sismos han sido responsables del mayor número de pérdidas tanto humanas como económicas en los últimos 30 años, sumando más del 60% del total de las pérdidas.

Puede observarse que la mayoría de los sismos por falla local, que han generado pérdidas humanas, se produjeron en zonas cercanas al AMSS. Estos sismos corticales, pese a presentar magnitudes moderadas, han sido causantes de impactos considerables debido a sus focos superficiales y coincidencia con los principales centros urbanos.



*Figura 3:
Sismos Históricos
(magnitud) en el
AMSS. Fuente: MARN y
Salazar et al. (2013)*

El AMSS funciona como una ciudad concéntrica en torno a San Salvador, la ciudad capital, centro económico, productivo y de prestación de servicios, y que agrupa también grandes equipamientos de salud y educación; Santa Tecla y Soyapango funcionan también como apoyo a esta centralidad por su considerable dotación de infraestructura y de equipamiento. Según datos del VI Censo de Población y de Vivienda del año 2007, el AMSS concentra el 27.3% de la población del país (1,566,629 habitantes), en una extensión de 2.8% del territorio nacional, con una densidad promedio de 2,655 Hab./Km. De acuerdo con la clasificación oficial de DIGESTYC (Dirección General de Estadística y Censos de El Salvador), el 97% de la población vive en áreas clasificadas como urbanas, el restante 3% habita en áreas rurales.

En 2012, el MARN realizó un análisis de riesgo para el AMSS de las carteras de Salud, Educación y Gobernación, para el cual obtuvo una pérdida máxima probable de US\$154.76 Millones para un período de retorno de 500 años, lo que equivale al 60.81% del valor expuesto. Expone que el trabajo de campo también evidenció el crecimiento desordenado de la ciudad, resultando en combinación de sistemas y deficiencias estructurales/constructivas, y, por tanto, en una alta vulnerabilidad sísmica, concluyendo que la condición de riesgo es considerable y se deben tomar medidas para reducirla.

2.2. CATÁLOGO DE EDIFICIOS PÚBLICOS VULNERABLES

En El Salvador existen edificios que fueron construidos antes de la entrada en vigor del código sísmico vigente. Particularmente, en el caso de los edificios públicos, muchos edificios fueron construidos sobre la base de reglamentos sísmicos antiguos o bien, al momento de su construcción, la reglamentación de diseño sísmico no fue adecuadamente considerada, y, por tanto, potencialmente no cumplen con los requerimientos del código sísmico vigente.

En pasados terremotos en El Salvador y alrededor del mundo, se ha observado que edificios diseñados y construidos antes de los códigos sísmicos modernos han sufrido daños mucho más severos comparados con aquellos construidos acorde a los nuevos códigos sísmicos (Ver Figura 4).

Figura 4: Foto mostrando diferentes niveles de daño dependiendo del código sísmicos aplicado

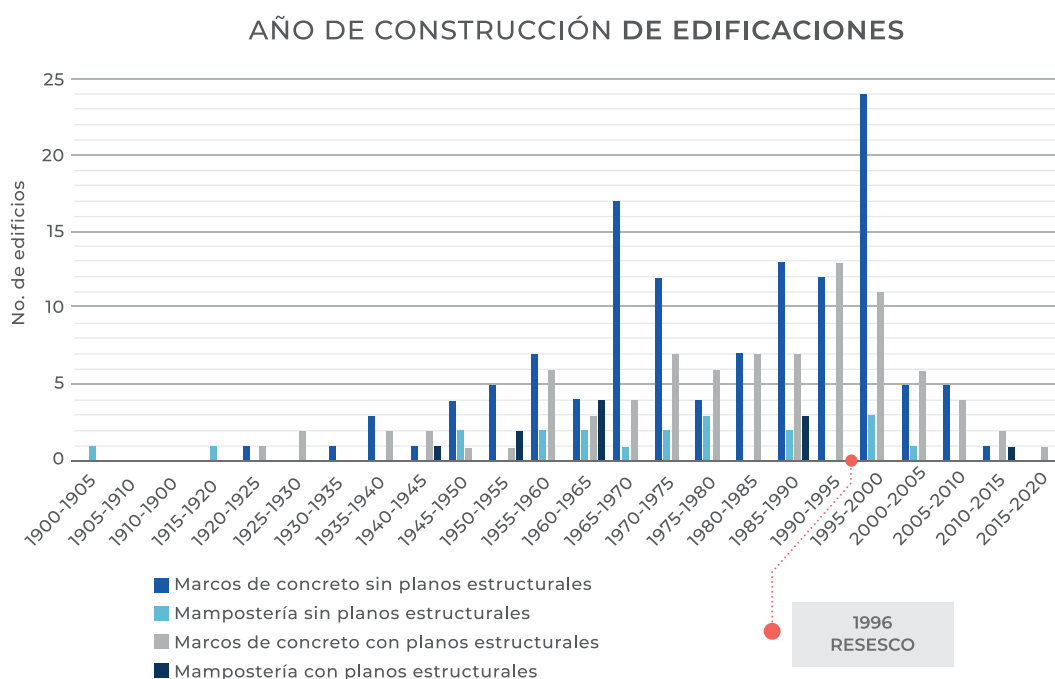
*Fuente:
Desastres Naturales:
Estudie y Prepárese
Sitio: The Gate
<https://thegate12.com/article/187>*



La Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA en adelante) desarrolló en 2022 un estudio base de edificaciones públicas en el Área Metropolitana de San Salvador, en cuyo informe de resultados se muestra que la mayoría de los edificios en el AMSS que fueron inspeccionados después del terremoto de 2001 fueron construidos antes de 1997 (Ver Figura 5). La mayoría de estos edificios antiguos aún existen, encontrándose muchos de ellos en funcionamiento, y, por tanto, existe el riesgo que los mismos sean severamente dañados en un futuro terremoto de gran magnitud.

Fuente: Elaboración propia a partir de Informe de resultados del estudio base de edificaciones públicas en el Área Metropolitana de San Salvador, 2022, JICA

Figura 5: Años de Construidos de Edificios Muestreados



Existen numerosos edificios que fueron dañados en los terremotos de 1986 y 2001, muchos de los cuales no han sido adecuadamente reparados o reforzados. Estos edificios dañados pueden ser significativamente vulnerables frente a futuros terremotos debido a sus capacidades reducidas de resistencia.

La evaluación sísmica y reforzamiento de los edificios es, por consiguiente, un asunto urgente para garantizar la seguridad de la vida humana y la continuidad de las funciones urbanas, así como para minimizar las pérdidas económicas asociadas.

2.2.1. EVOLUCIÓN DE LOS CÓDIGOS DE DISEÑO SÍSMICO EN EL SALVADOR

Después del terremoto de 1965, el gobierno publicó el primer código de diseño sísmico el 21 de enero de 1966 (Diario Oficial de la República de El Salvador, 1966), el cual era una modificación del código de diseño sísmico de la ciudad de Acapulco, México.

Después del terremoto de 1986, la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de El Salvador, ASIA, publicó una versión mejorada y extendida del código de 1966, denominada “Reglamento de emergencia de diseño sísmico de la República de El Salvador”. Sobre la base de estas reglamentaciones, otra versión revisada del código de diseño sísmico fue publicada en 1989 (ASIA, 1989).

El Reglamento para la Seguridad Estructural de las Construcciones (RESESCO), el estándar actual de diseño sísmico, fue publicado en 1997 (Ministerio de Obras Públicas - MOP, 1997, éste contiene ocho normas técnicas que complementan el diseño estructural: Diseño por viento; Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto, Acero, Mampostería y Madera; Diseño de Cimentaciones y Estabilidad de Taludes; Control de Calidad de los Materiales Estructurales; Norma Especial para Diseño y Construcción de Viviendas.

Figura 6: Desarrollo reciente de códigos y normativas para el diseño de las estructuras de edificaciones en El Salvador. Fuente: Elaboración propia basado en “Cronología de sismos destructivos en El Salvador, SNET” (<https://www.snet.gob.sv/Geologia/Sismologia/lcrono.htm>)



Actualmente, el código de diseño sísmico de El Salvador está siendo actualizado sobre la base del desarrollo de mapas de amenaza sísmica y la incorporación de conocimientos actualizados relacionados con dinámica estructural.

2.2.2. DAÑOS EN EDIFICACIONES EN TERREMOTOS PASADOS

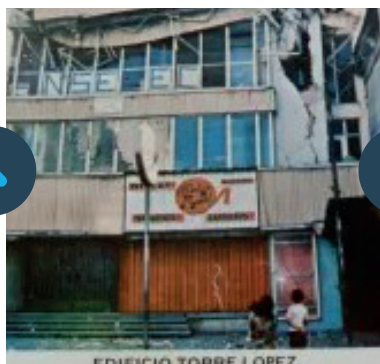
En general, edificios diseñados con base en códigos sísmicos antiguos tienen bajas capacidades de resistencia a los terremotos. Estos pueden tener también detallados

no dúctiles, como insuficiente reforzamiento de cortante o el uso de varillas lisas, así también irregularidades en la configuración estructural en planta o elevación, tales como irregularidad torsional, piso débil, columnas o vigas cortas, entre otros.

La Figura 7 muestra algunos ejemplos de daños en edificaciones causados por el terremoto de 1986, debido a prácticas deficientes en el diseño sísmico.



Hotel San Salvador, construido en el año 1964, colapsado debido al efecto de piso débil



Edificio Torre López, construido en los años 40, colapsado en un piso intermedio debido al efecto de piso débil.



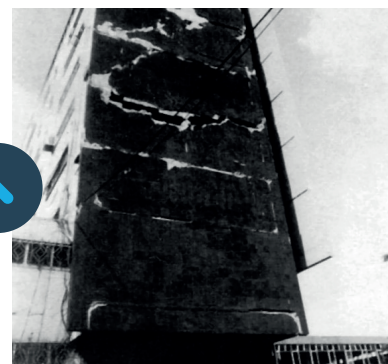
Edificio Dueñas, construido en el año 1948, colapsado debido al efecto de piso débil



Edificio de la Logia Masónica, severamente dañado debido a inadecuadas consideraciones estructurales.



Edificio Tazumal, dañado por falla del revestimiento de unidades prefabricadas de concreto y acristalamiento en fachadas.



Ministerio de Educación, falla en paneles de mampostería.

Figura 7: Vulnerabilidad y daños observados en edificaciones en el terremoto de 1986. Fuente: The San Salvador Earthquake of 10 October 1986 – A Field Report by EEFIT, 1987. LPG (Archivo).

2.3.

SISTEMA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL, PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES DE EL SALVADOR

El Sistema Nacional de Protección Civil, Prevención y Mitigación de Desastres, se definió en la **“Ley de Protección Civil, Prevención y Mitigación de Desastres”**, decretada en 2005, y tiene la responsabilidad de formular y ejecutar los respectivos planes de trabajo de protección civil, de prevención del manejo del riesgo y de mitigación de los impactos de éstos. Este sistema es el principal marco para la gestión de riesgo de desastres en El Salvador; por tanto, el reforzamiento sísmico de edificios es un tema importante de abordar dentro de este sistema, ya que es parte de las acciones de la gestión del riesgo.

Como parte de los antecedentes del tema de reforzamiento dentro de este sistema, en el “Plan Nacional de Protección Civil, Prevención de Riesgos y Mitigación de Desastres (2018)” se define una acción relacionada con el reforzamiento estructural:

« Prioridad 3: Invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia; líneas estratégicas y resultados nacionales esperados.

... Procurada la reducción de la vulnerabilidad física de los hospitales, centros de salud y sus sistemas de agua potable...

.... Al menos en el 30% se ha reducido la vulnerabilidad física en hospitales, centros de salud y sistemas de agua potable «.

Asimismo, Protección Civil en conjunto con otras instituciones de gobierno central han formulado planes donde definen líneas de acción y protocolos relevantes para la gestión de riesgos.

Es importante que, en el desarrollo de planes de reforzamiento sísmico, se establezca una vinculación con el Plan de Protección Civil, así también otros planes estratégicos o de desarrollo, de forma que se generen políticas coherentes e integrales para la exitosa implementación de los planes de reforzamiento sísmico.



Fotografía:
Fuente Oficina de
Planificación del Área
Metropolitana de San
Salvador (OPAMSS)

3. PROCESO DE PLANIFICACIÓN DEL REFORZAMIENTO SÍSMICO

El proceso general de planificación del reforzamiento sísmico se desarrolla en 3 grandes fases, iniciando con la fase de “identificación”, seguida por la de “evaluación” y, por último, la fase de “implementación y seguimiento”.

La **fase de identificación** sirve para determinar cuáles edificios, de aquellos considerados en el alcance y que forman parte del inventario de la institución u organización, deberán someterse a evaluaciones sísmicas detalladas; *en aquellos casos que no sea posible proceder con la totalidad de estas evaluaciones debido a limitaciones financieras, técnicas o de otra índole, o bien cuando sólo sea posible realizar parte de ellas, se deberá realizar una planificación para desarrollar dichas evaluaciones a futuro.* Criterios orientativos para la preselección y priorización de edificaciones durante la fase de identificación pueden consultarse en los capítulos 3.1.2 y 3.1.4 de esta guía.

La fase de identificación podría desarrollarse típicamente en un período aproximado de 3 meses, este tiempo podrá ampliarse o reducirse acorde a las condiciones específicas de cada institución, la información base disponible, la cantidad de edificaciones y la facilidad de acceso a las mismas, los recursos financieros, materiales, tecnológicos y humanos de la institución, entre otros.

En la **fase de evaluación** se llevan a cabo revisiones a detalle de las edificaciones para las cuales se identificó la necesidad en la fase anterior, con el objeto de determinar y concluir sobre el requerimiento de realizar el reforzamiento sísmico de las mismas y desarrollar el diseño conceptual y estimaciones iniciales de costo para los trabajos de reforzamiento sísmico en aquellos casos que sea necesario.



Figura 8: Fases del proceso de planificación del reforzamiento sísmico de edificaciones.
Fuente: Elaboración propia

El desarrollo del plan de reforzamiento sísmico, es decir, proceder con la redacción de éste, luego de la finalización de las fases de identificación y evaluación (aún si las evaluaciones detalladas se hayan realizado de forma parcial o sólo identificado como actividades necesarias a planificar a futuro), podría realizarse en un período aproximado de 3 meses.

El plan de implementación del reforzamiento sísmico deberá definir los indicadores para darle seguimiento al progreso del plan y a los trabajos de reforzamiento sísmico; por otro lado, si parte o la totalidad de evaluaciones detalladas no ha sido realizada, éstas deberán ser incluidas en el plan y, consecuentemente, monitorearse.

En la **fase de implementación y seguimiento** se procede a ejecutar las actividades definidas en el plan de reforzamiento sísmico acorde a la calendarización propuesta en el mismo. En esta fase es de vital importancia la gestión y asignación de los recursos financieros y humanos requeridos para la adecuada implementación de las actividades contempladas en el plan de reforzamiento.

Aualmente deberá realizarse la revisión y actualización del plan de reforzamiento sísmico mediante su adecuado seguimiento, el cual permita verificar la existencia de retrasos en el progreso y proponer medidas correctivas de ser necesario para mejorar su proceso de implementación.

Para las actividades y desarrollo del plan de reforzamiento sísmico se considera como personal mínimo recomendado el siguiente:

Miembro del equipo	Funciones
Oficial(es) responsable(s) de la gestión de instalaciones/edificios	Responsable del desarrollo del plan de reforzamiento sísmico de edificios. Liderar y realizar las tareas requeridas.
Oficial(es) responsable(s) de la gestión del riesgo de desastres (o Protección Civil Municipal cuando aplique)	Responsable del desarrollo del plan de reforzamiento sísmico de edificios. Supervisar y coordinar las tareas requeridas en diferentes departamentos/secciones.
Oficial(es) responsable(s) de la planificación institucional / de gestión.	Asesorar el desarrollo del plan de reforzamiento sísmico de edificios desde el aspecto de la gestión institucional. Proporcionar información y asesoramiento necesario en línea con la estrategia institucional.
Oficial(es) responsable(s) de la gestión financiera y presupuestaria.	Asesorar el desarrollo del plan de reforzamiento sísmico de edificios en cuanto al aspecto financiero/presupuestario. Proporcionar retroalimentación sobre el aspecto financiero/presupuestario.

Tabla 1: Personal mínimo recomendado para desarrollar un plan de reforzamiento sísmico de edificaciones

Otros miembros de la institución podrán participar en actividades específicas de apoyo al desarrollo del plan de reforzamiento sísmico según se considere necesario o como miembros del equipo principal acorde a las condiciones específicas de la institución.

3.1. IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES

Para el desarrollo de un plan de reforzamiento sísmico, en primer lugar, es necesario llevar a cabo una evaluación del desempeño sísmico de los edificios propiedad de la entidad o institución, con el objeto de identificar aquellos que requieren la implementación de trabajos de reforzamiento sísmico.

Por tanto, el primer paso, es elaborar un listado o inventario de los edificios propiedad de la entidad o institución y preparar luego la implementación del diagnóstico y evaluación del desempeño.

Identificar la información disponible y las necesidades de la institución de recopilar o sistematizar información faltante es de vital importancia en el proceso de planificación del reforzamiento sísmico para un uso eficiente y eficaz de los recursos y la optimización de los tiempos de ejecución.



3.1.1. PREPARACIÓN DEL INVENTARIO DE EDIFICACIONES

Para preparar el listado o inventario de edificaciones, cierta información básica debe ser recopilada (o sistematizada en caso de existir) y organizada adecuadamente.

Se presenta una ficha sugerida para el inventario de edificaciones como instrumento para recolectar la información básica requerida posteriormente para el desarrollo del plan de reforzamiento sísmico. Esta ficha puede ser implementada por las instituciones de forma física o mediante el uso de tecnologías que faciliten y agilicen la recolección de información y permitan luego su uso para otros fines.

En aquellos casos que las instituciones ya posean inventarios de edificaciones, los mismos podrán ser complementados recolectando la información faltante de la ficha anexa, de forma tal que se disponga de información suficiente que permita posteriormente el desarrollo del plan de reforzamiento sísmico de edificaciones.

Apartados adicionales podrán agregarse a la ficha propuesta en aquellos casos que sea del interés de la institución recolectar información específica clave para la gestión de sus edificaciones en el marco del desarrollo de un plan de reforzamiento sísmico o para otros fines estratégicos.

Nombre del edificio	Identificación de la ubicación
Municipio	Identificación de la ubicación
Dirección	Identificación de la ubicación
Uso de la edificación	Se deberá registrar el uso principal de la edificación, en caso de contar con usos mixtos es importante también hacer registro de éstos. Esta información será de utilidad para identificar la importancia de la edificación.
Cantidad de ocupantes o usuarios	Se deberá registrar el número de ocupantes o usuarios promedio de la edificación. En el caso de hospitales, se deberá registrar el número de camas; para escuelas, el número de alumnos.
Número de pisos	Se deberá registrar el número de niveles de la edificación, identificando la cantidad de pisos sobre el nivel de terreno y también la cantidad de niveles de sótano en caso existan.
Área de construcción (m2)	Se deberá registrar el área de construcción total de la edificación. En caso de conocer el área de construcción por nivel también será importante hacer constar esta información.
Año de construcción	El año de construcción es un factor importante para considerar la vulnerabilidad de una edificación. En aquellos casos que el año de construcción exacto sea desconocido podrá indicarse un rango estimado.
Planos estructurales	Se indica si existen planos estructurales de la edificación, si los mismos están disponibles y en qué formato pueden consultarse (físico o digital).
Plano arquitectónicos	Se indica si existen planos arquitectónicos de la edificación, si los mismos están disponibles y en qué formato pueden consultarse (físico o digital).
Estudios o investigaciones previas	Se deberá indicar si existen investigaciones previas de la edificación y el suelo donde ésta se desplanta, tales como pruebas de materiales, exploraciones, estudios geotécnicos, u otros. Se deberá indicar si estos estudios están disponibles y en qué formato pueden consultarse (físico o digital).
Identificación de daños	Se deberá registrar si la edificación presenta daños en sus elementos debido a eventos previos y si existen evaluaciones o informes previos que puedan ser consultados.
Evaluación Sísmica	Se consulta si se han realizado evaluaciones sísmicas en el pasado o no. Si se han realizado, cuando, cómo y sus resultados.
Obras de reforzamiento sísmico	Se consulta si se han implementado obras de reforzamiento sísmico previamente. Si se han realizado, cuándo, cómo, código de referencia, etc.
Otras observaciones	Comentarios u observaciones adicionales de interés que se consideren pertinentes

Tabla 2: Ítems requeridos para el inventario de edificaciones

La información recabada en el inventario de edificaciones también podrá ser utilizada para determinar la prioridad de las edificaciones para realizar su evaluación sísmica.

3.1.2.

PROCESO DE PRESELECCIÓN

Cuando la entidad que está desarrollando su plan de reforzamiento sísmico es propietaria de un gran número de edificaciones, es conveniente realizar un proceso previo de preselección con el objeto de limitar el alcance del número de edificaciones, incluso de aquellas que serán consideradas para realizar evaluaciones simplificadas.

Por ejemplo, edificios diseñados y construidos acorde al último código sísmico podrían ser excluidos de los edificios objetivo a ser reforzados.

Los criterios de preselección pueden dar una menor prioridad a:

- Edificios en zonas de bajo riesgo sísmico y con condiciones de suelos rígidos.
- Edificios diseñados y construidos utilizando el código sísmico vigente.
- Edificios que ya han sido reforzados sísmicamente y por tanto cumplen los requisitos del código sísmico vigente.
- Edificios de baja altura (3 pisos o menos) de concreto reforzado o acero sin irregularidades estructurales significativas en planta y elevación, con claros o luces de vigas cortos.

Las instituciones también podrán considerar la necesidad o importancia de realizar planes de reforzamiento sísmico para regiones o áreas territoriales específicas vistas las condiciones locales o la importancia estratégica, económica o social de las edificaciones de dicha región en cuanto a la reducción de riesgo de desastres por terremotos.

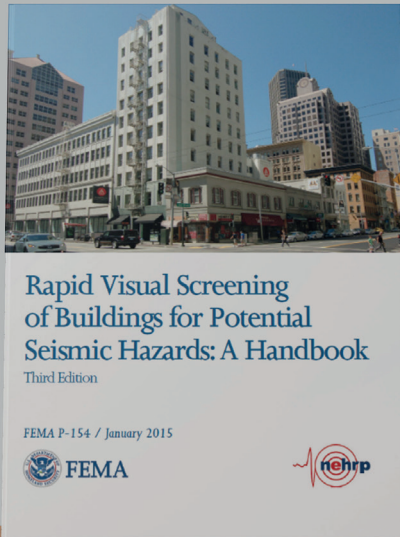
3.1.3.

EVALUACIÓN SÍSMICA PRELIMINAR

Para identificar aquellos edificios que deberían someterse a una evaluación sísmica detallada se deberá realizar una evaluación sísmica preliminar, la cual consiste básicamente en un diagnóstico y una evaluación simplificada.

En lo relativo a las metodologías para la evaluación sísmica preliminar de las edificaciones, podrán utilizarse metodologías cualitativas o cuantitativas, referidas en estándares nacionales o internacionales, que sean aplicables a las condiciones y características de las edificaciones a evaluar, acorde a criterios definidos por la institución que desarrolla el plan de reforzamiento sísmico o las recomendaciones de expertos.

Procedimientos como el establecido en el estándar *FEMA P-154 EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE EDIFICIOS CON AMENAZAS SÍSMICAS POTENCIALES* pueden ser utilizados como herramientas para identificar, inventariar y evaluar edificios que son potencialmente peligrosos en términos sísmicos.



El procedimiento RVS (Evaluación Visual Rápida, RVS por sus siglas en inglés) utiliza una metodología basada en la inspección visual de la edificación desde el exterior y, si es posible, el interior, con un formulario de recopilación de datos. A partir de la información recolectada durante la evaluación visual, se calcula el puntaje obtenido para la edificación, el cual surge de un puntaje base que es afectado por diversos factores, tales como irregularidad vertical, irregularidad horizontal, tipo de suelo, año de construcción respecto de la primera normativa sísmica, etc.

Dicho puntaje proporciona una indicación del desempeño sísmico de la edificación, correspondiendo puntajes más altos a un mejor desempeño sísmico y puntajes más bajos a un menor desempeño sísmico.

Una vez que un edificio se identifica como potencialmente peligroso, éste debe ser evaluado a detalle por un profesional con experiencia en el diseño sísmico, con el objeto de determinar si, de hecho, representa un peligro sísmico y así emprender posteriormente las acciones necesarias para su tratamiento.

3.1.4. PRIORIZACIÓN

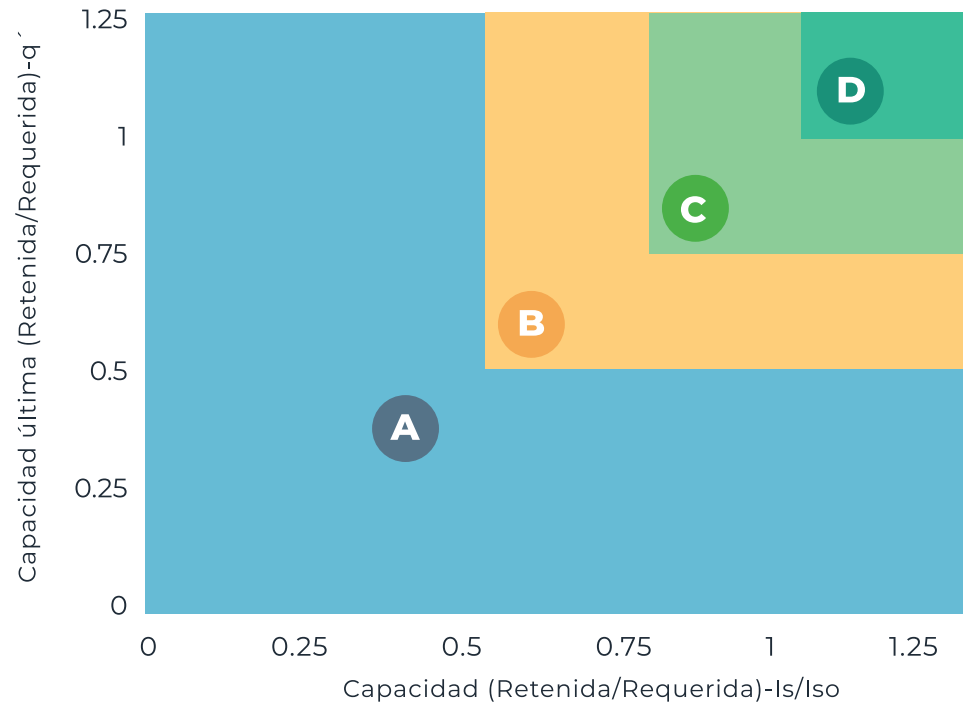
Una vez realizada la evaluación sísmica preliminar, el listado de los edificios que requieren una evaluación sísmica detallada deberán someterse a un proceso de priorización, tomando en cuenta factores como:

- El nivel de amenaza sísmica.
- El año de construcción (código de diseño sísmico aplicado).
- Uso del edificio y su importancia.
- Número de pisos y área total de construcción.
- Capacidad de ocupación.
- Estado y condición general de la construcción. Por ejemplo, resistencia de los materiales y calidad de la construcción, condiciones de los suelos donde la edificación se desplanta, evidencia de deflexiones en vigas o columnas, o asentamientos, evidencia de daño o patologías estructurales, entre otros.
- Nivel de desempeño sísmico.
- Otros que puedan ser considerados como aplicables a la institución u organización que desarrolla el plan de reforzamiento.

En el caso de Japón, la priorización para el reforzamiento de edificaciones se basa en la capacidad sísmica de la edificación en función de la capacidad sísmica requerida por el código sísmico vigente. Por ejemplo, edificaciones cuya capacidad sísmica es menor al 50% de la requerida por el código sísmico vigente se consideran como edificaciones que deben ser urgentemente reforzadas (Ver Figura 10).

Figura 10: Lineamientos para el reforzamiento sísmico de edificaciones públicas como centros de prevención de desastres en Japón.

Fuente: Adaptado de Agencia para la Gestión de Incendios y Desastres del Japón (FDMA, por sus siglas en inglés).



Nivel de desempeño		Prioridad	
La capacidad sísmica retenida es significativamente menor que la capacidad sísmica requerida	A	1	Grupo de edificaciones que necesitan ser urgentemente reforzadas para ser sismo resistentes.
La capacidad sísmica retenida es menor que la capacidad sísmica requerida	B	2	Grupo de edificaciones que necesitan ser reforzadas lo más pronto posible para ser sismo resistentes.
	C	3	Grupo de edificaciones que necesitan ser reforzadas para ser sismo resistentes.
La capacidad sísmica retenida excede la capacidad sísmica requerida	D	-	No necesitan ser reforzados sísmicamente

En casos de edificaciones escolares, la priorización podrá considerar criterios tales como:

- Nivel de desempeño sísmico del centro escolar (cualitativo o cuantitativo), en función del sistema estructural (incluyendo consideraciones de su estado actual) y año de construcción.
- Número de estudiantes que hacen uso de las instalaciones y edificaciones escolares destinadas a brindar educación inicial (0 a 3 años) o parvularia (4 a 6 años), vista la vulnerabilidad de los usuarios.
- Metros cuadrados de construcción.

3.2.

PROCESOS PRELIMINARES/PREPARATORIOS PARA LA EVALUACIÓN SÍSMICA DETALLADA

Una vez se han identificado los edificios priorizados para realizar evaluaciones detalladas del desempeño sísmico, se procede con la ejecución.

Para llevar a cabo las actividades de evaluación sísmica detallada, diseño del reforzamiento sísmico y estimación de costos preliminares, las entidades podrán contratar servicios de consultores o especialistas externos para realizar parte o la totalidad de estas, o bien realizarlas con personal de la institución cuando éstos posean las competencias requeridas para estas actividades.

Para aquellos casos donde la institución deba contratar servicios de consultoría, deberá procederse con la preparación de los documentos contractuales requeridos acorde a la Ley de Compras Públicas (LCP), su reglamento y normativa emitida por la DINAC (Dirección Nacional de Compras Públicas), realizando oportunamente los procedimientos técnicos y administrativos correspondientes a través de las unidades respectivas para viabilizar los procesos de contratación. El alcance de los trabajos relativos a la evaluación sísmica detallada, diseño del reforzamiento sísmico y estimación de costos preliminares, podrá variar en función del alcance definido por la institución, la disponibilidad de recursos financieros, limitantes de recursos humanos, entre otros, por lo que estas actividades podrán realizarse en diversas etapas o fases hasta completar su totalidad.

Es importante en estos casos que las actividades de evaluación sísmica detallada, diseño del reforzamiento y estimación de costos preliminares que vayan a realizarse a futuro sean reflejadas en un plan como parte de los procesos necesarios y garantizar que, de ser requerido en dichas edificaciones, se culmine con la implementación de sus trabajos de reforzamiento.

En cuanto a aspectos técnicos relativos a las metodologías de evaluación o diseño del reforzamiento sísmico de edificaciones, podrán consultarse estándares nacionales o internacionales de referencia aplicables a las condiciones y características de las edificaciones consideradas en el alcance.

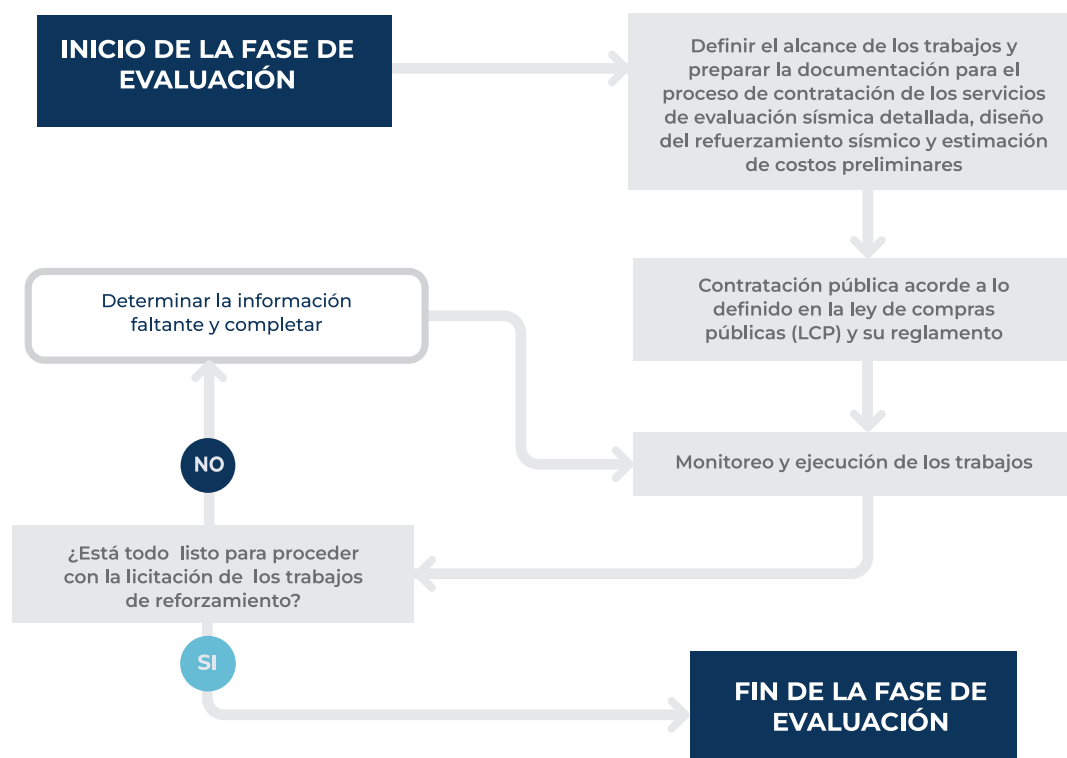


Figura 11: Diagrama de flujo de la fase de evaluación. Fuente: Elaboración propia.

A efectos de establecer provisiones financieras para las actividades descritas, las instituciones podrán utilizar referencias de costos históricos, relaciones índices basadas en experiencias nacionales o extranjeras, o cualquier otra metodología aplicable a las condiciones e información base disponible.

3.3. PLANIFICACIÓN DEL REFORZAMIENTO SÍSMICO

Una vez se han identificado las necesidades relativas a cada edificación considerada en el alcance del proceso de planificación, ya sea que para éstas se haya concluido a través de su evaluación sísmica detalla la necesidad de llevar a cabo trabajos de reforzamiento sísmico, y se haya definido su método y costos estimados, o bien que deba realizarse dicha evaluación para concluir sobre el desempeño sísmico de la edificación y proceder así según sea necesario, debe establecer el plan de reforzamiento sísmico con el objeto de implementar y monitorear las actividades de forma eficiente y constante a lo largo del tiempo.

3.3.1.

CONTENIDO DEL PLAN

El plan para el reforzamiento sísmico deberá considerar, como mínimo, el siguiente contenido:

- 1. Enfoque básico para el reforzamiento sísmico.
- 2. Coherencia con el plan de desarrollo institucional.
- 3. Estado actual de los edificios de la institución.
- 4. Meta/Objetivo para la tasa de reforzamiento sísmico.
- 5. Edificios que ya son sísmicamente resistentes.
- 6. Edificios a ser reforzados.
- 7. Desempeño sísmico meta/objetivo.
- 8. Criterios para el reforzamiento sísmico.
- 9. Estimaciones preliminares del costo para el reforzamiento sísmico.
- 10. Plan anual para el reforzamiento sísmico de edificaciones de la institución.

El contenido del plan se desarrolla en tres partes principales, denominadas, 1) Justificación (corresponde a los ítems 1 y 2), 2) Definición de Objetivos (Ítems 3 al 9), y 3) Planificación anual (Ítem 10).

Otros apartados podrán ser incluidos cuando la institución los considere necesarios para ampliar, definir, acotar o aclarar cualquier aspecto relativo a la planificación del reforzamiento sísmico y a la implementación de las actividades contenidas en el mismo.

3.3.2.

JUSTIFICACIÓN

Este apartado consiste en los siguientes ítems.

- 1. Enfoque básico para el reforzamiento sísmico.
- 2. Coherencia con el plan de desarrollo institucional.

El objetivo de este apartado es exponer la justificación para la elaboración del plan, es decir, explicar por qué es necesario implementar el reforzamiento sísmico de las edificaciones de la institución y cómo esto es relevante para las metas de sus planes estratégicos. Así también se busca establecer la necesidad urgente de promover el diagnóstico y el reforzamiento sísmico de una manera sistemática e integrada como medio para proteger las vidas de los ciudadanos y los bienes públicos o privados ante posibles terremotos de gran escala y para la creación de ciudades más resilientes ante los desastres.

Un plan para el reforzamiento sísmico de edificios, por tanto, se espera que sea un programa estratégico para implementar sistemáticamente el reforzamiento sísmico, tomando en consideración el estado actual de las edificaciones de la institución o entidad, el progreso en el reforzamiento sísmico de cada edificio individual y su estado futuro deseable.

A su vez, en el caso de edificios públicos, el plan de reforzamiento sísmico debe abordar

la importancia de promover la resistencia sísmica de dichos edificios, las políticas y planes de alto nivel, así como leyes y regulaciones relevantes. Debe también garantizar la coherencia con la política de Protección Civil, planes de desarrollo, planes estratégicos y planes maestros.

En caso de que no existan aspectos relevantes relacionados con el reforzamiento sísmico en las políticas o planes relevantes, estos deben ser revisados de manera que el reforzamiento sísmico sea posicionado como un componente de estos, reconociéndolo como una pieza fundamental dirigida a disminuir la vulnerabilidad física y social frente a los eventos de desastre por terremoto.

3.3.3. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

Este apartado consiste en los siguientes ítems.

1. Estado actual de los edificios de la institución.
2. Meta/Objetivo para la tasa de reforzamiento sísmico.
3. Edificios que ya son sísmicamente resistentes.
4. Edificios a ser reforzados.
5. Desempeño sísmico meta/objetivo.
6. Criterios para el reforzamiento sísmico.
7. Estimaciones preliminares del costo para el reforzamiento sísmico.

El ítem 1, “Estado actual de los edificios de la institución”, es un resumen del listado de edificaciones de la institución o entidad y los resultados generales del proceso de identificación y evaluación, ya sea que se haya realizado evaluaciones del desempeño sísmico a detalle o que se haya únicamente identificado las edificaciones para las cuales deban realizarse dichas evaluaciones a futuro. Por ejemplo, se puede desarrollar una tabla resumen como la presentada a continuación.

Año de construcción del edificio	Estado	Tipo de edificación/ Uso 1	Tipo de edificación/ Uso 2	Tipo de edificación/ Uso 3
Antes de 1997	Desempeño sísmico satisfactorio			
	Reforzamiento			
	Identificación de la ubicación			
	Evaluación sísmica a detalle ha sido realizada, pero trabajos de reforzamiento no han sido implementados			
	Evaluación detallada no ha sido realizada			
Después de 1997	Desempeño sísmico satisfactorio			
TOTAL				

El Ítem 2, “Meta/Objetivo para la tasa de reforzamiento sísmico”, deberá describir las metas u objetivos futuros relativos al reforzamiento sísmico de las edificaciones consideradas en el alcance del plan. Podrá definirse mediante porcentajes o número de edificaciones según se estime conveniente.

Como ejemplo, puede tomarse la siguiente estructura general:

- *XX%, Porcentaje de los edificios de la institución poseen desempeños sísmicos satisfactorios (es decir, fueron diseñados y construidos en cumplimiento del código sísmico vigente)*
- *YY%, Porcentaje de los edificios de la institución deberán ser sismo resistentes para el año AAAA*
- *ZZ%, Porcentaje de los edificios de la institución que deberán ser sismo resistentes para el año AAAA.*

Un desglose o detalle adicional también puede generarse por tipologías, grupos o usos específicos utilizando la misma estructura presentada anteriormente.

Establecer indicadores medibles es clave para el seguimiento de las actividades contempladas en el plan de reforzamiento sísmico, pues estos permiten cuantificar el avance en su cumplimiento y de ser necesario establecer medidas correctivas o cambios para su efectiva implementación.

El Ítem 3, “Edificios que ya son sísmicamente resistentes”, tiene como objeto delimitar o establecer cuáles edificios, actualmente, no necesitan implementar reforzamiento sísmico. Por lo regular, estos son :

- Edificios diseñados y construidos según el último código sísmico,
- Edificios para los cuales se ha confirmado mediante la realización de una evaluación sísmica detallada, que poseen suficiente capacidad sísmica.
- Edificios previamente reforzados para alcanzar el nivel de desempeño del último código.

Es importante señalar que, cualquier futura actualización del código sísmico, puede generar la necesidad de reforzar estos edificios. Por otro lado, también es posible tomar la decisión de reforzar edificios que ya son sísmicamente resistentes para incrementar su capacidad más allá de los requerimientos mínimos del último código sísmico en vista de su importancia.

El Ítem 4, “Edificios a ser reforzados”, tiene como objeto identificar los edificios para los cuales deberán implementarse trabajos de reforzamiento sísmico. Estos típicamente son edificios que fueron diseñados o construidos acorde a códigos sísmicos antiguos y para los cuales se ha determinado a través de una evaluación sísmica detallada que el reforzamiento sísmico es necesario para alcanzar los requerimientos del último código sísmico.

Los edificios para los cuales se ha tomado la decisión de la reconstrucción, ya sea por factores técnicos, financieros o de otra índole, deberán también ser identificados en este ítem y reflejarse como parte del plan.

Si existen edificios para los cuales se identificó la necesidad de realizar evaluaciones sísmicas a detalle, pero éstas aún no se han realizado al momento de desarrollar el

plan. Dichas evaluaciones deberán reflejarse como parte de este como actividades necesarias para definir si esos edificios requieren o no trabajos de reforzamiento sísmico que deban luego incorporarse al plan en revisiones futuras.

El Ítem 5, “Desempeño sísmico meta/objetivo”, busca definir cuál es el nivel de desempeño requerido para las edificaciones contempladas en el plan de reforzamiento. Por lo general, dicho nivel es el requerido según el último código sísmico.

Diferentes niveles, paso a paso, pueden ser establecidos dependiendo del uso de la edificación, su importancia, su capacidad sísmica actual, la urgencia de la intervención y la disponibilidad de financiamiento (por ejemplo, puede establecerse un nivel mínimo requerido y un máximo deseable).

El Ítem 6, “Criterios para el reforzamiento sísmico”, debe describir ampliamente los criterios aplicables, considerando el objetivo de desempeño sísmico y prioridades.

Típicamente, se debería dar prioridad a:

- Edificios con muy baja capacidad sísmica.
- Edificios importantes para la respuesta ante la emergencia y para suministrar atención o cuidados médicos.
- Edificios con altas capacidades de ocupación.
- Edificios que prestan servicios a usuarios con dificultades para la evacuación.
- Edificios que contienen o tratan materiales peligrosos.

El Ítem 7, “Estimaciones preliminares del costo para el reforzamiento sísmico”, debe abordar los costos estimados de:

- Diseño detallado del reforzamiento sísmico o reconstrucción.
- Trabajos de reforzamiento sísmico o reconstrucción.
- Evaluaciones sísmicas detalladas (para los edificios que aún no se haya llevado a cabo).
- Cualquier otro costo relacionado (por ejemplo, costos de reubicación durante los trabajos de construcción).

Esto debería ser calculado en función de las estimaciones de costos realizadas por los contratistas que llevaron a cabo la evaluación sísmica a detalle y acorde a las prácticas requeridas para los procesos de contratación pública.

En aquellos casos donde las evaluaciones sísmicas a detalle no han sido realizadas, podrá estimarse su costo futuro utilizando referencias de costos históricos de experiencias previas de la institución, relaciones índices basadas en experiencias nacionales o extranjeras, o cualquier otra metodología aplicable a las condiciones e información base disponible.

Estándares como FEMA 156 “COSTOS TÍPICOS PARA LA REHABILITACIÓN SÍSMICA DE EDIFICIOS EXISTENTES” pueden ser utilizados como referencia para el costeo de los trabajos de reforzamiento sísmico de edificaciones. FEMA 156 permite al usuario aplicar cualquiera de tres técnicas típicas de estimación de costos, desde una muy simple hasta una bastante compleja, dependiendo de sus necesidades o de la disponibilidad de información.

La opción o técnica 1 requiere que el usuario conozca el grupo del edificio (tipología), el área de construcción y el año para el cual se desean los costos típicos. Los costos típicos obtenidos con la opción 1 se consideran adecuados para discusiones muy generales sobre los posibles costos de rehabilitación sísmica para grandes inventarios.

La opción o técnica 2 necesita conocer la información requerida para la opción 1, la sismicidad de zona donde se ubica la edificación y el objetivo de desempeño sísmico deseado. Los costos típicos derivados del uso de la opción 2 se consideran lo suficientemente precisos para fines de planificación.

La opción o técnica 3, además de la información requerida para la opción 2, requiere conocer la antigüedad del edificio o edificios, el número de pisos, el tipo de ocupación (oficinas, residencial) y la condición de ocupación (vacante, en uso durante la rehabilitación). A cambio de invertir un mayor esfuerzo para recopilar esta información adicional y realizar algunos cálculos matemáticos, el usuario obtiene la definición más rigurosa matemáticamente posible de los costos típicos mediante el uso de esta base de datos.

Los valores a adoptar para los factores de ajuste en las diferentes técnicas podrán variar en función de los criterios adoptados por el equipo de profesionales a cargo de desarrollar el plan de reforzamiento sísmico de edificaciones.

Es importante recordar que, los costos reflejados en el plan de reforzamiento sísmico serán de carácter estimado cuando aún no se hayan realizado las actividades de evaluación y diseño a detalle, por lo que, sólo al llevar a cabo las mismas podrá disponerse de un costo preliminar de los trabajos de reforzamiento aproximado al costo real de dicha actividad.

Es importante recordar que, los costos reflejados en el plan de reforzamiento sísmico serán de carácter estimado cuando aún no se hayan realizado las actividades de evaluación y diseño a detalle, por lo que, sólo al llevar a cabo las mismas podrá disponerse de un costo preliminar de los trabajos de reforzamiento aproximado al costo real de dicha actividad.



3.3.4.

PLAN ANUAL DE REFORZAMIENTO SÍSMICO Y PRESUPUESTO

Este apartado cubre el ítem siguiente:

10. Plan anual para el reforzamiento sísmico de edificaciones de la institución

Basado en la priorización, las estimaciones preliminares de costos y la disponibilidad de financiamiento, la planificación anual debe ser realizada, como mínimo, para el siguiente año fiscal.

El plan anual deberá identificar los trabajos a ser implementados, sus costos y plazos. Acorde a lo detallado en dicho plan, la institución deberá realizar los requerimientos de presupuesto para cubrir las actividades a implementar.

3.3.5.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Las instituciones podrán canalizar diferentes fuentes de financiamiento para la realización de las actividades de evaluación, diseño y trabajos de reforzamiento sísmico de sus edificaciones.

De experiencias previas en El Salvador se identificaron las siguientes fuentes de financiamiento:

- Fondo General de la Nación.
- Recursos propios.
- Prestamos externos e internos.
- Cooperación o donaciones.
- Fondo Salvadoreño para Estudios de Preinversión (FOSEP).

Otros mecanismos de financiamiento adicionales a los listados podrán ser utilizados por las instituciones acorde a sus marcos legales de funcionamiento.

Para garantizar los aprovisionamientos financieros para la implementación del plan de reforzamiento sísmico, las instituciones deberán realizar oportunamente los procesos administrativos correspondientes previo al año fiscal a ejecutar.

3.4.

ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE TRABAJO INSTITUCIONAL ANUAL

En paralelo con la formulación del plan de reforzamiento sísmico, las tareas y trabajos requeridos para dar cumplimiento al plan deben ser integrados en el plan de trabajo anual de la institución con el objetivo de garantizar su futura ejecución.



Fotografía:
Fuente Oficina de
Planificación del Área
Metropolitana de San
Salvador (OPAMSS)

4. IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN Y SEGUIMIENTO

El plan de reforzamiento sísmico debe ser implementado y monitoreado hasta el cumplimiento de su objetivo general.

4.1. IMPLEMENTACIÓN

La implementación del diseño y trabajos de construcción deben atender las leyes, regulaciones y prácticas de los procesos existentes para la contratación pública, regulados a través de la Ley de Compras Públicas (LCP), su Reglamento y normativa emitida por la DINAC.

Los métodos de contratación serán aquellos definidos por la LCP como procedimientos de selección del contratista que cada institución utilizará para contratar las obras, bienes, servicios y consultorías para la consecución de sus fines, también se podrá hacer referencia a los mismos como procesos de adquisición o de compra.

Cuando se contrate obras, bienes y servicios de no consultoría, aplicarán los siguientes procedimientos de selección del contratista:

- a.) Licitación Competitiva.
- b.) Comparación de precios.
- c.) Contratación Directa.
- d.) Baja cuantía.

Para la contratación de servicios de consultoría, aplicarán los siguientes procedimientos de selección del contratista:

- a) Selección basada en calidad y costo.
- b) Selección basada en la calidad.
- c) Selección basada en precio fijo.
- d) Selección al menor costo.
- e) Selección basada en calificaciones de los consultores.
- f) Selección de fuente única.
- g) Consultores individuales.

Las instituciones deberán incluir en su Planificación Anual de Compras (PAC) todos los procesos de compra de obras, bienes y servicios, así como las consultorías, relacionados con las actividades del plan de reforzamiento sísmico para el año en cuestión. Se deberá establecer el valor estimado para cada contrato, entre otra información relevante. El PAC tiene como función principal servir como una herramienta de gestión mediante la cual cada institución organiza y controla las contrataciones, y el enfoque de implementación

de sus procedimientos, según el objeto contractual; debiendo ser elaborado anualmente y se actualizará periódicamente.

Para el caso de entidades privadas, deberán registrarse por su plan y mecanismos de compra, asegurando la contratación de profesionales idóneos para los procedimientos objeto del contrato de prestación de servicios.

4.1.1.

CONTRATACIÓN DE TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN

Acorde a lo definido en la LCP, “las contrataciones de obras, corresponden a la realización de obras o construcciones de beneficio o interés general o administrativas, sea mediante la alteración del terreno o del subsuelo, sea mediante la edificación, remodelación, reparación, demolición o conservación, o por cualquier otro medio; además, incluyen obras públicas preventivas y/o para atender las necesidades en caso de estados de emergencia, que busquen mitigar riesgos, restablecer conexiones viales o realizar cualquier obra o construcción necesaria para reducir la vulnerabilidad frente a fenómenos naturales u otros”.

Tomando en cuenta la obra pública a realizar, la institución decidirá bajo criterios jurídicos, técnicos, financieros, económicos y de gestión, la modalidad de cotización o de pago, ya sea suma alzada, precios unitarios, costo más porcentaje o cualquier otra que resulte aplicable. Esto deberá indicarse en el documento de solicitud y deberá quedar acreditado el análisis que lo sustenta en el expediente electrónico.

De igual manera, incluirá la decisión del tipo de contrato que puede ser llevado a cabo por un contratista, ya sea una de estas modalidades o combinación, que podrá ser diseño, construcción, equipamiento, conservación, llave en mano, diseño y supervisión, gestión, alguna combinación de las anteriores o cualquier otra aplicable, conforme a buenas prácticas internacionales.

La institución deberá entregar la información suficiente para que el oferente pueda preparar su oferta según la modalidad de pago y el tipo de contrato. Dicha resolución deberá ser conocida, según el caso, por la DINAC, antes de proceder a convocar la licitación correspondiente.

Las obras que la administración pública deba construir o reparar, deberán contar por lo menos con los siguientes tres componentes: **a) el diseño; b) la construcción; y c) la supervisión.** Dichos componentes deberán ser ejecutados por personas naturales o jurídicas diferentes para cada fase.

Excepcionalmente, la autoridad competente de la institución podrá razonar mediante una resolución o acuerdo, que la obra por su naturaleza o complejidad sea diseñada y construida, diseñada y supervisada o entregada “llave en mano”, por el mismo contratista.

Dicha resolución deberá ser conocida, según el caso, por el Consejo de Ministros, el Concejo Municipal, antes de proceder a convocar la licitación correspondiente.

Los contratos para la construcción de obras que la administración pública deba formalizar, sean de diseño, construcción o supervisión, incluirán, en sus respectivos instrumentos contractuales entre otros elementos, los señalamos a continuación:

- a) La autorización ambiental, de salud, municipal o cualquier otra que por su naturaleza la obra necesita antes de iniciar su construcción;
- b) El estudio previo que se realizó y que demostró la factibilidad de la obra. Si el constructor no teniendo intervención en el diseño, o el supervisor de la obra, manifiesta su desacuerdo con el diseño proporcionado por la institución, podrá dentro del proceso respectivo, presentar una opción más favorable para la obra a contratar. El plazo y etapa para dicha presentación se regulará en los documentos de solicitud;
- c) La declaración del contratista o contratistas, que conoce y está de acuerdo con el diseño proporcionado por la institución, siendo factible realizarlo con los materiales, precio y plazo convenido, así como de supervisarlo en los casos de los que lleven a cabo ese componente;
- d) Cualquier otra que se establezca en el reglamento de la LCP, documentos de solicitud o especificaciones técnicas, así como tomar de parámetros para el establecimiento de especificaciones estándares internacionales en cuanto al manejo y ejecución de los contratos de obra.

4.1.2. PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE PERMISOS DE CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES

Es de vital importancia que la institución, para la adecuada implementación de su plan de reforzamiento sísmico, obtenga oportunamente las autorizaciones o permisos de las entidades competentes, tales como permisos de construcción u otros que sean aplicables dado las condiciones específicas de cada intervención.

A efectos de obtener estas autorizaciones, la institución deberá recolectar la información técnica y legal acorde a los requerimientos para cada trámite establecidos por la entidad competente. Asimismo, deberán considerarse las provisiones financieras requeridas para el pago de cualquier arancel, tarifa o tasa relativo a la obtención de las autorizaciones requeridas acorde a lo definido por la reglamentación de las entidades competentes.

El alcance técnico requerido por las instituciones competentes, en cuanto a la documentación del proyecto, también deberá considerarse al momento de contratar los servicios de evaluación sísmica detallada y de diseño del reforzamiento sísmico, de forma tal que la información generada sea suficiente y satisfactoria para la obtención de las autorizaciones requeridas.

Otros requerimientos complementarios de índole técnico o legal deberán también ser considerados en la etapa de diseño y desarrollo del proyecto de reforzamiento,

de manera que se dé cumplimiento a los requerimientos de ley establecidos para proyectos de esta naturaleza.

4.1.3.

SEGUIMIENTO DE LOS TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN

El propietario de la edificación debe monitorear adecuadamente los trabajos de construcción y a los contratistas, en el marco de sus roles y responsabilidades, especialmente como propietario de una edificación pública.

Según lo definido en la LCP, sin perjuicio de lo pactado en los contratos de supervisión de obras públicas, inclusive si se designará un supervisor interno por parte de la institución si cuenta con tales recursos, es obligación que las instituciones nombren a los administradores de contratos, para comprobar la buena marcha de la obra y el cumplimiento de los contratos

En lo referente a aspectos técnicos relativos a la supervisión de la construcción de obras de reforzamiento sísmico, podrán consultarse estándares nacionales o internacionales de referencia aplicables.

4.2. SEGUIMIENTO

La etapa de seguimiento del plan de implementación debe realizarse a través de la revisión y actualización anual del plan.

El seguimiento es un mecanismo para verificar el progreso del plan, identificar las causas de cualquier retraso en su progreso y mejorar los métodos de su implementación. Se deberá considerar lo siguiente:

- El sistema de implementación debe ser detallado, incluyendo lo relativo a los tiempos de implementación, los métodos de evaluación y el departamento encargado del plan de monitoreo o seguimiento.
- Si ya existe implementado un sistema (organización de la evaluación técnica, de la evaluación financiera y de la auditoría externa), su utilización también debe ser considerada.
- Existen dos tipos de sistemas de seguimiento: cuantitativos y cualitativos. En el primer caso, es necesario establecer los métodos de evaluación, incluyendo la determinación de los indicadores para la medición de progresos (y el desarrollo de información o datos para dicho propósito, en caso de ser necesario) y la relación con los criterios de evaluación relativos a los productos y resultados esperados.

- Explicación de los procesos para analizar dificultades o problemas relacionados con la evaluación, informar sobre ellos e implementar mejoras.
- Desde la perspectiva de garantizar la transparencia y la responsabilidad del cuerpo administrativo, los resultados del monitoreo deben ser en principio de carácter público.

4.2.1. PROGRESO DEL PLAN ANUAL

El progreso de la planificación anual del plan de reforzamiento sísmico debe ser monitoreado a través del plan de trabajo institucional, donde se integran las tareas y los trabajos requeridos.

Por tanto, el plan de reforzamiento sísmico debe ser revisado y actualizado anualmente.

La revisión es un esfuerzo para verificar los supuestos hechos al inicio del proceso de planificación y los cambios en las diversas circunstancias relativas al plan, de manera que se pueda determinar si el plan actual sigue siendo apropiado. Dado que las circunstancias relacionadas con el plan usualmente cambian a lo largo del tiempo, la revisión debe ser realizada periódicamente después de un lapso apropiado.

La revisión anual del progreso del plan debe incluir como mínimo lo siguiente:

- Revisión de los resultados de la implementación del plan anual.
- Revisión del estado presupuestario del plan del año siguiente.
- Identificación e implementación de acciones correctivas.
- Revisión y actualización del plan general y del plan anual de implementación en caso de desviaciones significativas con respecto al plan inicial y/o cambios importantes en las condiciones.

Por otro lado, después de eventos sísmicos de mediana a gran magnitud donde nuevos problemas hayan sido identificados, el plan también deberá ser revisado y modificado según sea requerido.

4.2.2. INDICADORES DE DESEMPEÑO

El uso de indicadores de cumplimiento es altamente recomendado con el propósito de tener una visión clara del progreso y logro del plan y sus objetivos.

Por ejemplo, la tasa de reforzamiento sísmico (porcentaje de edificios que han sido reforzados sísmicamente, es decir, aquellos que poseen capacidad sísmica equivalente a los requerimientos del código sísmico vigente) es un indicador medible fácil de comprender.

Por ejemplo, en el caso de Japón, pueden consultarse estadísticas anuales relativas a las tasas de sismoresistencia alcanzadas en edificaciones públicas utilizadas como

centros de prevención de desastres (Figura 12), hospitales y centros médicos para la atención posterior a terremotos (Figura 13) y escuelas públicas de los niveles de primaria y secundaria (Figura 14). Estos indicadores permiten conocer el progreso en la implementación del reforzamiento sísmico de edificaciones en relación a las metas definidas en los planes de nivel nacional, regional o municipal, facilitando la comprensión del grado de cumplimiento de las tasas esperadas y permitiendo a su vez el monitoreo de las mismas a lo largo del tiempo.

EDIFICIOS PÚBLICOS QUE SIRVEN COMO CENTROS DE PREVENCIÓN DE DESASTRES

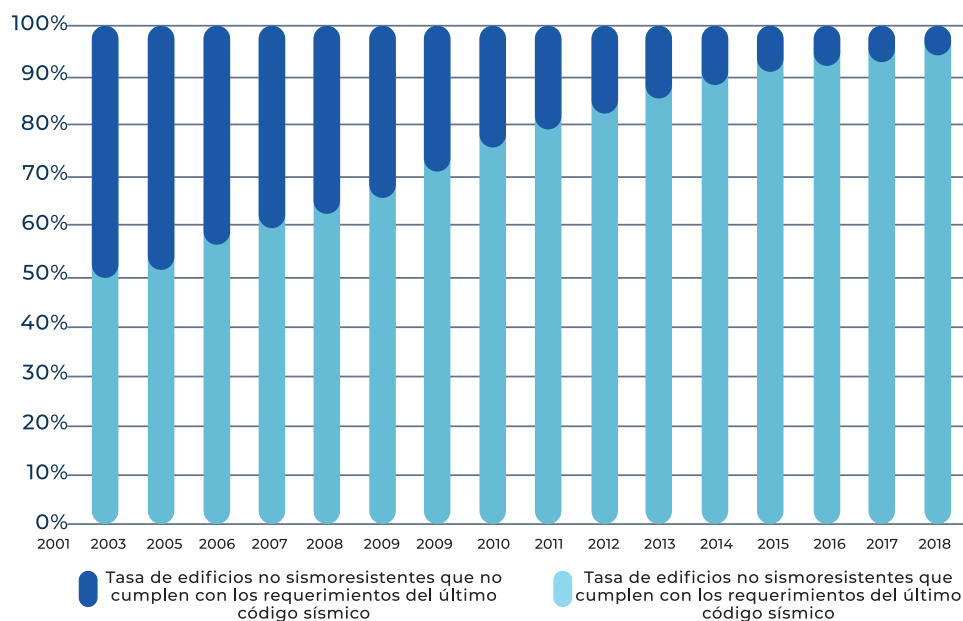


Figura 12: Tasa de resistencia sísmica en edificios públicos que sirven como centros de prevención de desastres en Japón.
Fuente: Adaptado de Agencia para la Gestión de Incendios y Desastres del Japón (FDMA, por sus siglas en inglés).

HOSPITALES BASE Y CENTROS MÉDICOS DE EMERGENCIA PARA LA ATENCIÓN POSTERIOR A TERREMOTOS

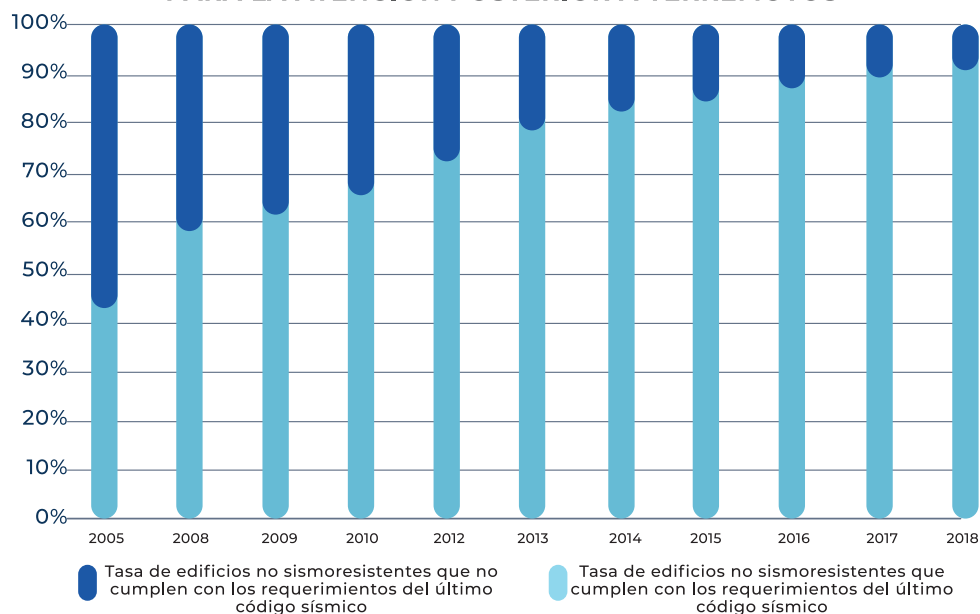


Figura 13: Tasa de resistencia sísmica en hospitales base y centros médicos de emergencia para la atención posterior a terremotos en Japón.
Fuente: Adaptado de Ministerio de Salud, Trabajo y Bienestar Social del Japón (MHLW, por sus siglas en inglés).

Figura 14: Tasa de resistencia sísmica en escuelas públicas (niveles de primaria y secundaria) en Japón.
Fuente: Adaptado de Ministerio de Educación, Cultura, Deportes, Ciencia y Tecnología del Japón (MEXT, por sus siglas en inglés)

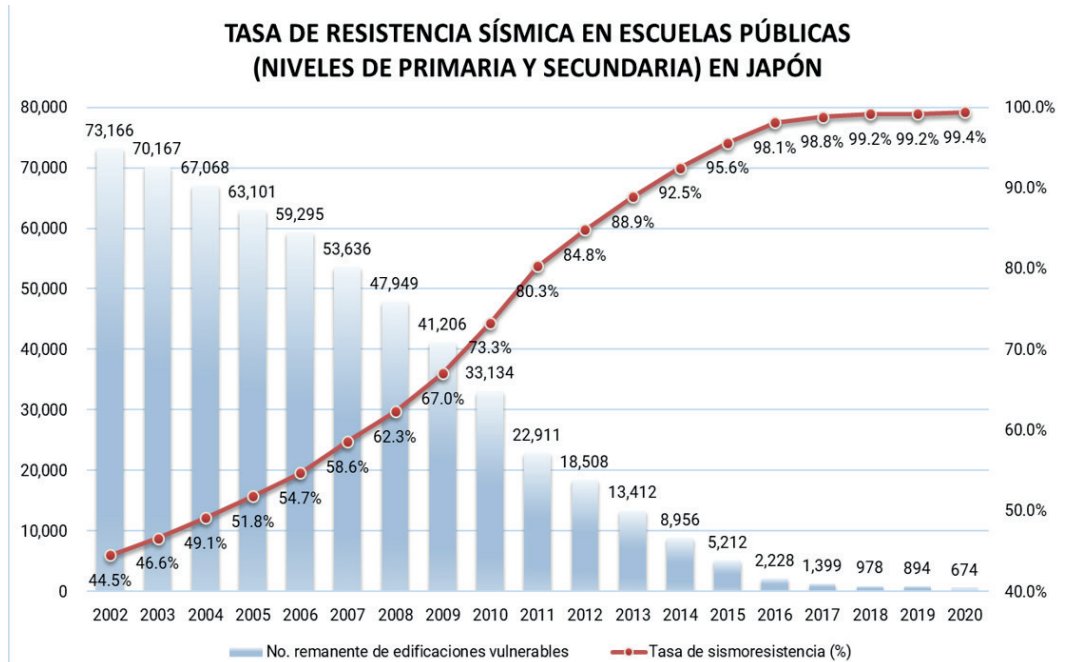


Tabla 3: Progreso de tasa de reforzamiento sísmico de puentes en vías de transporte de emergencia en Japón.
Fuente: Adaptado de Ministerio de Tierra, Infraestructura, Transporte y Turismo del Japón (MLIT, por sus siglas en inglés)

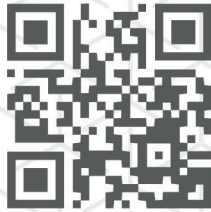
Si bien esta guía está orientada a edificaciones, es importante acotar que el reforzamiento sísmico de la infraestructura para atender las emergencias también es de vital importancia, por ejemplo, puentes sobre vías de transporte de emergencia deben ser reforzados para garantizar la atención posterior a desastres por terremoto (Ver Tabla 3). El uso de indicadores para medir el progreso en el reforzamiento sísmico de infraestructura también es útil para su monitoreo.

Administrador	Tasa de progreso
Empresas concesionarias de autopistas	75%
Gobierno Nacional	84%
Prefecturas	80%
Ciudades designadas por ordenanzas gubernamentales	81%
Municipalidades	67%
TOTAL	79%





<http://opamss.org.sv>



Consejo de Alcaldes y Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador con el apoyo de la cooperación del Japón JICA 2024-2025