



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



COAMSS
OPAMSS



**Manual de intervención y rehabilitación estructural
para edificaciones con y sin valor patrimonial en
el Centro Histórico de San Salvador.**

Mayo de 2022.

Proyecto de USAID Gobernabilidad Municipal.

El presente documento es parte de la asistencia técnica “Elaboración del manual para la evaluación, el diagnóstico, el análisis y la rehabilitación estructural de edificaciones existentes con o sin valor patrimonial en el Centro Histórico de San Salvador” y ha sido formulado para la Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador (OPAMSS), para que sirva de guía a propietarios de inmuebles o inversionistas que deseen intervenir edificios existentes en el Centro Histórico de San Salvador. Todas las fotografías utilizadas son de autoría propia y su exposición es con fines ilustrativos.

La elaboración de este documento es posible gracias al apoyo del Pueblo de los Estados Unidos de América, a través de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). El contenido de este documento es responsabilidad exclusiva de la consultora SISMICA, SA de CV y no refleja necesariamente los puntos de vista de USAID o del Gobierno de los Estados Unidos.



1.	Marco de referencia	3
2.	Generalidades	9
3.	Inspecciones en edificios con y sin valor patrimonial	13
	3.1. <i>Inspecciones</i>	17
	3.1.1 <i>Recolección de información existente</i>	17
	3.1.2 <i>Inspección preliminar del edificio y verificación de información existente</i>	17
	3.1.3 <i>Recolección de información de campo.</i>	18
	3.1.4 <i>Reporte de inspección</i>	23
4.	Tramitología	25
	4.1. <i>Instituciones</i>	26
	4.2. <i>Trámites requeridos para aprobación de permisos de construcción</i>	26
	4.2.1 <i>Trámites requeridos por la OPAMSS</i>	26
	4.2.2 <i>Trámites requeridos por MICULTURA</i>	27
	4.3. <i>Profesionales a contratar</i>	29
5.	Técnicas de reforzamiento en edificios con y sin valor patrimonial	31
	5.1. <i>Evaluación de irregularidades en la configuración estructural</i>	32
	5.1.1 <i>Sistema del edificio</i>	32
	5.1.2 <i>Configuración.</i>	32
	5.1.3 <i>Edificios adyacentes</i>	33



5.1.4 Columnas cortas	34
5.1.5 Materiales y su condición	34
5.2. Análisis estructural del edificio	35
5.2.1 Procedimiento de análisis estructural	35
5.2.2 Capacidades de elementos estructurales	36
5.2.3 Criterio de aceptación-Diagnóstico	36
5.3. Análisis estructural de edificios con valor patrimonial – Requisitos especiales	36
5.3.1 Propósito e intención	36
5.3.2 General	36
5.3.3 Regulaciones estructurales	37
5.3.4 Regulaciones para cargas laterales	37
5.3.5 Materiales antiguos y métodos de construcción	38
5.4. Técnicas de reforzamiento (rehabilitación sísmica)	40
5.4.1 Técnicas de reforzamiento - Microcentro Histórico	42
Anexos	49
Glosario	62
Siglaro	63
Bibliografía	64



01



Marco de referencia





Marco de referencia

El propósito del Proyecto de USAID Gobernabilidad Municipal (en adelante referido como “el Proyecto”) es fortalecer la descentralización y la capacidad del gobierno local en El Salvador para aumentar la seguridad y el desarrollo. Esto se logrará mediante el consenso en torno a una mayor descentralización, el fortalecimiento de la coordinación intergubernamental y el fortalecimiento de la capacidad de los municipios para planificar, pagar y prestar servicios eficaces y receptivos de manera participativa y responsable; para tal efecto, el Proyecto proporcionará asistencia técnica específica, personalizada y sostenible y se reforzará mutuamente con contrapartes y socios a nivel nacional, intermediario y municipal.

A nivel nacional, generará consenso en torno a la necesidad y los medios de una mayor descentralización. Proporcionará apoyo legislativo y político para promover la reforma de la descentralización y el fortalecimiento de la capacidad de las entidades del Gobierno de El Salvador (GOES) y las asociaciones municipales.

A nivel intermedio, fortalecerá la coordinación intergubernamental y fomentará las asociaciones y relaciones entre municipios. Las actividades se concentrarán principalmente en el GOES y las entidades asociadas que operan a nivel departamental o intermunicipal, con el objetivo de promover y lograr economías de escala en los servicios públicos y la implementación de políticas públicas.

A nivel municipal, construirá la capacidad fundamental de los municipios para gobernar efectivamente. Esto incluye mejorar su administración pública, la capacidad para planificar, presupuestar, pagar, entregar y supervisar los servicios clave de una manera efectiva y participativa; y mejorar su disposición y habilidad para comprometerse con mancomunidades, asociaciones municipales e instituciones nacionales e intermedias del GOES.



El Centro Histórico de San Salvador ha estado sometido a una serie de eventos naturales como terremotos, erupciones e inundaciones. Estos eventos han incidido negativamente en las dinámicas socio territoriales y en la pérdida de la centralidad, aunado a la obsolescencia de la infraestructura, la inseguridad y la violencia.

A pesar de esta realidad compleja, el Centro Histórico debe ser revalorizado, ya que conserva aún buena cantidad de bienes inmuebles con valor patrimonial, así como patrimonio intangible relacionado a su historia, por lo que es de interés para la metrópoli su recuperación y renovación, bajo un enfoque integral que permita la mixtura de usos y la reinstalación del uso habitacional

Desde finales de los años 90 se han llevado a cabo un proceso de recuperación de esta centralidad, tal es que a partir del año 2015 hay un renovado

interés por parte de desarrolladores inmobiliarios y empresarios, que han generado un buen número de iniciativas relacionadas al cambio de uso de edificaciones existentes, aumento en la intensidad de uso, y la recuperación del uso habitacional. Sin embargo, existen variables que no se pueden ignorar y que impactan en estas iniciativas: la ocurrencia de eventos sísmicos destructivos y la antigüedad de algunas edificaciones que fueron construidas sin un lineamiento sismo resistente. Adicionalmente, el carácter patrimonial de muchos de estos edificios exige un tratamiento especial al momento de llevar a cabo cualquier proceso de rehabilitación o reforzamiento estructural.

A partir de procesos de renovación y recuperación del Centro Histórico y la apuesta de incentivar la inversión, es necesario que las edificaciones existentes garanticen la capacidad estructural para los diferentes usos, en ellas necesarias para la seguridad de sus ocupantes. En este contexto, es necesario contar con los instrumentos que faciliten la evaluación, el diagnóstico y el análisis orientados a la rehabilitación estructural de edificaciones existentes en el Centro Histórico de San Salvador; de allí que sea prioritario desarrollar un manual que aborde los citados aspectos y que además establezca adecuados procedimientos y requisitos a cumplir en las intervenciones de inmuebles ubicados en el Centro Histórico, garantizando la integridad estructural de estas edificaciones y contribuyendo además a la preservación cultural y patrimonial de ellos.

El manual considerará las tipologías estructurales características y deficiencias típicas asociadas, así como los materiales constructivos predominantes con los que fueron construidas las edificaciones

existentes en el Centro Histórico de San Salvador. Lo anterior, para efectos de establecer consideraciones o criterios para el análisis y evaluación estructural de las mismas en relación a las deficiencias más frecuentes, estableciendo propuestas de intervención y rehabilitación estructural que respondan a dichas condiciones, de manera tal que estas edificaciones puedan reincorporarse a la dinámica e ideario urbano de la ciudad de forma segura y perdurable en el tiempo.

El presente documento introduce el manual indicado, el cual adicionalmente considera la tramitología que propietarios, arquitectos e ingenieros deben realizar para obtener el permiso de construcción de un proyecto de intervención de una edificación ubicada en el Centro Histórico de San Salvador.

Como documentos complementarios al manual, se editan separadamente tres guías ciudadanas dirigidas a propietarios y público en general, que describen los pasos a seguir para la intervención de un inmueble en el Centro Histórico de San Salvador. Las guías ciudadanas anteriormente señaladas se titulan como sigue: Inspecciones, Tramitología, y Reforzamiento.



02



Generalidades

Para la intervención de un edificio en el Centro Histórico se necesita de un procedimiento de evaluación y rehabilitación estructural (sísmica). Este procedimiento requiere de una serie de estudios y trabajos, encaminados a realizar las revisiones técnicas necesarias para asegurar que, los cambios a proponer en un edificio cumplan con las regulaciones de seguridad estructural mínimas de reglamentos actuales. La inspección y el reforzamiento estructural (rehabilitación sísmica) de componentes de un edificio son parte de este procedimiento.

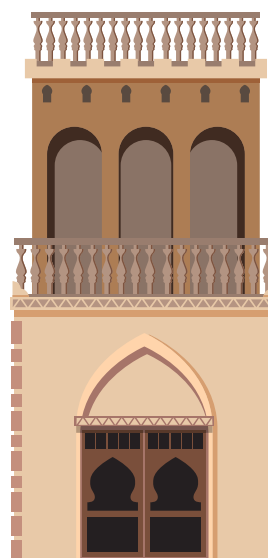
Cuando un propietario planea rehabilitar un edificio, éste se auxilia de un profesional (arquitecto o ingeniero civil) al cual le comunica su proyección de intervención en el edificio. De acuerdo a esto, el profesional clasifica el trabajo a realizar mediante cuatro tipos de intervenciones que usualmente se realizan en un edificio, y que se definen como sigue:

Adición. Una extensión o incremento de área de piso, números de pisos de un edificio o estructura. La Figura 2.1, muestra el tipo de adiciones que se pueden realizar en un edificio existente.

Alteración. Construcción o cambio dentro de un edificio existente, que no incrementa o disminuye el área construida o el volumen dentro del perímetro construido. La Figura 2.2, muestra una alteración en construcción, en una pared de un edificio existente.



a)



b)

Figura 2.1. Adiciones en un edificio existente, a) Adición horizontal, b) Adición vertical

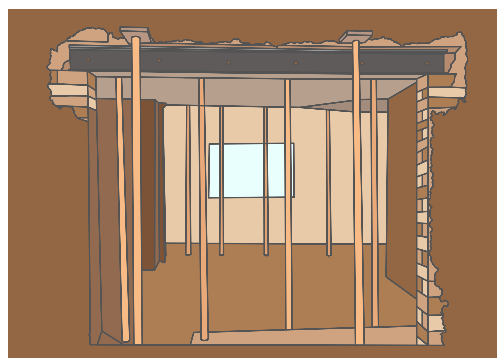


Figura 2.2. Alteración en una pared existente



Reparación. Restauración a un buen estado, de cualquier parte de un edificio existente por propósitos de recuperación de componentes estructurales después de un sismo o de mantenimiento.

Cambio de categoría de ocupación. Cambio en el uso y/o nivel de actividad dentro de un edificio y que involucra un cambio en la aplicación de los requisitos del reglamento. Cambio en el nivel de importancia del edificio.

Otros trabajos en edificios existentes. Revisiones estructurales en edificios existentes que se realizan para propósitos de cumplimiento de seguridad mínima estructural por parte de instituciones de gobierno central o municipal, verificaciones de condición estructural de edificaciones en transacciones comerciales, para requisitos de seguridad estructural de edificios para alquileres, u otros trabajos relacionados.

Clasificado el trabajo a proyectar en un edificio, posiblemente sea necesario llevar a cabo un procedimiento de evaluación y rehabilitación estructural (sísmica); las inspecciones y técnicas de reforzamiento de componentes de una estructura forman parte de las actividades de este procedimiento. El presente manual describe el proceso de las inspecciones a realizar en un edificio encaminadas a una evaluación estructural; así como también, describe las técnicas de reforzamiento de componentes estructurales, necesarias, si el resultado de la evaluación así lo requiere.

Adicionalmente, en este documento se describe la tramitología que el ingeniero del proyecto debe diligenciar para obtener el permiso de construcción de la intervención proyectada.



03



Inspecciones en edificios con y sin valor patrimonial



Existe una variedad de edificios en el Centro Histórico de San Salvador, con diferentes características como tamaño, altura, forma, edad, uso y tipología estructural. Diferencias que se conectan con las prácticas de diseño y construcción de la época en que fueron originalmente diseñados.

Así, encontramos edificios diseñados y construidos con reglamentos y normas diferentes a las actuales, y el proyectar una adición, alteración, reparación, o cambio de categoría de ocupación, nos conduce a una evaluación y posiblemente a una rehabilitación o mejora del sistema de resistencia sísmica.

Las inspecciones son parte de una evaluación estructural de un edificio existente; así, en esta sección se presenta el procedimiento de inspección para edificios tanto con valor patrimonial como sin valor patrimonial.

Adicionalmente, se presentan las actividades que se necesitan realizar previo a la realización de las inspecciones, la recolección de información existente.



3.1. Inspecciones

Para realizar una evaluación estructural de un edificio existente se requiere de la realización de inspecciones de campo a la edificación; este procedimiento requiere de una serie de actividades previas, durante, y posteriores a la inspección. Las actividades que se requieren realizar se listan a continuación:

1. *Recolección de información existente.*
2. *Inspección preliminar del edificio y verificación de información existente.*
3. *Recolección de información de campo.*
4. *Reporte de inspección.*

Conceptos o parte del documento California Administrative Code (CAC, 2019), han sido utilizados para editar la presente sección.

En la Figura 3.1, Flujograma del proceso de inspección; se presentan los pasos a realizar cuando se inspecciona un edificio existente.

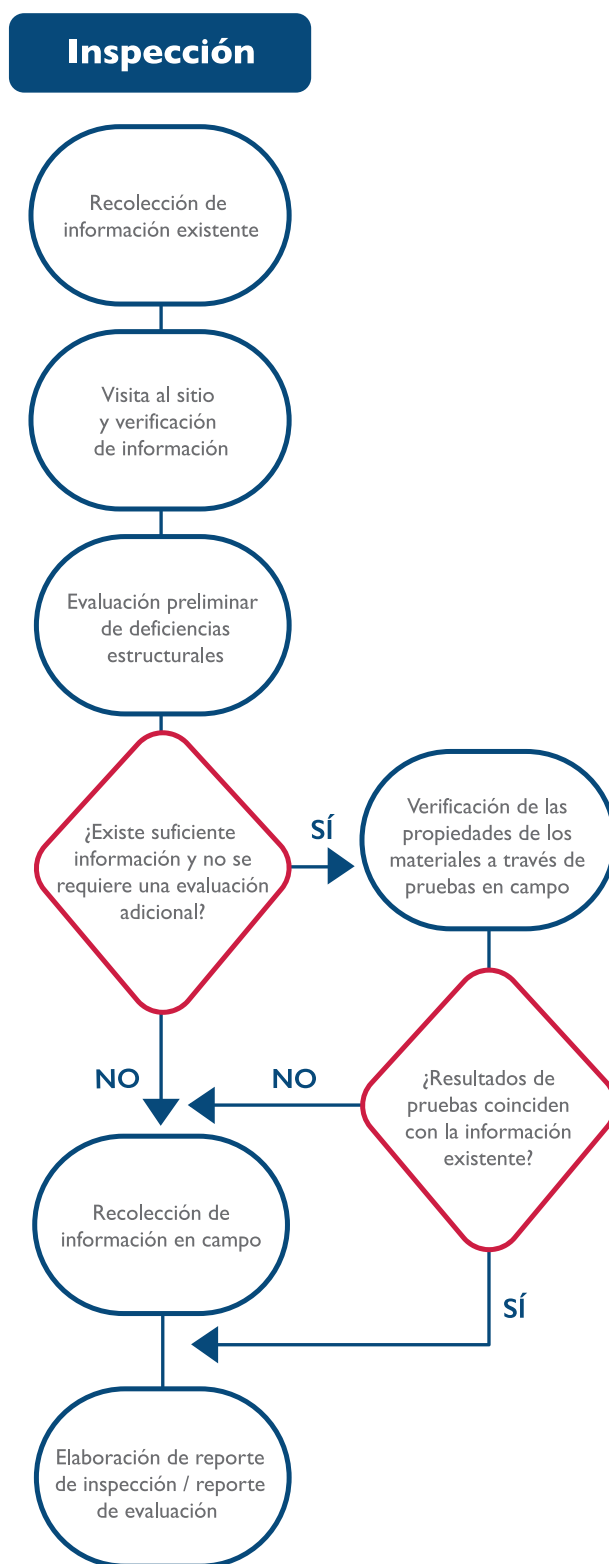


Figura 3.1. Flujograma de procedimientos de inspección



3.1.1. Recolección de información existente

Antes de la visita al sitio, el ingeniero del proyecto deberá recolectar y revisar la información existente del edificio. La información a recolectar es la siguiente:

1. *Recopilación de la información de diseños originales.*
2. *Recopilación de información de diseño de adiciones, alteraciones, reparaciones, y de cambio de categoría de ocupación realizadas al edificio.*
3. *Memorias de cálculo estructural del edificio.*
4. *Recopilación de los estudios geotécnicos realizados. Si no existe un estudio geotécnico, realizar uno que cumpla con las disposiciones del capítulo X de la Ley de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del AMSS y de los Municipios Aledaños LDOTAMSS, y su Reglamento – RLDOTAMSS (COAMSS-OPAMSS, 2020).*
5. *Reportes durante la construcción del edificio.*
6. *Permiso de construcción.*
7. *Planos “como contruidos”.*
8. *Reportes y procedimientos de mantenimiento rutinario.*
9. *Reportes de evaluaciones del edificio después de terremotos.*

En muchos casos, encontrar la información antes descrita es imposible, especialmente para los edificios con valor patrimonial (antiguos); si este es el caso, el ingeniero del proyecto realizará un levantamiento completo del edificio, un estudio de suelo, exploraciones destructivas para realizar inspecciones visuales a detalles constructivos, pruebas de laboratorio de materiales existentes, y pruebas no-destructivas para complementar las pruebas de laboratorio de materiales; las que sean necesarias para respaldar todos sus procedimientos de análisis y diseño estructural (ver secciones 3.1.2 y 3.1.3 para mayor detalle).

3.1.2. Inspección preliminar del edificio y verificación de información existente

Después de revisar y analizar la información recolectada, el ingeniero del proyecto visitará el edificio y realizará las siguientes actividades:

1. *Inspeccionar y registrar la condición física del edificio.*
2. *Verificar la información recolectada en la etapa anterior.*
3. *Realizar un levantamiento del edificio si no hubiere planos.*
4. *Registrar los daños del edificio, y elaborar planos de daños.*
5. *Clasificar el sistema estructural del edificio (tipología estructural).*
6. *Verificar la existencia de irregularidades o deficiencias, con cálculos preliminares.*
7. *Revisar otra información disponible, como evaluaciones del edificio en terremotos pasados.*
8. *Elaborar un reporte de inspección. Conteniendo la información recolectada, verificada, y los cálculos preliminares de verificación de irregularidades.*





A esta etapa del estudio, el ingeniero del proyecto realiza los primeros análisis y revisiones en la estructura. Revisa si de cualquiera de los trabajos de intervención a realizar en el edificio (adiciones, alteraciones, reparaciones o cambios de categoría de ocupación), se tiene necesidad de una evaluación completa del edificio. De la presente sección, numeral 6, el ingeniero del proyecto realiza una revisión preliminar y verifica si existen irregularidades o deficiencias importantes en la estructura que necesite mitigar.

Con las revisiones anteriores y con la información recolectada (si hay o no suficiente información de la estructura existente); el ingeniero del proyecto, analiza y decide si la estructura no necesita más revisiones estructurales. Si decide que ya no necesita más revisiones, únicamente realiza pruebas de laboratorio comprobatorias en elementos estructurales seleccionados (ver sección 3.1.3), con la finalidad de verificar que, las resistencias de los materiales concuerden con las que aparecen en los planos estructurales; luego elabora el reporte final de la evaluación estructural, que incluye toda la información recolectada y verificada.

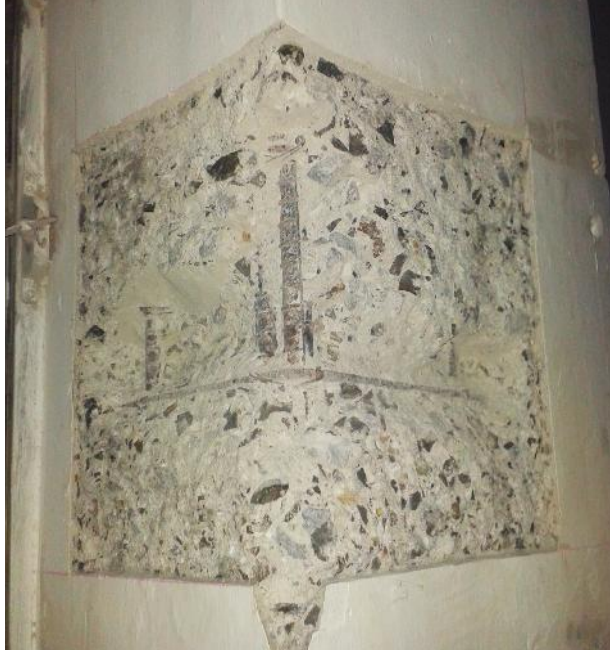
3.1.3. Recolección de información de campo

Si los documentos recolectados en la sección 3.1.1 no tienen suficiente información, el ingeniero del proyecto la recolectará en campo. Esta información contendrá datos, referente a la condición física de los materiales, estructuración del edificio, detalles constructivos, resistencia de los materiales constructivos, y tipo de fundación. La información recolectada se documentará en planos, los cuales serán un complemento de los cálculos estructurales.

3.1.3.1. Levantamiento estructural-*Características del edificio (edificios sin documentos de construcción)*

Cuando la información recolectada no proporciona suficiente detalle para definir la estructura del edificio, se elaborarán planos a partir de un levantamiento físico del edificio.

Estos planos deberán describir dimensiones del edificio, tamaño de los elementos estructurales principales y secundarios, detallamientos de componentes estructurales, detalles de conexiones, información



a)



b)

de fundaciones, e información de la proximidad a estructuras vecinas.

El levantamiento de información se realizará para los diferentes sistemas constructivos:

Estructuras en acero.

Se realizará un levantamiento físico de la estructura del edificio, se clasificarán los elementos estructurales (laminado, armado, grado y propiedades generales del material), se determinará la presencia de degradación del material, integridad de cubiertas de protección (pinturas, protección contra incendio).

Estructuras en concreto reforzado.

Se realizará un levantamiento estructural de los sistemas principal y secundario y las dimensiones de sus componentes, se inspeccionará la condición del acero de refuerzo para los elementos estructurales, se retirarán los recubrimientos de concreto para realizar una inspección directa del acero de refuerzo, estas exploraciones se complementarán con inspeccio-

Figura 3.2. Levantamiento de detalles en una columna de concreto reforzado: a) Exploración invasiva para inspeccionar el reforzamiento de una columna existente; b) Inspección no invasiva con ultrasonido, en un elemento de concreto reforzado, como recolección de información complementaria.

nes no-destructivas (ultrasonido, electromagnético, y otros) en un mayor número de elementos. En la Figura 3.2, se muestra el levantamiento de detalles en un componente de concreto reforzado.

Estructuras en mampostería.

Mampostería reforzada.

Se realizará un levantamiento de la estructuración y dimensiones de los elementos de mampostería del edificio. Se inspeccionarán los detalles y condición del acero de refuerzo, esto se realizará a través de la remoción de la pared de la celda del elemento de mampostería; estas exploraciones se complementarán con inspecciones no-destructivas (ultrasonido, electromagnético, y otros) en un mayor número de elementos. Se determinará la separación y diámetro del refuerzo, y el grado de corrosión e integridad de la construcción. Se verificará la presencia o no de una solera corona que integre todo el sistema de paredes y su detalle.

Mampostería confinada.

Se realizará un levantamiento de la configuración y dimensiones de los elementos de mampostería del edificio. Se determinará la separación y dimensiones de los nervios y soleras de los elementos de mampostería. Se inspeccionarán los detalles y condición del acero de refuerzo en los elementos de concreto, esto se realizará a través de la remoción del recubrimiento para poder realizar una inspección directa; estas exploraciones se complementarán con inspecciones no-destructivas (ultrasonido, electromagnético, y otros) en un mayor número de elementos. Se levantarán los detalles del acero de refuerzo, como calibre de las varillas, separación de estribos y el grado de corrosión e integridad de la construcción. Se verificará la presencia o no de una solera corona que integre todo el sistema de paredes y su detalle. En la Figura 3.3, se muestra una ex-

ploración no destructiva en un nervio de concreto reforzado en una pared de mampostería confinada.

Estructuras en madera.

Se definirá la configuración y dimensiones de elementos de madera, las conexiones entre elementos estructurales de madera, y las conexiones entre elementos de madera y otros elementos estructurales como concreto y paredes de mampostería. A través de la remoción de acabados y la inspección de áreas sin estos, se determinará la configuración y tipo de elementos de madera, incluyendo dimensiones, especie, condición y calidad. Se inspeccionarán visualmente elementos y conexiones críticas, a través de exploraciones destructivas o remoción de acabados cuando sea necesario. Se inspeccionarán las conexiones de las bases para elementos que soportan cargas laterales y se evaluará su condición e idoneidad, para conectar la estructura superior con las fundaciones.

Elementos de fundaciones.

Ante la ausencia de planos confiables de construcción, se levantarán las dimensiones y reforzamiento de las fundaciones, esto se realizará a través de exploraciones destructivas. Se realizarán pozos a cielo abierto y cuando esté descubierta la fundación se retirará el recubrimiento de la fundación en un sector para inspeccionar directamente el acero de refuerzo. El ingeniero del proyecto seleccionará el número y localización de las fundaciones a explorar.

Exploraciones mínimas a realizar:

Al menos considerar dos exploraciones en columnas interiores y una en una columna en el perímetro



Figura 3.3. Exploración no destructiva en un nervio de concreto reforzado

del edificio. El ingeniero del proyecto podrá aumentar este número dependiendo del sistema de resistencia de fuerza lateral, irregularidades (en planta y verticales), y espaciamiento entre columnas.

En la Figura 3.4, se muestra un pozo de cielo abierto, realizado para determinar características geométricas de las fundaciones (dimensiones, espesor, profundidad de desplante, etc.) y explorar el reforzamiento existente en dicha fundación.

En el Anexo A.I, Formato de inspección, se muestra un formato desarrollado, compuesto por ocho secciones, de la A a la H, en donde se describe la información a recolectar.

El ingeniero del proyecto podrá utilizar el formato antes indicado para realizar el levantamiento de

información en campo o cualquier formato que él considere conveniente.

3.1.3.2. Propiedades de los materiales.

Edificios con documentos de construcción (verificación de propiedades de materiales con pruebas de laboratorio).

Edificios para los cuales los documentos de construcción originales o recabados contienen detallada y suficiente información, las propiedades de los materiales se confirmarán a través de pruebas de laboratorio en elementos seleccionados por el ingeniero del proyecto. Las pruebas de laboratorio deberán contener la siguiente información:

Elementos de acero.

Se requieren las siguientes propiedades para cada tipo de miembro (por ejemplo, columnas, vigas, riostras) y cada grado de acero usado en la estructura: capacidades de fluencia y tensión última, módulo de elasticidad, características de deformación incluyendo el modo de falla.



Figura 3.4. Pozo a cielo abierto para determinar dimensiones de la fundación de una columna

- Elementos de concreto.

Se requieren las siguientes propiedades de materiales para cada tipo de miembro (por ejemplo, columnas, vigas, paredes) en la estructura: resistencia a la compresión del concreto, módulo de elasticidad del concreto, límite de fluencia del acero de refuerzo, módulo de elasticidad del acero de refuerzo, deformación última o de falla del acero de refuerzo.

- Elementos de mampostería.

Se requieren las siguientes propiedades de materiales para cada tipo mampostería (bloque de concreto y bloque de arcilla) en el edificio; estas propiedades no necesitan ser evaluadas con pruebas de laboratorio, el ingeniero del proyecto podrá tomar los valores sugeridos en el Reglamento para la Seguridad de las Construcciones y sus normas (RESESCO, Diario oficial, 1996): esfuerzo de compresión de la unidad y prisma de mampostería, peso volumétrico de prisma de mampostería, módulo de elasticidad en el rango elástico de prisma de mampostería, esfuerzo triaxial o diagonal de prisma de mampostería, esfuerzo de adherencia entre bloques de mampostería y el mortero de pega, esfuerzo a compresión del mortero de pega, límite de fluencia del acero de refuerzo, módulo de elasticidad del acero de refuerzo, deformación última o de falla del acero de refuerzo.

- Elementos de madera.

Se requiere la siguiente información del material para cada tipo de elemento de madera de la estructura: identificación de la especie de la madera, propiedades mecánicas de la madera, calidad de la madera.

Edificios sin documentos de construcción (determinación de propiedades de materiales con pruebas de laboratorio).

Edificios para los cuales no hay documentos de construcción, las propiedades de los materiales deberán ser obtenidas de pruebas de laboratorio. El número y localización de las pruebas se seleccionará de tal manera que proporcione la suficiente información, para definir adecuadamente las condiciones existentes de los materiales en el edificio.

Exploraciones mínimas a realizar:

- Marcos de concreto reforzado.

Al menos considerar 2 extracciones de núcleos en elementos verticales y una extracción en la losa por cada nivel, para realizar pruebas de compresión simple. Estas pruebas deberán complementarse con pruebas con martillo de rebote en más componentes estructurales para determinar la uniformidad del concreto en cada nivel. Se podrán considerar al menos 3 extracciones de varillas de acero de refuerzo para realizar las pruebas de tensión correspondientes.

- Estructuras en acero.

Considerar al menos extraer una muestra para cada miembro; por ejemplo, columnas, vigas, rios-tras para realizar pruebas de tensión.

3.1.3.3. Levantamiento o exploraciones estructurales en edificios con valor patrimonial – Requisitos especiales

Adicionalmente, a los lineamientos descritos en las secciones anteriores, para edificios con valor pa-

trimonial el ingeniero del proyecto considerará lo siguiente:

Cuando una estructura o parte de ella, se evalúe su capacidad estructural, su condición estructural será inspeccionada y explorada por un ingeniero civil con especialidad en estructuras conjuntamente con un arquitecto o ingeniero, experto en edificios con valor patrimonial (restaurador).

Las exploraciones evaluarán el deterioro o signos de envejecimiento. El levantamiento incluirá detalles de la estructuración y del sistema resistente a fuerzas laterales y de gravedad.

Los resultados del levantamiento anterior se utilizarán para evaluar la capacidad estructural, y el diseño de modificaciones, para que el sistema estructural cumpla con las exigencias del reglamento actual siempre que un mejoramiento estructural o reconstrucción se lleve a cabo.

Para el caso de exploraciones destructivas, el ingeniero del proyecto conjuntamente con el restaurador del proyecto, seleccionarán en número y localización estas exploraciones siempre tratando de preservar el valor patrimonial de acabados, ornamentaciones, y materiales de los elementos estructurales.

3.1.4. Reporte de inspección

El reporte de inspección deberá incluir los siguientes documentos e información, en lo que aplique según el caso:

I. Descripción completa del edificio, conteniendo

fotografías, diagramas, planos que definan los sistemas estructurales de gravedad y de resistencia a fuerzas laterales.

2. Planos existentes del edificio o de levantamiento, editables. Si se realizó un levantamiento de daños, estos deberán ser localizados en planos adicionales.

3. El reporte del estudio geotécnico, y estudio geofísico en caso de haber sido requerido.

4. El reporte de la campaña de exploración del edificio incluye:

- Exploraciones destructivas en elementos estructurales y su localización en planos.
- Exploraciones no-destructivas en elementos estructurales y su localización en planos.
- Resultados de las exploraciones, y fotografías para verificación de detalles constructivos.
- Exploraciones para fundaciones y su localización en planos, pozos a cielo abierto.
- Resultados de las exploraciones para fundaciones, y fotografías para verificación de detalles constructivos.
- Resultados de pruebas de laboratorio.

El reporte de inspección será entregado a la Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador (OPAMSS) como parte de los documentos para solicitar el permiso de construcción y cumpliendo con lo establecido en la normativa vigente.





04



Tramitología



Con el propósito de realizar intervenciones en edificios en el Centro Histórico de San Salvador, todo propietario de un inmueble deberá diligenciar un proceso de trámite para obtener el correspondiente permiso de construcción del proyecto.

Para lo anterior, en la presente sección se indican las instituciones involucradas en el otorgamiento de permisos de construcción, los trámites requeridos por estas instituciones para la obtención de permisos, y los profesionales que el propietario debe contratar para realizar los estudios y diseños del proyecto de construcción.

4.1 Instituciones

Entre las instituciones encargadas de revisar y aprobar intervenciones, de obra civil, en edificaciones existentes en el Centro Histórico de San Salvador están: la Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador (OPAMSS), y El Ministerio de Cultura (MICULTURA).

4.2. Trámites requeridos para aprobación de permisos de construcción

4.2.1. Trámites requeridos por la OPAMSS

Cuando se requiera intervenir una edificación en el Centro Histórico de San Salvador se deberá solicitar a OPAMSS la autorización para realizar la obra. Los trámites a realizar son los siguientes:

1. Línea de construcción: Cuando se afecte el frente del inmueble respecto a una vía de circulación; este trámite, para el permiso de construcción deberá contar con la aprobación de MICULTURA.
2. Calificación de lugar: Cuando haya cambio o intensificación de uso. En este trámite se establece que para la obtención del permiso de construcción deberá contar con la resolución y planos aprobados por parte de MICULTURA.
3. Factibilidad de drenaje de aguas lluvias: Según lo requerido en el Reglamento de la Ley de Desarrollo

y Ordenamiento Territorial del Área Metropolitana de San Salvador (RLDOTAMSS), COAMSS-OPAMSS (2020).

4. Permiso de Construcción: Deberá atender lo establecido en la normativa vigente y lo definido en los trámites previos para el proyecto, definido en el Art. VIII.17 del Reglamento, Art. VI-7-A RLDOTAMSS, y en la reforma al RLDOTAMSS, Decreto 17.

Habiendo obtenido la resolución favorable del permiso de construcción, el propietario/titular del proyecto podrá iniciar los trabajos de intervención según lo establecido en la resolución y planos del Permiso de Construcción.

Durante la ejecución del proyecto, se realizarán inspecciones de campo por parte de OPAMSS, que tienen por objetivo el de verificar el alcance y cumplimiento de las obras aprobadas únicamente si estas quedan definidas en la Resolución favorable emitida por OPAMSS.

Posterior a la finalización del proceso constructivo, deberá solicitar la Recepción de Obra, en la cual se verificará que el proyecto se haya construido según el permiso de construcción aprobado.

El propietario podrá revisar con más detalle los procedimientos de trámites requeridos por la OPAMSS en la LDOTAMSS y su Reglamento

En el Anexo B.I, Flujograma Trámites-OPAMSS, se presentan los pasos a seguir para la obtención del Permiso de Construcción para todo tipo de proyectos de construcción.

Adicionalmente, este gráfico nos muestra las insti-

tuciones involucradas en el procedimiento, que depende del tipo de trabajo a realizar.

4.2.2. Trámites requeridos por MICULTURA

Los propietarios de bienes inmuebles con valor patrimonial, deben solicitar la aprobación de proyectos de construcción de inmuebles al Ministerio de Cultura, para esto deberán realizar el siguiente trámite:

Trámite de autorización de proyectos.

De acuerdo al Ministerio de Cultura (2021), este es un trámite que es diligenciado por la Dirección de Bienes Culturales Inmuebles y Gestión Urbana, a través de la Unidad de Inspecciones y Autorizaciones; dependencia de la Dirección Nacional de Patrimonio Cultural del Ministerio de Cultura.



El trámite de autorización del proyecto,

“constituye un instrumento legal a través del cual se emiten los requerimientos, recomendaciones y lineamientos que garanticen una correcta intervención en inmuebles con o sin valor cultural localizados en centros o conjuntos históricos, áreas de influencia y núcleos urbanos de interés cultural; para efectos de proteger las edificaciones con valor cultural y/o generar obras con una nueva arquitectura manteniendo el paisaje tradicional; así como también en inmuebles aislados con valor cultural para garantizar su conservación” (Ministerio de cultura, 2021).

De acuerdo a la naturaleza y magnitud de las obras, y tipo de edificación, dicho trámite se clasifica en:

Proyecto de intervención obra menor.

Proyecto de intervención obra mayor.

Proyecto de intervención Obra Menor (OME).

Estos proyectos,

“constituyen obras de mantenimiento, reparación menor, ornamentación, liberación o cerramientos; quedando excluidas de dicha clasificación las que afecten a la estructura o elementos sustentantes del edificio”.

“En ningún caso, supondrán alteración de volumen o superficie construida, reestructuración, modificación sustancial de elementos arquitectónicos o comunes de un inmueble, ni afectarán la estructura (columnas, vigas, fundaciones, etc.), o sustancialmente al diseño exterior, ni reducirán las condiciones de habitabilidad de seguridad en el edificio” (Ministerio de Cultura, 2021):

Proyecto de intervención de Obra Mayor (OMA).

Estos proyectos constituyen obras que,

“afectan la estructura de las edificaciones, las de ampliación en las que se incrementa la ocupación y utilización del suelo y/o el volumen construido, intervenciones con impacto a nivel urbano y todas aquellas que por su especial complejidad técnica requieren ser diseñadas por un profesional en la rama de ingeniería y/o arquitectura, preferiblemente con dominio en el tema de la restauración de Bienes Culturales Inmuebles”.

“Entrarán para solicitud de Autorización de Proyecto, dentro de los tipos de intervención para obra mayor en todos los inmuebles con valor cultural que se encuentren aislados o dentro de perímetros identificados o declarados como Centros o Conjuntos Históricos, áreas de influencia y núcleos urbanos de interés cultural, además de los considerados sin valor cultural que se emplazan dentro de dichos perímetros, o se configuran como predios baldíos” (Ministerio de cultura, 2021).

El trámite de autorización de proyecto se realiza en tres fases: fase 1, resolución de autorización de proyecto OME-OMA; fase 2, aprobación de planos, OMA; y fase 3, constancia de finalización de obra, OMA.

Autorizado el proyecto de intervención por parte de MICULTURA (OME u OMA), fase 2; este es entregado a la OPAMSS, para lo cual deberá atender lo establecido en la normativa vigente, lo definido en los trámites previos para el proyecto específico, y continuar con el proceso de permiso de construcción (ver sección 4.2.1, para mayor detalle).



En el Anexo B.2, Flujograma del Trámite de Autorización de Proyectos-MICULTURA, se presentan los pasos a seguir para la obtención de autorización de proyecto en sus tres fases.

4.3. Profesionales a contratar

Para proyectos en donde se requiera la intervención de edificios en el Centro Histórico de San Salvador, los propietarios deberán contar con los servicios de profesionales según las necesidades y tipo de proyecto. Los profesionales a participar en el proyecto de diseño se listan a continuación:

Edificios sin valor patrimonial:

- Arquitecto.
- Ingeniero civil con especialidad en estructuras (ingeniero del proyecto).
- Ingeniero hidráulico.
- Ingeniero eléctrico.
- Ingeniero mecánico.

Edificios con valor patrimonial:

La lista de profesionales a contratar para la intervención de edificios con valor patrimonial es similar a la anterior, con la diferencia de que se requiere de los servicios de un arquitecto o ingeniero civil con especialidad en restauración de edificios con valor patrimonial.

Dependiendo del alcance de la intervención del proyecto, y la condición (estado y edad) de las instalaciones de cada especialidad, no habría necesidad de la participación de algunos de los profesionales antes mencionados en un proyecto de intervención.



05



Técnicas de reforzamiento en edificios con y sin valor patrimonial

Como se mencionó en la sección 3, un procedimiento de evaluación y rehabilitación sísmica de un edificio existente, requiere de una serie de estudios y trabajos, las técnicas de reforzamiento son parte de estas actividades.

En esta sección se presentan ejemplos de algunas técnicas de reforzamiento para edificios tanto con valor patrimonial como sin valor patrimonial.

También, se presentan las actividades adicionales a la definición de la técnica de reforzamiento, que se necesitan para el diseño del reforzamiento de un elemento estructural; es decir, la evaluación de irregularidades, el análisis estructural, y los requisitos adicionales para edificios con valor patrimonial.

Conceptos o parte del documento California Administrative Code (CAC, 2019) han sido utilizados para editar la presente sección.

5.1. Evaluación de irregularidades en la configuración estructural

Se evaluará la existencia de irregularidades y la condición de los materiales del edificio, si cualquiera de las condiciones evaluadas en esta sección se cumple, entonces la condición evaluada se tomará como aceptable y no necesita un análisis adicional. Si alguna condición evaluada no se cumple, entonces dicha condición requiere que se analice siguiendo los lineamientos de las secciones 5.2 y 5.3.

5.1.1. Sistema del edificio

Recorrido de la carga. La estructura posee un recorrido de carga completo y racional para fuerzas sísmicas,

en cualquier dirección horizontal, que transfieran las fuerzas inerciales de las masas a las fundaciones. En la Figura 5.1, se muestra el concepto de recorrido de carga que se menciona en esta sección.

Redundancia. La estructura se mantendrá lateralmente estable si uno de los elementos estructurales falla.

5.1.2. Configuración

Irregularidades estructurales verticales. La estructura no posee las irregularidades descritas en la Tabla 5, Irregularidades estructurales verticales de la Norma Técnica por Sismo (NTDS, Diario Oficial, 1996). En la Figura 5.2, se muestran las irregularidades estructurales verticales que aparecen en la Tabla 5 de la NTDS. Información adicional de estas y otras irregularidades verticales se pueden ver en el FEMA P-2012 (2018).

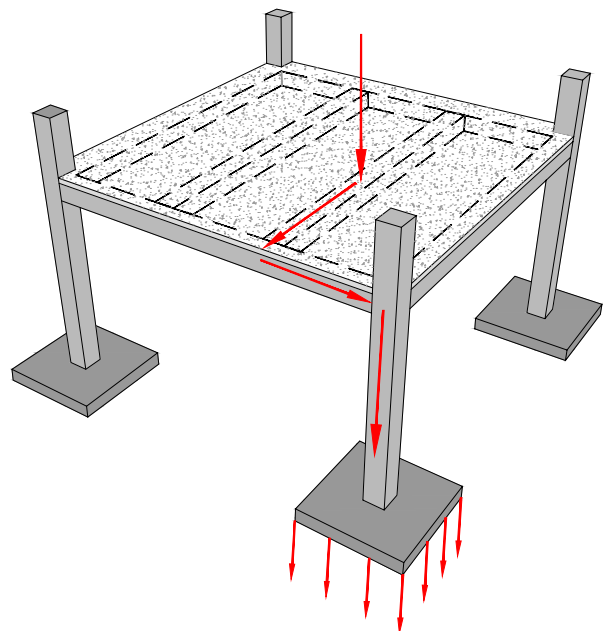


Figura 5.1. Recorrido de la carga

Irregularidades estructurales en planta. La estructura no posee las irregularidades descritas en la Tabla 6, Irregularidades estructurales en planta de la NTDS. En la Figura 5.3, se muestran las irregularidades estructurales en planta que aparecen en la Tabla 6 de la NTDS. Información adicional de estas y otras irregularidades en planta se pueden ver en el FEMA P-2012 (2018).

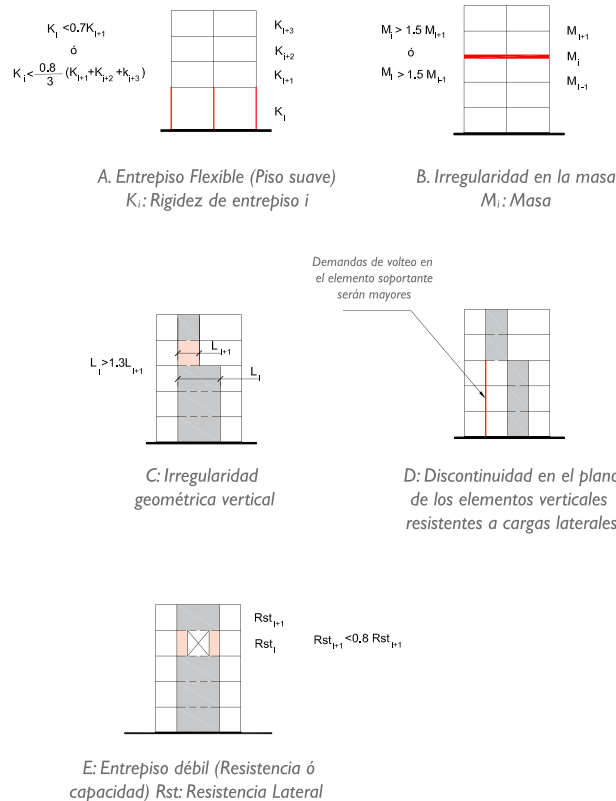


Figura 5.2. Irregularidades estructurales verticales (modificado del FEMA P-2012, 2018)

5.1.3 Edificios Adyacentes

Edificios Adyacentes. No existe una estructura adyacente cuya altura sea menor que la mitad de la altura del edificio en evaluación; o que los niveles/pisos no concuerden con los del edificio en evaluación. Una estructura vecina se considera “inmedia-

tamente adyacente” si se encuentra a una distancia menor que el total de: el número de pisos del edificio más bajo x 2 pulgadas. La Figura 5.4, muestra dos edificios colindantes con la condición de edificios adyacentes, que usualmente durante un sismo sufren daño debido al golpeteo entre estos.

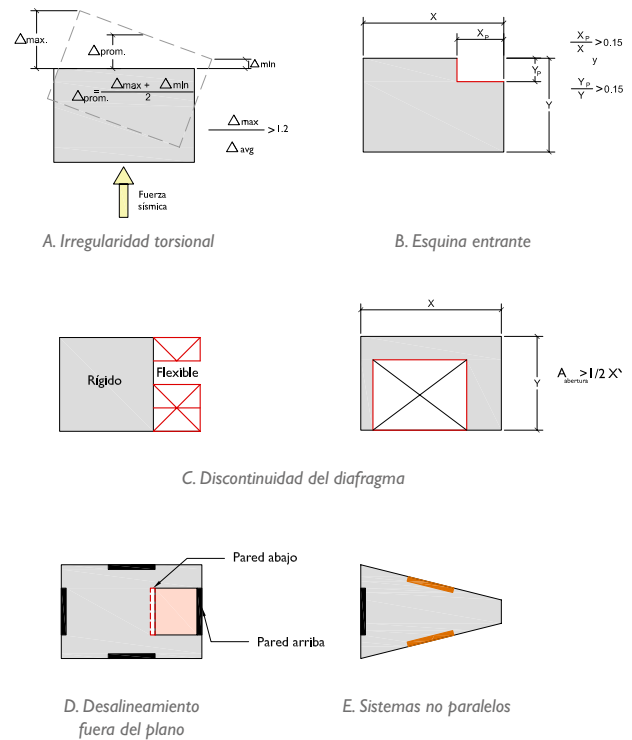


Figura 5.3. Irregularidades estructurales en planta (modificado del FEMA P-2012, 2018)

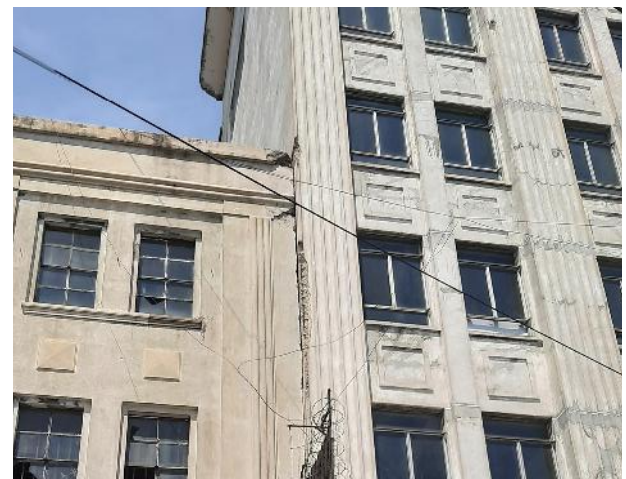


Figura 5.4. Edificios colindantes con la condición de edificios adyacentes.

5.1.4. Columnas cortas

Columnas cortas. La estructura no posee columnas con una relación altura/profundidad menor del 75 por ciento, que la relación altura/profundidad de las columnas típicas en el entrepiso. En la Figura 5.5, se muestran columnas con la condición de columnas cortas, se puede apreciar en la figura que el desplazamiento de las columnas está restringido por una pared con altura incompleta, creando la condición antes indicada.

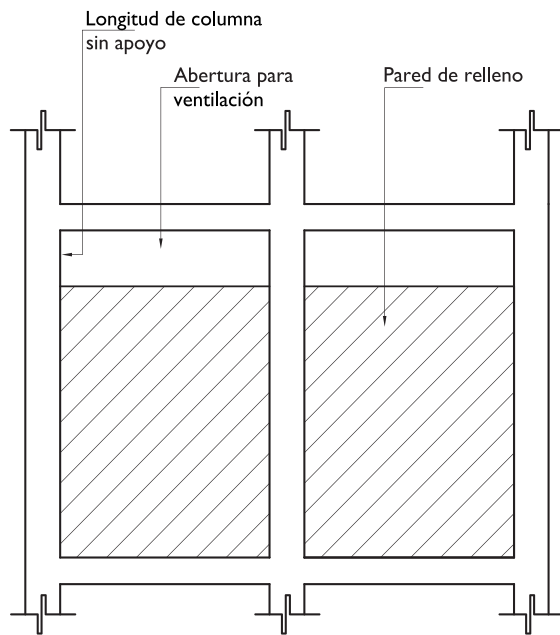


Figura 5.5. Columnas con la condición de columnas cortas.

5.1.5. Materiales y su condición

Deterioro de madera. Ninguna de los elementos de madera presenta signos de deterioro, contracción, separación, pandeo, y ninguno de los accesorios metálicos están deteriorados, quebrados, o sueltos.

Deterioro en acero. No existe una oxidación significativa visible, corrosión, u otro deterioro en cualquier elemento de acero del sistema vertical o del sistema de resistencia de fuerza lateral. En la Figura 5.6, se muestra un componente metálico con un visible deterioro a causa de corrosión.



Figura 5.6. Componentes de una estructura con visible deterioro por corrosión

Deterioro en concreto. No existe deterioro visible del concreto o acero de refuerzo en cualquiera de los elementos de marcos. En la Figura 5.7, se muestra el deterioro de un componente de concreto reforzado dañado por corrosión en el acero de refuerzo.

Fisuras en paredes de concreto. Todas las fisuras en paredes tienen un ancho menor o igual que 1.0 mm, se encuentran en localizaciones aisladas, y no forman un patrón de “X”.

Fisuras en columnas de borde. No existen fisuras diagonales con un ancho mayor que 1.0 mm, en columnas de concreto que confinan paredes de mampostería.

Sisas en mampostería. El mortero no se puede retirar fácilmente de las sisas con la mano o cualquier herramienta, y no se visualizan áreas de mortero erosionado.

Unidades de mampostería. No existen grandes áreas en donde se observe deterioro en las unidades de mampostería.

Fisuras en paredes estructurales de relleno. No existen fisuras en diagonal en paredes de relleno que se extiendan por todo un panel o que tengan un ancho mayor que 1.0 mm.

5.2. Análisis estructural del edificio

Cuando cualquiera de las condiciones evaluadas en las secciones 3, y 5.1 requiera un análisis estructural, el ingeniero del proyecto realizará un análisis completo del edificio utilizando las disposiciones

de la Normativa Nacional vigente.

5.2.1. Procedimiento de análisis estructural

En donde se necesite un análisis estructural posterior a las evaluaciones preliminares realizadas, se requerirá el cumplimiento de las regulaciones nacionales vigentes de diseño sísmico.

I. Se usará el 100 por ciento de la carga reglamentada en la norma para diseño por sismo vigente.

En la memoria de cálculo, el ingeniero del proyecto deberá indicar los criterios utilizados para la realización del análisis sísmico del edificio. Adicionalmente, deberá incluir los criterios utilizados para realización del modelaje de la estructura.



Figura 5.7. Componentes de una estructura con visible daño en el concreto y el acero de refuerzo

5.2.2. Capacidades de elementos estructurales

Las capacidades de los elementos se calcularán utilizando los reglamentos para diseño de los diferentes sistemas constructivos; por ejemplo, ACI 318, AISC, y otros.

Cuando se calculen capacidades de elementos dañados o deteriorados, independientemente del año de construcción del edificio, el ingeniero del proyecto hará las reducciones que considere convenientes en las resistencias de los materiales, propiedades de las secciones y cualquier otro aspecto que afecte la capacidad de los elementos debido al deterioro. Lo anterior, deberá ser documentado en la memoria de cálculo estructural a presentar a OPAMSS.

5.2.3. Criterio de aceptación-Diagnóstico

Para cada elemento, se calculará la demanda total, D , para las diferentes combinaciones de carga, por medio de las cargas factoradas de acuerdo a la normativa nacional vigente. La capacidad, C , se calculará de acuerdo al procedimiento indicado en la sección anterior. El criterio básico de aceptación es:

$$D/C \leq 1.0$$

Si todos los elementos analizados cumplen con el criterio de aceptación indicado anteriormente, no se necesita realizar alguna evaluación posterior.

Si algún elemento no cumple con el criterio de aceptación; este será modificado, alterado, o reforzado y re-analizado según los lineamientos de la sección 5.2.

5.3. Análisis estructural de edificios con valor patrimonial – Requisitos especiales

Adicionalmente a los requisitos indicados en la sección 5.2, el análisis estructural realizado para edificios con valor patrimonial deberá cumplir con las secciones 5.3.1, 5.3.2, 5.3.3, y 5.3.4.

Conceptos o parte del documento California Historical Building Code (CHBC, 2016), han sido utilizados para editar esta sección.

5.3.1. Propósito e intención

5.3.1.1. Propósito

El propósito de esta sección es el de proporcionar procedimientos alternativos a las regulaciones de reglamento, para la seguridad estructural de edificios declarados con valor patrimonial.

5.3.1.2. Intención

La intención de esta sección, es la de fomentar la preservación de edificios calificados con valor patrimonial, y al mismo tiempo proporcionar lineamientos para un mínimo nivel de desempeño, con el objetivo de prevenir colapso estructural total o parcial; de tal manera, que el riesgo general de lesiones peligrosas para la vida como resultado de un colapso estructural, sea bajo.

5.3.2. General

Esta sección no debe ser interpretada de modo que permita un nivel de seguridad más bajo en el diseño y construcción, que aquel que es razonablemente equi-

valente a los proporcionados por la normativa nacional vigente.

Los presentes lineamientos no impiden mejoramientos sísmicos parciales cuando se demuestre que, mejorarán la seguridad a la vida, y siempre y cuando un mejoramiento total del edificio no sea requerido.

5.3.3. Regulaciones estructurales

Cargas de gravedad. Se evaluará la capacidad de la estructura para resistir cargas de gravedad, y será reforzada como sea necesario. La evaluación incluirá todas las partes del recorrido de carga de la estructura. Cuando no sea evidente deterioro o daño en la estructura, y esta posea un recorrido de carga completo y seguro, se podrá asumir que la estructura es adecuada dado que ha pasado la prueba del tiempo, y si las cargas muertas y vivas proyectadas no exceden las que históricamente hayan estado presentes.

Cargas de viento y de sismo. Se evaluará la capacidad de la estructura para resistir cargas de viento y sismo. La evaluación se realizará siguiendo los lineamientos de la sección 5.3.4.

Se corregirá cualquier condición insegura del sistema resistente a fuerzas laterales, o se proveerá una resistencia alterna a la estructura. Cuando se requiera de un reforzamiento, la resistencia adicional proveída cumplirá con los lineamientos de esta sección. Se seleccionará la medida de reforzamiento con la intención de cumplir con los objetivos de desempeño establecidos en la sección 5.3.1.2. La evaluación para cargas sísmicas de sistemas y miembros estructurales, considerará el desempeño post-elástico de los miembros estructurales y su competencia para mantener su capacidad de resistencia de carga para las solicitaciones sísmicas

requeridas por la normativa nacional vigente.

El ingeniero del proyecto, considerará medidas adicionales necesarias, con el mínimo impacto o pérdida de materiales históricos, que reduzcan daño y reparaciones en sismos futuros, con el propósito de preservar la estructura con valor patrimonial a perpetuidad.

5.3.4. Regulaciones para cargas laterales.

5.3.4.1. Fuerzas sísmicas

Las fuerzas sísmicas a utilizar para evaluar la estructura para resistencia a cargas sísmicas, considerarán los factores R establecidos en la normativa nacional vigente; se considerará el detallamiento estructural de los elementos cuando los factores R existan.

Cuando un edificio se refuerce con la adición de un sistema resistente a fuerzas laterales nuevo, se le asignará un factor R de acuerdo a la normativa nacional vigente.

5.3.4.2. Materiales y su desempeño en edificios existentes

Una evaluación exhaustiva deberá realizarse para las resistencias y desempeño de materiales que no se consideren en el reglamento nacional vigente y sus normas, o no considerados en reglamentos de diseño actualizados utilizados por el ingeniero del proyecto.

Todo material o miembro que no cumpla con los requisitos de detallamiento y cálculo de acuerdo a reglamentos y normas, deberán ser evaluados para desempeño sísmico y sus consecuencias de incumplimiento. Todos los miembros que razonablemente se esperaría que fallaran y lleven a colapso o lesiones peligrosas para la vida, durante una demanda sísmica, se considerarán inaceptables

y será requerido el reforzamiento estructural.

5.3.4.3. Recorrido de carga

Se proporcionará para las fuerzas requeridas, un recorrido de carga completo y continuo hacia el suelo, incluyendo conexiones, para cada parte o porción de la estructura. Se verificará que la estructura se encuentra adecuadamente integrada para desempeñarse como una unidad, cuando sea demandada por fuerzas sísmicas.

5.3.4.4. Parapetos

Se investigarán los parapetos y decoraciones exteriores con el cumplimiento de requisitos de la normativa nacional vigente, para anclajes y su competencia para resistir las fuerzas sísmicas requeridas.

5.3.4.5. Detalles no-estructurales

Se evaluarán los detalles no-estructurales de edificios con valor patrimonial, tales como cornisas, balcones, y decoraciones que podrían caer durante un sismo y que podrían convertirse en una amenaza para la seguridad a la vida. Se verificará su competencia para resistir fuerzas sísmicas, y cuando sea necesario se reforzará con un apropiado anclaje.

5.3.5. Materiales antiguos y métodos de construcción

El propósito de esta sección es la de proporcionar lineamientos para el uso de materiales y métodos de construcción antiguos, que difieren con los requisitos de un reglamento actual, para edificios y estructuras calificados con valor patrimonial.



I. Enfoque de ingeniería.

Para materiales antiguos, valores de resistencia serán asignados basados sobre los valores de materiales convencionales bajo norma, o basados en pruebas de laboratorio como se indica a continuación. Materiales y métodos de construcción antiguos se investigarán exhaustivamente en sus detalles constructivos como se indica en la sección 3.1.3.3. Se realizarán pruebas, cuando sea aplicable, para evaluar condiciones existentes. El ingeniero del proyecto asignará esfuerzos permisibles, o resistencias para materiales antiguos. Estos valores de resistencia asignados no serán mayores a los que actualmente son usados, a menos que se validen con pruebas de laboratorio. Los valores de resistencia signados o verificados con pruebas de laboratorio deberán ser debidamente documentados en la memoria de cálculo a presentar a OPAMSS.

II. Materiales antiguos no-estructurales.

En donde existan materiales antiguos no-estructurales, en uso en un edificio, que no cumplen con los requisitos de un reglamento actual, la continuación de su uso será permitida a condición que no ponga en riesgo a sus ocupantes ante su caída parcial o total.

III. Condiciones admisibles para materiales específicos.

Materiales antiguos que existen y que permanecerán en uso en un edificio calificado con valor patrimonial, serán evaluados en cuanto a su condición y cargas a imponer requeridas por el reglamento actual. El levantamiento estructural requerido en la sección 3.1.3.3, documentará las condiciones existentes, reforzamiento, anclaje, deterioro, para establecer esfuerzos permisibles, resistencias, e idoneidad de todos los materiales antiguos.

Para cualquier trabajo de rehabilitación, reparación, o modificación proyectada se utilizarán en la medida de lo posible materiales similares a los existentes en los componentes estructurales; toda intervención proyectada en una estructura existente debe cumplir con las secciones 5.3.3 y 5.3.4.

Mampostería.

El ingeniero del proyecto, deberá justificar los valores de resistencia o esfuerzos permisibles a definir para unidades o de prismas de mampostería, podrá utilizar los valores de acuerdo a lo indicado en la normativa nacional vigente, siempre y cuando haya una verificación calificada que se han inspeccionado los elementos de mampostería,

que las juntas de mortero están llenas, y que los bloques y mortero se encuentran en un estado razonablemente bueno. Todo elemento estructural de mampostería será evaluado de acuerdo a las secciones 5.3.3 y 5.3.4.

Madera.

Materiales. Se identificará la especie y se evaluarán las propiedades mecánicas de miembros individuales; se tomará en cuenta el tamaño y distribución de nudos y otras características de crecimiento.

Reparaciones. Cuando se implementen materiales para reforzamiento, su compatibilidad con la estructura de madera debe ser verificado. Por ejemplo, herrajes metálicos podrían ser susceptibles a corrosión con algunas especies de madera, de tal manera que herrajes galvanizados podrán ser una opción. El desmantelamiento y re-ensamblaje de estructuras de madera es una operación delicada, dado que se corre el riesgo de daños irreversibles en la estructura existente. También, hay que tomar en cuenta la pérdida de material con valor histórico. El restaurador, deberá evaluar si las circunstancias lo permiten, que si una remoción parcial podría facilitar una reparación más efectiva.

Concreto Reforzado.

Materiales. Elementos de concreto reforzado con menos reforzamiento que los requeridos por reglamentos actuales, podrán mantenerse en el elemento; siempre y cuando estos hayan sido evaluados de acuerdo a las secciones 5.3.3 y 5.3.4.



Detallamiento. El ingeniero del proyecto evaluará cuidadosamente los requisitos de los sistemas estructurales del reglamento actual, que no son cumplidos por elementos de la estructura existente; y deberá considerar las implicaciones de estas variaciones en el desempeño de la estructura. Estas variaciones se tomarán en cuenta en la evaluación de la estructura y de ser necesario, en las medidas de mejoras o reforzamiento a recomendar.

Acero.

Materiales. El ingeniero del proyecto, deberá justificar valores de resistencia a asignar a elementos de acero de una estructura existente; esto lo podrá sustentar a través de pruebas de laboratorio en elementos seleccionados.

5.4. Técnicas de reforzamiento (rehabilitación sísmica)

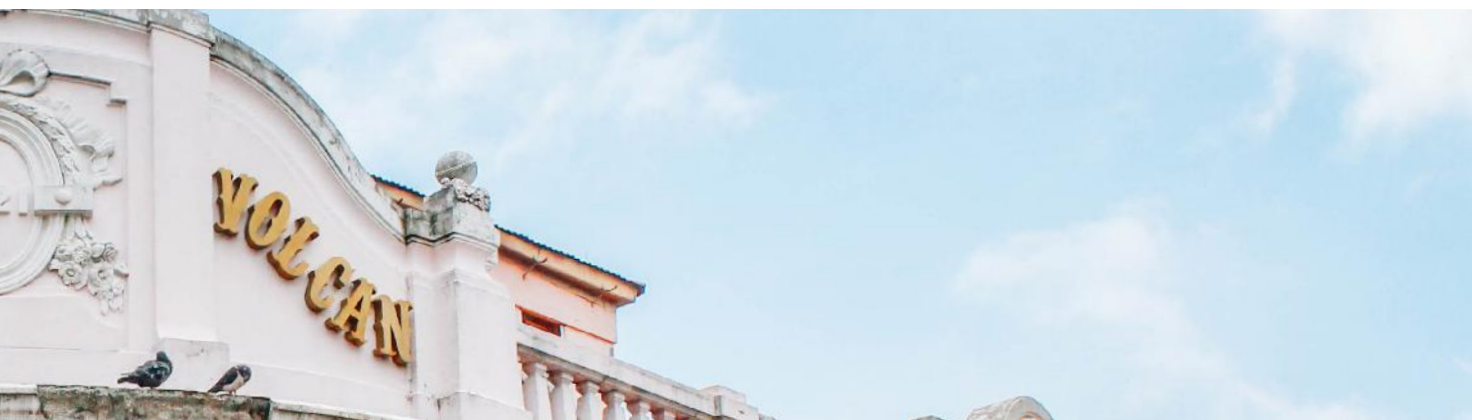
Según indicado en la sección 5.2.3, si el criterio de aceptación no es alcanzado en cualquier proceso de prueba y verificación, el elemento deberá ser modificado y re-analizado; todas las modificaciones a intentar cumplirán con los requisitos de la normativa nacional vigente o la sección 5.3.

Un proceso de cambio de estrategia de reforzamiento, modificación de elemento y prueba de cumplimiento adecuado y práctico, depende completamente de la experiencia del ingeniero del proyecto. Sin embargo, existen documentos que presentan estrategias de reforzamiento y modificación de elementos basados en la experiencia de otros, y que proporcionan técnicas prácticas para resolver problemas de reforzamiento.

En esta sección, se hace referencia a las técnicas presentadas en el FEMA 172 (1992), NEHRP Handbook of Techniques for the Seismic Rehabilitation of Existing Buildings, y su actualización FEMA 547 (2006), Techniques for the Seismic Rehabilitation of existing Buildings; para que el ingeniero del proyecto pueda consultar dichos documentos cuando el caso aplique y lo considere necesario.

Como en todo proyecto de reforzamiento estructural, para utilizar una técnica de rehabilitación sísmica, el ingeniero del proyecto debe realizar lo siguiente:

1. El proceso de evaluación de acuerdo las secciones 3.1.2 y 3.1.3 de este documento;
2. En la evaluación realizada se deberá identificar la tipología estructural del edificio a rehabilitar.
3. El FEMA 172 y FEMA 547, utilizan las tipologías



“FEMA buildings”, que en algunos casos difieren a los de la Tabla 7 de la NTDS. El ingeniero del proyecto deberá identificar estas diferencias para utilizar las estrategias en los documentos indicados.

4. En la evaluación indicada en el numeral 1, identificar las necesidades de modificación de elementos estructurales, como resultado del proceso de análisis como indicado en las secciones 5.1, 5.2, y 5.3.

5. El FEMA 547, utiliza cinco clases de medidas de rehabilitación sísmica conjuntamente con las categorías de irregularidades encontradas.

Las medidas de rehabilitación sísmica utilizadas son:

- Adición de elementos.
- Mejoramiento del desempeño de elementos existentes.
- Mejoramiento de conexiones entre componentes.
- Reducción de demanda.
- Remoción de componentes.

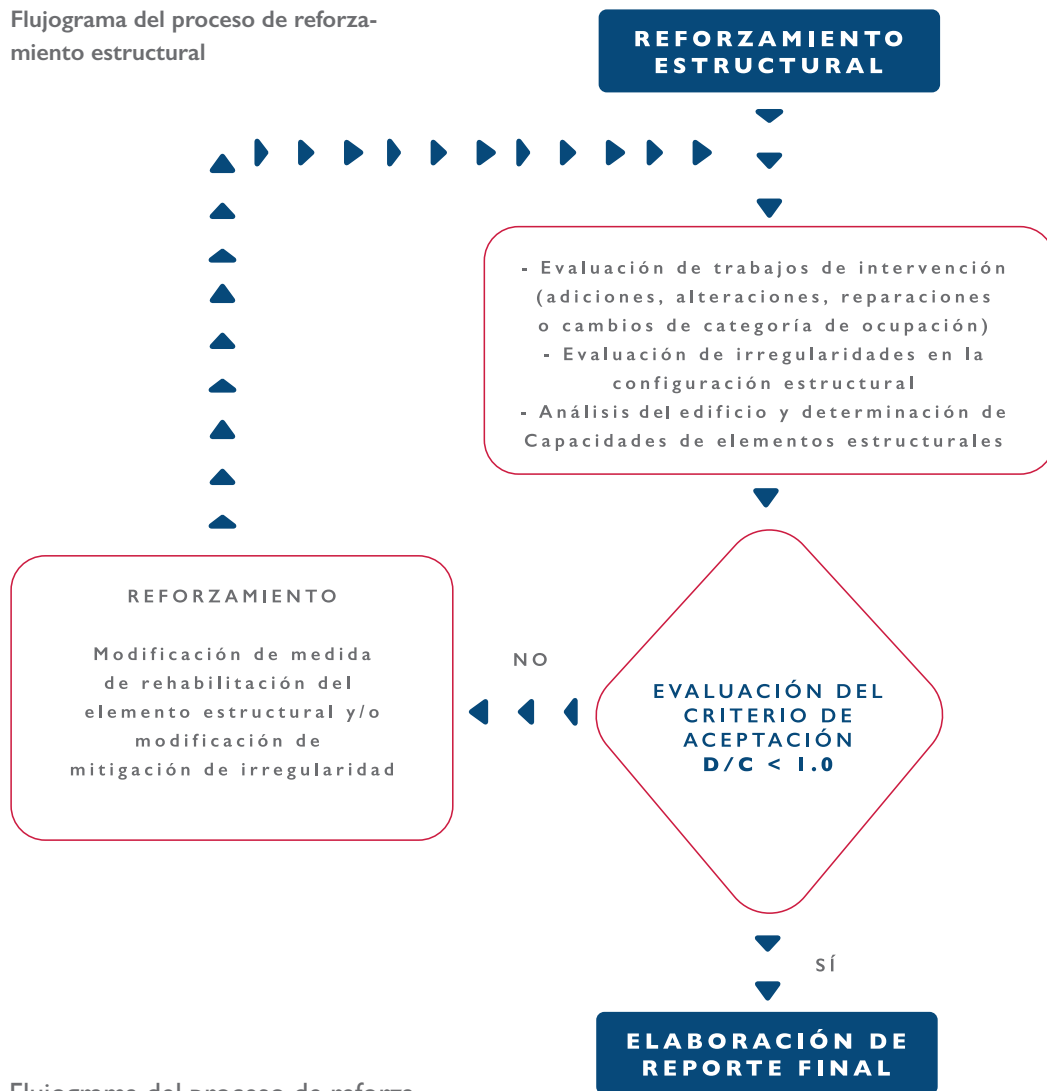
En todo proceso de prueba y verificación de cumplimiento del criterio de aceptación, cualquier esquema de modificación de la estructura deberá tener al menos:

- Un recorrido de carga completo.

- Suficiente capacidad y rigidez para cumplir los reglamentos de diseño.
- Compatibilidad y protección adecuada, a los sistemas laterales y de gravedad existentes.
- Fundaciones adecuadas para resistir las demandas.



Figura 5.8. Flujograma del proceso de reforzamiento estructural



En la Figura 5.8, Flujograma del proceso de reforzamiento estructural; se presentan los pasos a realizar cuando se refuerza un edificio existente.

5.4.1. Técnicas de reforzamiento - Microcentro Histórico

Para el Centro Histórico de San Salvador, específicamente el Microcentro Histórico, se realizaron 20 inspecciones rápidas para conocer las tipologías estructurales encontradas en edificios con y sin valor patrimonial. Para los edificios inspeccionados la frecuencia de ocurrencia de cada tipología estructural encontrada en la muestra fue la siguiente:

EDIFICIOS CON VALOR PATRIMONIAL	
TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL	NÚMERO OBSERVADO
C4	7
OTROS	3

C4 : Marcos de concreto reforzado con paredes de mampostería confinada/reforzada.

Otros: tipologías mixtas, combinación de tipologías estructurales.

EDIFICIOS SIN VALOR PATRIMONIAL	
TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL	NÚMERO OBSERVADO
C4	4
C1	2
C3	1
S1	1
RM3	1
OTROS	1

C4 Marcos de concreto reforzado con paredes de mampostería confinada/reforzada.

C1: Marcos de concreto reforzado momento resistente.

C3: Marcos de concreto reforzado con paredes de corte de concreto reforzado.

S1: Marcos de acero momento resistentes.

RM3: Edificaciones de un nivel con paredes de mampostería reforzada con techos flexibles.

Otros: tipologías mixtas, combinación de tipologías estructurales.

De los resultados de las inspecciones, se puede observar una predominancia de sistemas estructurales en concreto reforzado, específicamente marcos de concreto reforzado combinados con mampostería confinada o reforzada.

5.4.1.1. Ejemplos Ilustrativos de reforzamientos (rehabilitación sísmica)

Tomando en consideración los resultados de las inspecciones realizadas, en esta sección se presentan ejemplos con propósitos ilustrativos de reforzamientos de componentes estructurales, y se comenta la técnica de rehabilitación sísmica y su asociación con la deficiencia mitigada.

EDIFICIOS CON VALOR PATRIMONIAL.

En general, una rehabilitación sísmica casi siempre es invasiva cuando un edificio presenta deficiencias estructurales importantes, y las soluciones estructurales pueden estar en conflicto con los principios de conservación de edificios con valor patrimonial como: intervención mínima, y reversibilidad de la intervención entre otros.

Para cualquier caso de intervención en edificios con valor patrimonial el ingeniero del proyecto conjuntamente con el restaurador, buscarán las soluciones de intervención de manera racional tanto como sean necesarias, en la menor cantidad de medidas posibles.

Para cualquier intervención en un edificio con valor patrimonial, está deberá ser documentada e ingresada en MICULTURA para aprobación (ver sección 4.2.2). En edificios con valor patrimonial deberá consultarse con MICULTURA el nivel de intervención permitido.

1. Adición de pared de corte en el eje entre dos columnas de un marco de concreto momento resistente. Sin pared existente.
2. Adición de pared de corte adosada a un marco de concreto momento resistente con una pared existente entre columnas.
3. Encamisado de columna de un marco de concreto momento resistente.
4. Adición de fundación para soportar pared de corte nueva.
5. Ampliación de una fundación existente.

Adición de paredes de corte.

Descripción. Adición de paredes de corte a un marco de concreto reforzado con o sin paredes de mampostería, es un método común de adicionar capacidad y/o rigidez a una estructura. Las paredes pueden construirse coladas en el sitio o con concreto lanzado.

Localización de las paredes. Paredes en el interior del edificio, pueden ser localizadas a lo largo de los ejes de los marcos, particularmente los vanos de los marcos permiten el uso de la estructura existente como vigas y columnas.

Conexión pared-viga. Uno de los detalles más importantes en la construcción de una pared nueva en un edificio de concreto, es la conexión entre el borde superior de la pared y el borde inferior de la viga. La construcción se debe realizar sin espacio entre la pared y la viga, para facilitar la transferencia de las fuerzas de corte del diafragma superior y la pared nueva debajo, y minimizar la posibilidad de un deslizamiento en la junta.

Dependiendo del reforzamiento de las columnas y vigas existentes, puede ser preferible construir la pared a la par de la viga; la conexión de la pared nueva se puede efectuar a través de dovelas al lado de las vigas y columnas existentes, lo cual también puede hacer más fácil la colocación del concreto en el nuevo elemento.

En el Anexo C.1 y C.2 se presentan ejemplos de la construcción de una pared de concreto para los dos casos antes mencionados, en el eje de un marco de concreto, y a la par de la viga del marco y en

donde existe una pared de mampostería.

Encamisado de columnas.

Descripción. Encamisado de columnas de concreto reforzado existentes, consiste en la colocación de acero longitudinal y transversal embebidos en una capa de concreto que puede ser colocada en el sitio o lanzada.

La técnica es utilizada para mitigar deficiencias como: inadecuada capacidad (corte/flexión/axial), confinamiento inadecuado (por ejemplo, refuerzo transversal ampliamente espaciado) y/o detallamiento de refuerzo inadecuado (por ejemplo, insuficiente longitud de traslape).

Cuando el propósito de un encamisado de columna es el de mejorar la capacidad a flexión, es necesario asegurar la continuidad del acero de refuerzo longitudinal a través de la unión viga-columna. Lo anterior se realiza demoliendo parcialmente la losa existente para permitir el paso del acero de refuerzo; este acceso también se utiliza para colocar el concreto en la unión encamisado de columna-losa.

En el Anexo C.3, se presenta un ejemplo de encamisado de columna cuyo propósito incluye mejorar la capacidad a flexión de la columna existente.

Adición de fundación para soporte de pared.

Descripción. Para el caso de una adición de pared de corte en el eje, entre dos columnas de un marco de concreto momento resistente, se requiere de la construcción de una fundación nueva que soporte

la pared a construir.

En el Anexo C.4, se presenta la adición de una fundación nueva para el caso de la construcción de una pared de corte nueva entre dos columnas.

Ampliación de fundación existente.

Descripción. Una fundación aislada existente puede encontrarse bajo una columna de un marco de concreto, un arriostramiento metálico entre un marco de concreto, y puede estar sujeta a fuerzas de tensión o compresión que excedan su capacidad. La fundación existente puede ser reemplazada o mejorada para incrementar su capacidad a compresión o por carga muerta para resistir tensión.

En el Anexo C.5, se presenta la ampliación de una fundación existente para mejorar su capacidad a compresión y tensión.

EDIFICIOS SIN VALOR PATRIMONIAL.

1. Adición de arriostramiento, conectado a marco de acero existente.
2. Mejoramiento de columnas metálicas (adición de placas).
3. Adición de pilotes de concreto reforzado perforados en el sitio a una fundación existente con pilotes perforados en el sitio.

Adición de arriostramientos metálicos.

Descripción. El desempeño sísmico de marcos momento resistentes en acero pueden ser mejorados con la adición de arriostramientos metálicos. Estos se agregan sin que ello signifique un gran incremento en la masa del edificio. Existen varias configuraciones de



arriotramientos concéntricos, y algunos se comportan mejor que otros durante terremotos. Los sistemas que cumplen con los requerimientos de marcos especiales arriostrados concéntricamente, se comportan de una manera estable y dúctil durante terremotos de gran magnitud.

En el Anexo C.6, se presenta la adición riostras concéntricas para convertir marcos momento resistentes en marcos concéntricamente arriostrados. Las deficiencias usuales a mitigar son capacidad insuficiente de los marcos o derivas.

Mejoramiento de columnas.

Deficiencia a mitigar. Miembros de marcos que son inadecuados para resistir demandas sísmicas pueden ser reforzados con la adición de placas a secciones W para convertirlas en secciones cajón.

Descripción. Para el caso de columnas adicionar placas soldadas a los lados de un perfil W, es una manera efectiva de incrementar las capacidades axiales y a flexión, al convertir una columna en una sección cajón. La capacidad a corte también es incrementada al agregar dos almas adicionales.

En el anexo C.7, se presenta el caso antes indicado, mejoramiento de columnas metálicas existentes adicionando placas soldadas a los patines.

Adición de pilotes de concreto reforzado perforados en el sitio a una fundación existente con pilotes perforados en el sitio.

Descripción. Una fundación con pilotes existente

que soporta una pared de corte, puede tener falta de capacidad de compresión o tensión en las cercanías de los elementos de borde de la pared. Adicionar pilotes adicionales para complementar esta falta de capacidad, y reducir la demanda a los pilotes existentes es una medida de mitigación de esta deficiencia en el sistema de fundación.

En el Anexo C.8, se presenta un sistema de fundación existente como el antes descrito, la medida de mitigación de la técnica es la adición de pilotes colados en el sitio para suplir la demanda no cubierta





JOYERIA NOVA BRASIL
FABRICACION Y REPARACION DE
ANILLOS DE BODAS, QUINCE ANOS,
GRADUACION, CORDONES
Venta y Reparacion
de relojes

KILOMETRO
CENTRO

Joyeria y Relojeria
"El Angel"
Venta y Reparacion
de Relojes

JOYERIA NOVA BRASIL



Anexos

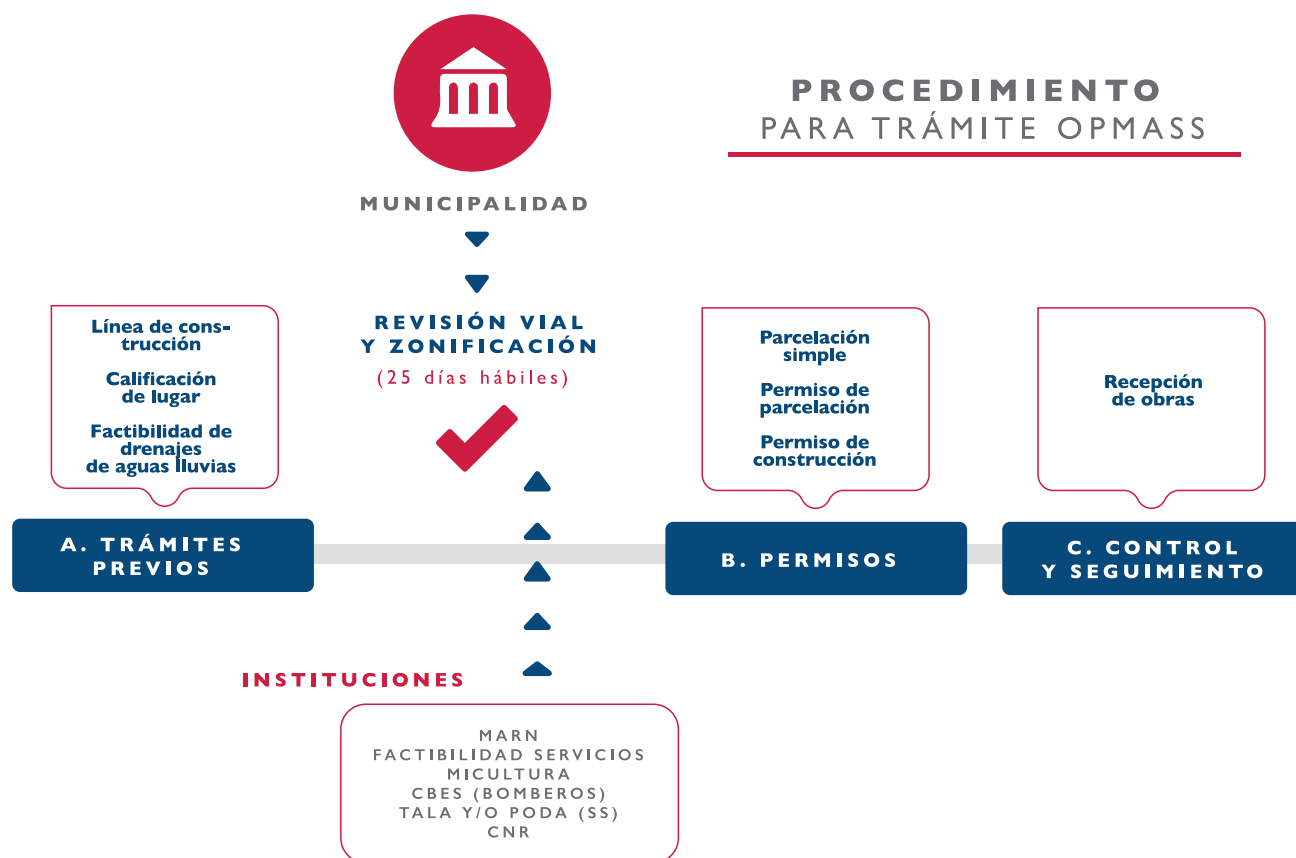
ANEXO A – FORMATOS

A.I. FORMATO DE INSPECCIÓN

A. INFORMACIÓN DEL INMUEBLE	FOTOGRAFÍA
A.1 Dirección: _____ A.2 Nombre del edificio: _____ A.3 Manzana: _____ Clave catastral: _____ A.4 Año de construcción: _____ A.5 Con valor patrimonial _____ Sin valor patrimonial _____ A.6 Latitud: _____ Longitud: _____ A.7 Inspector: _____ A.8 Fecha: _____ Hora: _____	
B. DESCRIPCIÓN DEL INMUEBLE	TIPOLOGÍAS
B.1 Número de niveles: Arriba del NPT: _____ Debajo del NPT: _____ B.2 Área del edificio: _____ Adiciones: _____ No _____ Si _____ Año: _____ B3. Uso del inmueble: _____ Habitacional _____ Templo _____ Comercio _____ Hospital _____ Unidad de salud _____ Oficinas _____ Hotel _____ Gimnasio _____ Industrial _____ Gubernamental _____ Histórico _____ Otro: _____ _____ Escuela _____ Servicios	C1 Marco de concreto reforzado momento resistente C2 Paredes de corte de concreto reforzado C3 Marcos de concreto reforzado con paredes de corte de concreto reforzado C4 Marcos de concreto reforzado con paredes de mampostería confinada / reforzada S1 Marcos de acero momento resistentes S2 Marcos de acero momento resistentes con riostras metálicas S3 Marcos de acero momento resistentes con paredes de mampostería reforzada S4 Marcos de acero momento resistentes con paredes de mampostería confinada S5 Marcos en acero momento resistentes con elementos armados RM1 Mampostería confinada/reforzada con diafragma rígido y con techo. RM2 Mampostería confinada/reforzada con diafragma flexible y con techo. RM3 Mampostería confinada/reforzada con techos (un nivel) M1 Marcos de madera M2 Paredes construidas con una estructura reticular de madera, Exterior _____ D'ployer con mezcla de yeso y cemento _____ Lámina _____ Madera _____ Plywood Interior _____ D'ployer con mezcla de yeso y cemento _____ Lámina _____ Madera _____ Plywood Relleno _____ Con relleno de tierra _____ Sin relleno de tierra BH Bahareque
C. TIPOLOGÍA	
_____ Tipología observada	
D. DAÑOS OBSERVADOS	
D.1 Daños Estructurales-No Estructurales Escala de daños L _____ Leve M _____ Moderado S _____ Severo _____ Paredes exteriores _____ Estructura (condición general) _____ Miembros de la estructura (Losa, viga, columnas) _____ Conexiones en la estructura _____ Estructura del techo _____ Paredes interiores (de carga o cortante) _____ Divisiones (no estructurales) _____ Otro: _____ D.2 Daños geológicos-Geotécnicos _____ Asentamientos _____ Deslizamientos _____ Otro: _____	
E. CALIDAD DE MATERIALES	
_____ Buena _____ Regular _____ Pobre _____ Daño importante/ Deterioro en el sistema estructural	Otro _____ _____ _____

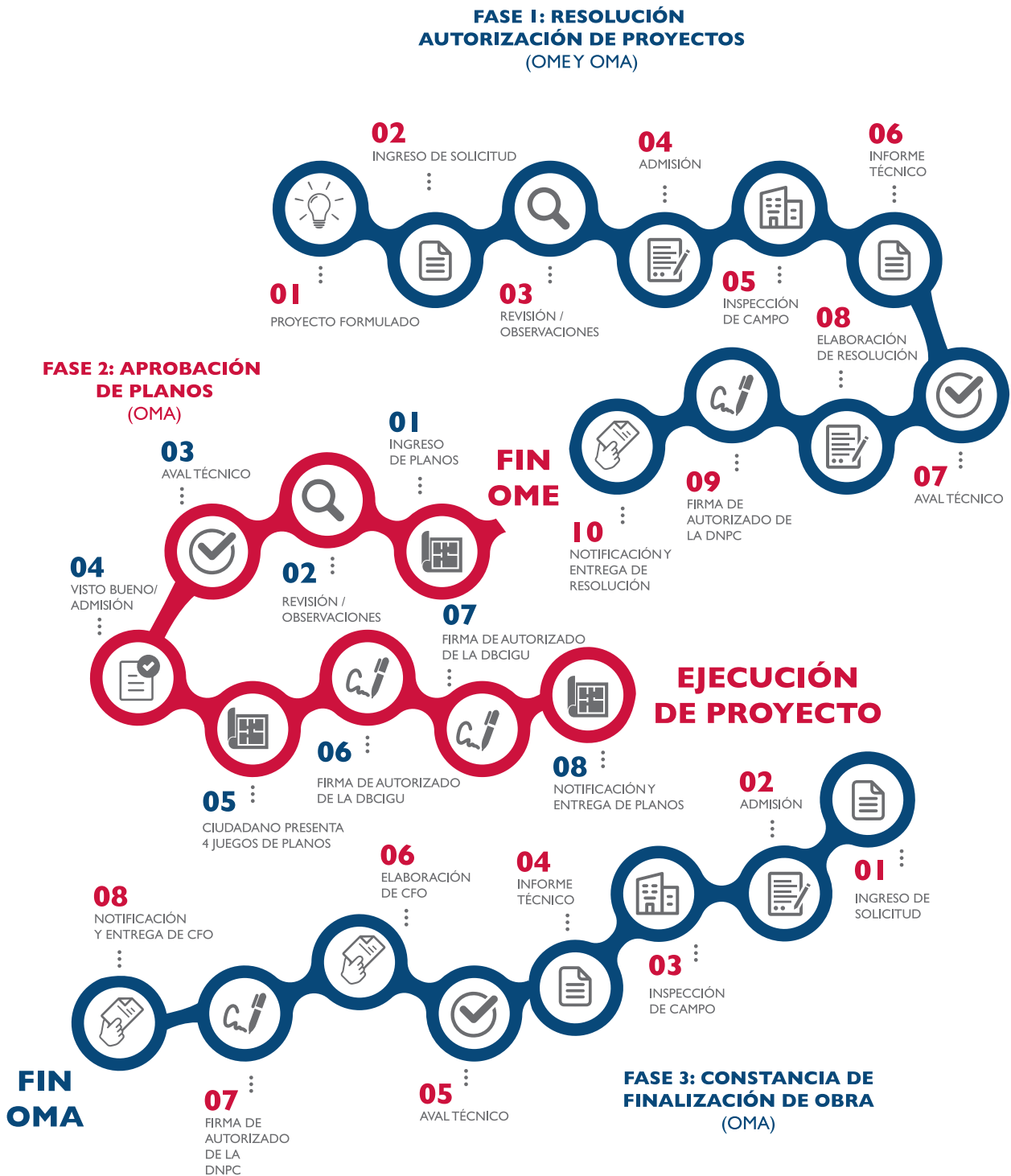
ANEXO B – FLUJOGRAMAS

B.I. FLUJOGRAMA TRÁMITES - OPAMSS



ANEXO B – FLUJOGRAMAS

B.2. FLUJOGRAMA DEL TRÁMITE DE AUTORIZACIÓN DE PROYECTOS-MICULTURA.

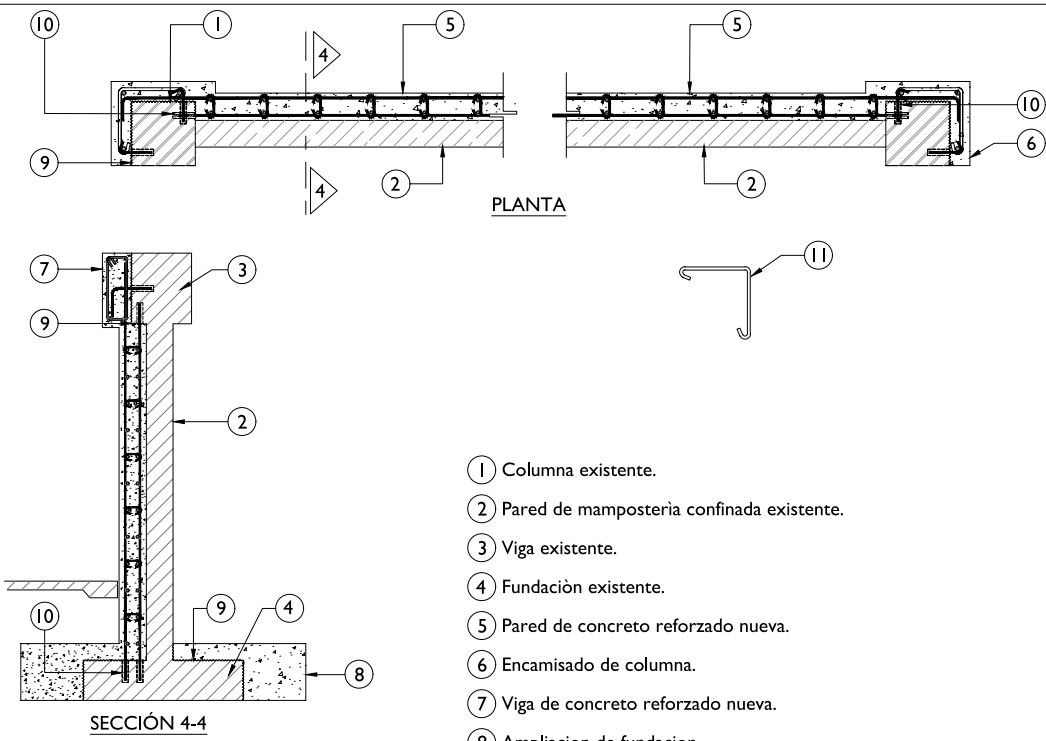


ANEXO C – TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO
C.I.ADICIÓN DE PAREDES DE CORTE

ANEXO C.I	
TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO	
INFORMACIÓN DEL EDIFICIO	
Calificación del edificio: ☒ Con valor patrimonial ☐ Sin valor patrimonial	Tipología estructural: C3: Marco de concreto reforzado con paredes de mampostería confinada.
DEFICIENCIA A MITIGAR	
Categoría: Capacidad global. Rigidez global. Deficiencia: Marcos débiles, marco con rigidez inadecuada, tamaño excesivo de paredes entre columnas.	Técnica de reforzamiento: Adición de elementos: Adición de paredes de corte entre columnas.
ESQUEMA DE LA TÉCNICA DE REFORZAMIENTO	
① Marco de concreto reforzado existente. ② Fundación existente. ③ Columna existente. ④ Pared de concreto reforzada nueva. ⑤ Agujeros perforados con epóxico para colocación de dovelas. ⑥ Refuerzo de pared. ⑦ Dovela para conexión de pared. ⑧ Escarificación de columnas, vigas y fundación. Usar puente de adherencia antes de colocar concreto. Suelo Suelo SECCIÓN I-I	
Referencias FEMA (2006). Techniques for the Seismic Rehabilitation of Existing Buildings FEMA 547. Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C., USA FEMA 172 (1992). NEHRP Handbook of Techniques for the Seismic Rehabilitation of Existing Buildings FEMA 172. Federal Emergency Agency, Washington, D.C., USA.	
Notas 1. La técnica de reforzamiento propuesta en este ejemplo es para propósitos de ilustración únicamente. Los autores de esta ilustración no asumen responsabilidad por el uso de la presente propuesta. 2. Cualquier dimensión, detalle, etc... Deberá ser diseñado por un ingeniero civil con especialidad en estructuras.	

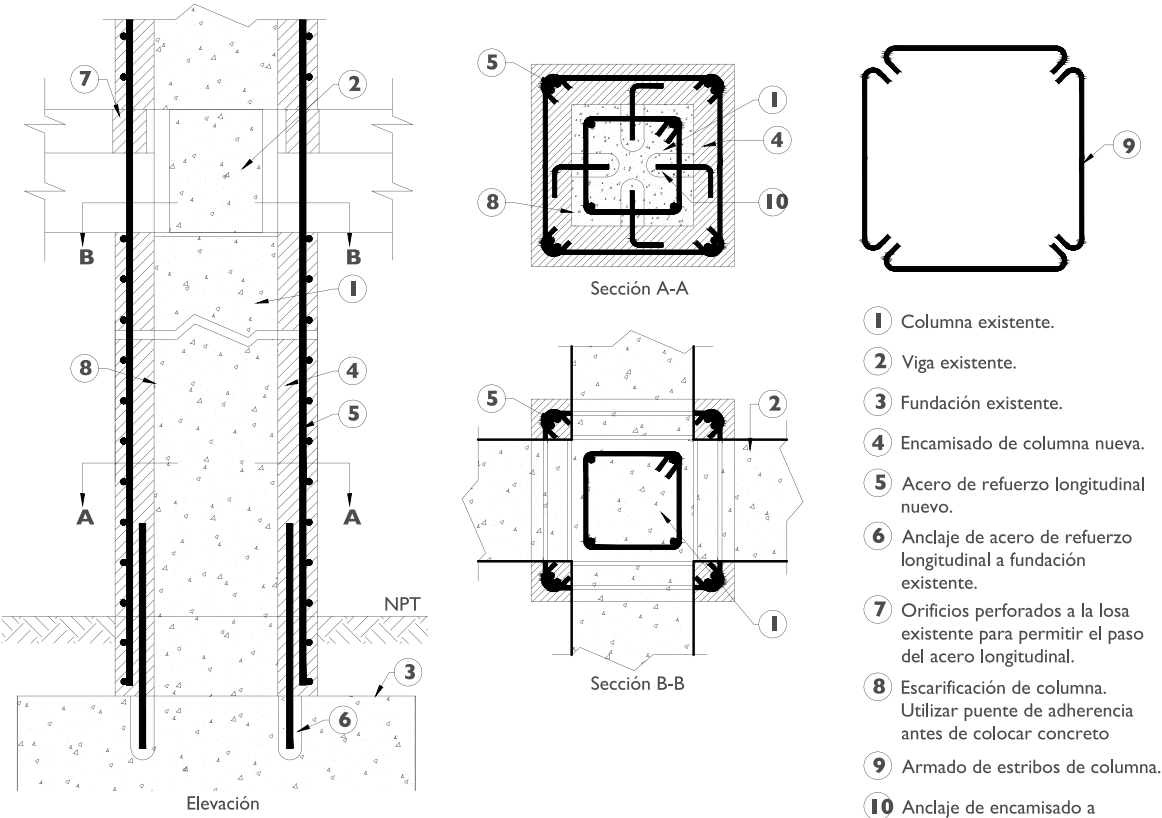
ANEXO C – TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO

C.2 ADICIÓN DE PAREDES DE CORTE EN EL VANO DE UNA PARED DE MAMPOSTERÍA

ANEXO C.2	
TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO	
INFORMACIÓN DEL EDIFICIO	
Calificación del edificio:	Tipología estructural:
☒ Con valor patrimonial	C3: Marco de concreto reforzado con paredes de mampostería confinada.
☐ Sin valor patrimonial	
DEFICIENCIA A MITIGAR	
Categoría:	Técnica de reforzamiento:
Capacidad global.	Adición de elementos: Adición de paredes de corte, en el vano de una pared de mampostería.
Deficiencia:	
Paredes mampostería débil o deteriorada	
ESQUEMA DE LA TÉCNICA DE REFORZAMIENTO	
	
1 Columna existente. 2 Pared de mampostería confinada existente. 3 Viga existente. 4 Fundación existente. 5 Pared de concreto reforzado nueva. 6 Encamisado de columna. 7 Viga de concreto reforzado nueva. 8 Ampliación de fundación. 9 Escarificación de columna, viga y fundación de columna. Utilizar puente de adherencia antes de colocar concreto. 10 Agujeros perforados con epóxico para colocación de dovelas. 11 Armado de estribos de columna.	
Referencias	
FEMA (2006). Techniques for the Seismic Rehabilitation of Existing Buildings FEMA 547. Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C., USA FEMA 172 (1992). NEHRP Handbook of Techniques for the Seismic Rehabilitation of Existing Buildings FEMA 172. Federal Emergency Agency, Washington, D.C., USA.	
Notas	
1. La técnica de reforzamiento propuesta en este ejemplo es para propósitos de ilustración únicamente. Los autores de esta ilustración no asumen responsabilidad por el uso de la presente propuesta.	
2. Cualquier dimensión, detalle, etc... Deberá ser diseñado por un ingeniero civil con especialidad en estructuras.	

ANEXO C – TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO

C.3. ENCAMISADO DE COLUMNAS

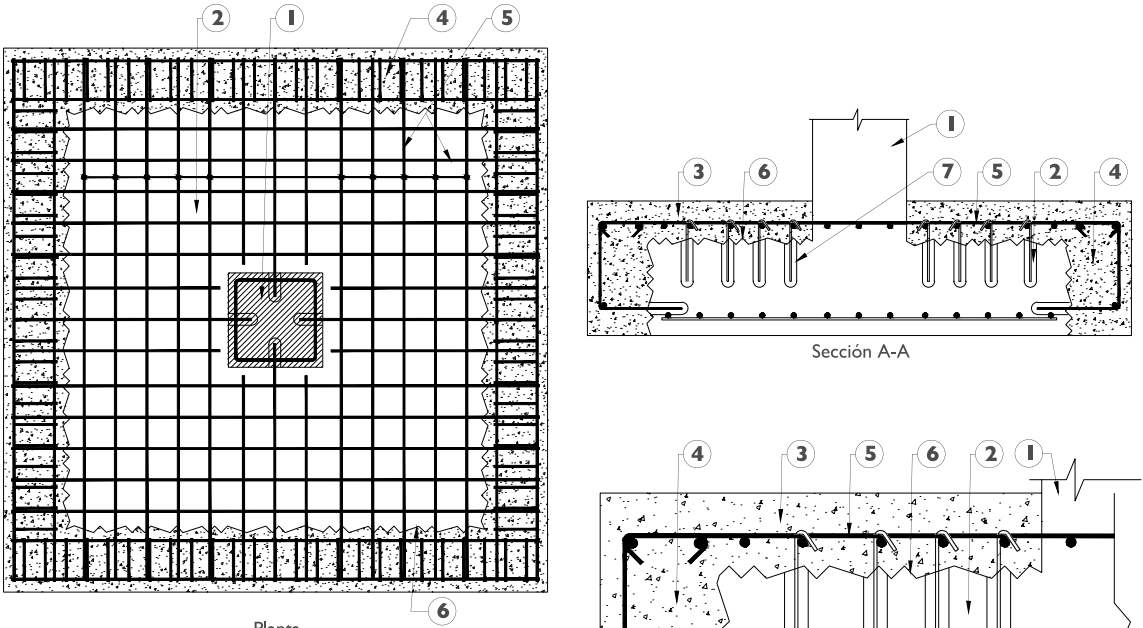
ANEXO C.3	
TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO	
INFORMACIÓN DEL EDIFICIO	
Calificación del edificio: ☒ Con valor patrimonial ☐ Sin valor patrimonial	Tipología estructural: C3: Marcos de concreto reforzado con pared de mampostería confinada.
DEFICIENCIA A MITIGAR	
Categoría: Capacidad global Rigidez global. Deficiencia: Marcos débiles, marcos con inadecuada rigidez.	Técnica de reforzamiento: Mejora de elemento: encamisado de columna.
ESQUEMA DE LA TÉCNICA DE REFORZAMIENTO	
 1 Columna existente. 2 Viga existente. 3 Fundación existente. 4 Encamisado de columna nueva. 5 Acero de refuerzo longitudinal nuevo. 6 Anclaje de acero de refuerzo longitudinal a fundación existente. 7 Orificios perforados a la losa existente para permitir el paso del acero longitudinal. 8 Escarificación de columna. Utilizar puente de adherencia antes de colocar concreto 9 Armado de estribos de columna. 10 Anclaje de encamisado a columna existente.	
Referencias FEMA (2006). Techniques for the Seismic Rehabilitation of Existing Buildings FEMA 547. Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C., USA FEMA 172 (1992). NEHRP Handbook of Techniques for the Seismic Rehabilitation of Existing Buildings FEMA 172. Federal Emergency Agency, Washington, D.C., USA.	
Notas 1. La técnica de reforzamiento propuesta en este ejemplo es para propósitos de ilustración únicamente. Los autores de esta ilustración no asumen responsabilidad por el uso de la presente propuesta. 2. Cualquier dimensión, detalle, etc... Deberá ser diseñado por un ingeniero civil con especialidad en estructuras.	

ANEXO C – TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO

C.4.ADICIÓN DE FUNDACIÓN PARA SOPORTAR PARED DE CORTE NUEVA

ANEXO C.4	
TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO	
INFORMACIÓN DEL EDIFICIO	
Calificación del edificio:	Tipología estructural:
☒ Con valor patrimonial	C3: Marco de concreto reforzado con paredes de mampostería confinada.
☐ Sin valor patrimonial	
DEFICIENCIA A MITIGAR	
Categoría:	Técnica de reforzamiento:
N/A	
Deficiencia:	Adición de elementos: Adición de fundación para soportar pared de corte nueva.
N/A	
ESQUEMA DE LA TÉCNICA DE REFORZAMIENTO	
1 2 3 4 5 6 SECCIÓN 2-2 SECCION 3-3	
1 2 3 4 5 6 1 2 3 4 5 6 1 2 3 4 5 6	

ANEXO C – TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO
C.5.AMPLIACIÓN DE FUNDACIÓN EXISTENTE

ANEXO C.5	
TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO	
INFORMACIÓN DEL EDIFICIO	
Calificación del edificio: ☒ Con valor patrimonial ☐ Sin valor patrimonial	Tipología estructural: C4: Marcos de concreto reforzado con paredes de mampostería confinada.
DEFICIENCIA A MITIGAR	
Categoría: N/A Deficiencia: Inadecuada capacidad a tensión de la fundación, inadecuada capacidad de soporte del suelo, inadecuada capacidad de corte de la fundación.	Técnica de reforzamiento: Mejoramiento de elemento:
ESQUEMA DE LA TÉCNICA DE REFORZAMIENTO	
 Planta Sección A-A Detalle 1 Columna existente. 2 Fundación existente. 3 Ampliación de espesor de fundación. 4 Extensión de fundación. 5 Acero de refuerzo nuevo. 6 Escarificación de fundación. Utilizar puente de adherencia antes de colocar el concreto. 7 Agujeros perforados con epoxico para colocación de dovelas.	
Referencias FEMA (2006). Techniques for the Seismic Rehabilitation of Existing Buildings FEMA 547. Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C., USA FEMA 172 (1992). NEHRP Handbook of Techniques for the Seismic Rehabilitation of Existing Buildings FEMA 172. Federal Emergency Agency, Washington, D.C., USA.	
Notas 1. La técnica de reforzamiento propuesta en este ejemplo es para propósitos de ilustración únicamente. Los autores de esta ilustración no asumen responsabilidad por el uso de la presente propuesta. 2. Cualquier dimensión, detalle, etc.... Deberá ser diseñado por un ingeniero civil con especialidad en estructuras.	

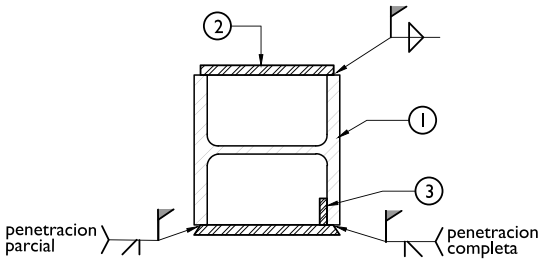
ANEXO C – TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO

C.6.ADICIÓN DE RIOSTRAS METÁLICAS

ANEXO C.6	
TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO	
INFORMACIÓN DEL EDIFICIO	
Calificación del edificio: ☐ Con valor patrimonial ☒ Sin valor patrimonial	Tipología estructural: SI: Marco de acero momento resistente.
DEFICIENCIA A MITIGAR	
Categoría: Capacidad global. Rigidez global, configuracion. Deficiencia: Capacidad insuficiente de marcos, deriva excesiva, piso suave.	Técnica de reforzamiento: Adicionar arriostramiento de acero . (Conectado a un marco de acero existente)
ESQUEMA DE LA TÉCNICA DE REFORZAMIENTO	
Referencias FEMA (2006). Techniques for the Seismic Rehabilitation of Existing Buildings FEMA 547. Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C., USA FEMA 172 (1992). NEHRP Hanbook of Techniques for the Seismic Rehabilitation of Existing Buildings FEMA 172. Federal Emergency Agency, Washington, D.C., USA Notas 1. La técnica de reforzamiento propuesta en este ejemplo es para propósitos de ilustración unicamente. Los autores de esta ilustración no asumen responsabilidad por el uso de la presente propuesta. 2. Cualquier dimensión, detalle, etc... Deberá ser diseñado por un ingeniero civil con especialidad en estructuras.	

ANEXO C – TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO

C.7. MEJORAMIENTO DE COLUMNAS METÁLICAS (ADICIÓN DE PLACAS)

ANEXO C.7	
TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO	
INFORMACIÓN DEL EDIFICIO	
Calificación del edificio: ☐ Con valor patrimonial ☒ Sin valor patrimonial	Tipología estructural: SI: Marco de acero momento resistente.
DEFICIENCIA A MITIGAR	
Categoría: Capacidad global Rigidez global Deficiencia: Capacidad insuficiente de marco, deriva excesiva.	Técnica de reforzamiento: Mejoramiento de elemento: Reforzamiento (con placas) de columnas.
ESQUEMA DE LA TÉCNICA DE REFORZAMIENTO	
 penetración parcial penetración completa ① Columna existente. ② Placa de refuerzo en columna. ③ Placa de respaldo. NOTA: La figura muestra las posibilidades de colocación de soldadura.	
Referencias	
FEMA (2006). Techniques for the Seismic Rehabilitation of Existing Buildings FEMA 547. Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C., USA FEMA 172 (1992). NEHRP Handbook of Techniques for the Seismic Rehabilitation of Existing Buildings FEMA 172. Federal Emergency Agency, Washington, D.C., USA.	
Notas	
1. La técnica de reforzamiento propuesta en este ejemplo es para propósitos de ilustración únicamente. Los autores de esta ilustración no asumen responsabilidad por el uso de la presente propuesta. 2. Cualquier dimensión, detalle, etc... Deberá ser diseñado por un ingeniero civil con especialidad en estructuras.	

ANEXO C – TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO

C.8.ADICIÓN DE PILOTES PERFORADOS Y COLADOS EN EL SITIO A UNA FUNDACIÓN EXISTENTE

ANEXO C.8	
TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO	
INFORMACIÓN DEL EDIFICIO	
Calificación del edificio: ☐ Con valor patrimonial ☒ Sin valor patrimonial	Tipología estructural: C3: Marcos de concreto reforzado con paredes de corte de concreto reforzado.
DEFICIENCIA A MITIGAR	
Categoría: N/A Deficiencia: Capacidad a compresión inadecuada de una fundación piloteada. Capacidad a tensión inadecuada de una fundación piloteada.	Técnica de reforzamiento: Adición de elementos: adición de pilotes perforados y colados en el sitio.
ESQUEMA DE LA TÉCNICA DE REFORZAMIENTO	
1 Cabezal de pilotes 2 Pilotes existentes. 3 Pared de corte y columnas existentes. 4 Pilotes perforados nuevos. 5 Fundación nueva. 6 Apuntalar si se requiere, demoler el concreto existente de fundación, conservar el acero de refuerzo.	
Referencias	
FEMA (2006). Techniques for the Seismic Rehabilitation of Existing Buildings FEMA 547. Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C., USA FEMA 172 (1992). NEHRP Handbook of Techniques for the Seismic Rehabilitation of Existing Buildings FEMA 172. Federal Emergency Agency, Washington, D.C., USA.	
Notas	
1. La técnica de reforzamiento propuesta en este ejemplo es para propósitos de ilustración únicamente. Los autores de esta ilustración no asumen responsabilidad por el uso de la presente propuesta. 2. Cualquier dimensión, detalle, etc.... Deberá ser diseñado por un ingeniero civil con especialidad en estructuras.	

Glosario

ARQUITECTO DE PROYECTO. Arquitecto encargado de la evaluación y/o rehabilitación sísmica de un edificio existente.

COLUMNA CORTA. Una columna con una relación altura-profundidad menor que el 75 por ciento de las relaciones nominales altura-profundidad de las columnas típicas de un entrepiso

EDIFICIO EXISTENTE. Edificio construido antes de la adopción del reglamento en uso, o un edificio para el cual un permiso legal le ha sido emitido.

EVALUACIÓN. Un procedimiento o metodología para la evaluación de un edificio existente para lograr un desempeño objetivo.

INGENIERO DE PROYECTO. Ingeniero civil o ingeniero civil con especialidad en estructuras encargado de la evaluación y/o rehabilitación sísmica de un edificio existente.

RECORRIDO DE CARGA. Un recorrido mediante el cual las fuerzas sísmicas son distribuidas, desde el punto en donde se generan las fuerzas inerciales en la estructura hacia las fundaciones, y finalmente al suelo.

REDUNDANCIA. Calidad de una estructura de tener un recorrido de carga alternativo por el cual las fuerzas pueden ser transmitidas, permitiendo a la estructura mantenerse estable después de la falla de un solo elemento.

REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL. Ver rehabilitación sísmica.

REHABILITACIÓN. Cualquier trabajo, como los descritos en este documento, llevado a cabo en un edificio existente.

REHABILITACIÓN SÍSMICA. Trabajo que conduce al mejoramiento del sistema de resistencia sísmica de un edificio existente.

RESTAURADOR. Arquitecto o ingeniero civil con especialidad en restauración de inmuebles con valor patrimonial.

TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL. Clasificación de un edificio como definida en la la Tabla 7, Sistemas Estructurales, de la Norma Técnica de Diseño por Sismo.

SISTEMA ESTRUCTURAL. Ver Tipología estructural.



Siglarario

NTDS. Norma Técnica de Diseño por Sismo.

RESESCO. Reglamento para la Seguridad Estructural de las Construcciones en El Salvador.

Bibliografía



ACI 318, 2019, **Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary**, American Concrete Institute, USA.

AISC, 2017, **Manual of Steel Construction**, American Institute of Steel Construction, USA.

ASCE, 2003, ASCE 31-03, **Seismic Evaluation of Existing Buildings**, American Society of Civil Engineers, Reston, VA, USA.

ASCE/SEI, 2013, ASCE 41-13, **Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings**, American Society of Civil Engineers, Reston, VA, USA.

CAC, 2019, **California Administrative Code**, California Building Standard Commission. USA.

CBC, 2019, **California Building Code**, California Building Standard Commission, USA

CEBC, 2019, **California Existing Building Code**, California Building Standard Commission, USA.

CHBC, 2016, **California Historical Building Code**, California Building Standard Commission, USA.

COAMSS-OPAMSS, 2020, **Ley de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Área Metropolitana de San Salvador y de los Municipios Aledaños y su Reglamento**, San Salvador.

Diario Oficial, 1996, **Reglamento para la Seguridad Estructural de las Construcciones y sus Normas Técnicas**, Ministerio de Obras Públicas-República de El Salvador, Imprenta Nacional, Tomo 333, San Salvador.

FEMA 172, 1992, **NEHRP Handbook of Techniques for the Seismic Rehabilitation of Existing Buildings**, USA.

FEMA 178, 1992, **NEHRP Handbook for the Seismic Evaluation of Existing Buildings**, Building Seismic Safety Council, Washington, D.C., 1992, USA.

FEMA 306, 1998, **Evaluation of Earthquake damaged Concrete and Masonry Wall Buildings**, Applied Technology Council, Redwood City, CA USA.

FEMA 547, 2006, **Techniques for the Seismic Rehabilitation of existing Buildings**, USA.

FEMA P-2012, 2018, **Assessing Seismic Performance of Buildings with configuration Irregularities**, Applied Technology Council, Redwood City, CA USA.

IBC, 2018, **International Building Code**, International Code Council, USA.

IEBC, 2012, **International Existing Building Code**, International Code Council, USA.

Ministerio de Cultura, 2021, **Insumos Elaborados por el Ministerio de Cultura**, San Salvador.



BURGER
KING

DESAYUNO

EL CENTRO TEXTIL
S.A. DE C.V.

Galería
de Arte

EN TRÁFICO