

Parte I.

NORMA PARA LA EVALUACION DEL NIVEL DE DAÑO

Parte I. NORMA PARA LA EVALUACION DEL NIVEL DE DAÑO

CAPITULO 1.

ASPECTOS GENERALES

1.1 Objetivo

La presente norma, contiene el procedimiento a seguir para la evaluación inmediata (o de emergencia) del nivel de daño y riesgo que presentan las estructuras dañadas sísmicamente, ante la posible incidencia de repeticiones del evento principal. Asimismo, se presenta el procedimiento a seguir para evaluar la necesidad y factibilidad de una rehabilitación definitiva. Para tal fin, se sugiere una metodología que consiste en identificar el tipo, nivel y distribución de daño en la estructura y en sus elementos constitutivos. Como objetivo final se presenta la información necesaria para iniciar la rehabilitación inmediata en cualquier ciudad afectada por un fenómeno sísmico y evitar daños producidos por réplicas del evento principal.

1.2 Definición de la terminología y simbología

En el cuerpo de la norma se emplea la siguiente terminología, cuya definición se indica a continuación:

Reparación: Proceso mediante el cual se restituyen las características estructurales originales de un edificio, o de sus elementos constitutivos, que han sufrido daño durante un evento sísmico.

Refuerzo: Proceso con el cual las características estructurales originales de un edificio, o de sus elementos constitutivos, que fueron dañados por el efecto destructivo de un sismo se mejoran respecto a la condición original que tenían antes de la ocurrencia de dicho evento.

Rehabilitación: Proceso que incluye la reparación y/o el refuerzo, por medio del cual una estructura dañada por un sismo recupera sus características de funcionalidad y puede volver a ser usada.

Nivel de riesgo: Parámetro utilizado para definir el nivel de peligro a la vida humana por la falla de un sistema estructural, los elementos estructurales o de los elementos no-estructurales (como la caída de objetos que se desprenden y caen, el desplome y volteo de objetos, etc.). Para este fin se asigna una calificación que depende de los resultados descritos en la evaluación inmediata (o de emergencia). El nivel de riesgo, puede calificarse en tres niveles: *peligro, precaución y seguro*.

Nivel de daño: Parámetro empleado para definir el nivel de daño físico de una estructura o de sus elementos constitutivos. En la guía para la evaluación inmediata del nivel de daño se distinguen tres niveles denominados *A*, *B* y *C*, para nivel de *daño menor*, *intermedio* y *grande*, respectivamente. En la guía de evaluación del tipo, nivel y distribución de daño se consideran cinco niveles denominados en modo creciente como: *daño ligero*, *daño menor*, *daño medio*, *daño grave* y *problema de estabilidad y falla*.

Nivel de daño y pérdida: Representa la condición y grado de deterioro de un elemento estructural. La clasificación del grado de deterioro se divide en cinco niveles, denominándose como I para el grado de menor deterioro y V para el grado de mayor gravedad o de falla.

1.3 Alcance de su aplicación

La Norma es aplicable a edificios de concreto reforzado (CR), estructurados a base de marcos resistentes a momento o a base de muros estructurales, que hayan sufrido algún tipo de daño por la ocurrencia de un evento sísmico. No obstante, la Norma puede ser aplicable a edificaciones que cuenten con algunos componentes de CR, tales como pueden ser las estructuras de acero estructural ahogadas en concreto reforzado, las estructuras de concreto presforzado, las estructuras de bloque de concreto reforzado, etc.

1.4 Estructura, objetivo y aplicación del procedimiento de evaluación

1) La evaluación del *nivel de daño* consiste en dos procedimientos a seguir: la *evaluación inmediata* (o de emergencia) del *nivel de riesgo* (o peligro) de una edificación y la *evaluación del nivel de daño estructural y su clasificación*.

2) La evaluación inmediata del nivel de riesgo consiste de una serie de procesos de evaluación posterior al sismo, donde se definirá si la estructura dañada o alguna parte de ella puede constituir un peligro para la vida humana, ya sea por volcadura, falla o desplome. Con base en los resultados de esta evaluación, se comunica a los usuarios y al dueño del inmueble la factibilidad de seguir usándose, así como las medidas para evitar la aparición de daños secundarios. La evaluación inmediata tiene por objeto identificar qué edificios pueden ser usados como instalaciones para albergues, hospitales y almacenes temporales. Como regla general, la evaluación inmediata se llevará a cabo por especialistas y técnicos capacitados.

3) La evaluación del nivel de daño y su clasificación se basa en los resultados de la inspección sobre las condiciones y características de daño que exhiba el edificio, a fin de determinar las condiciones del inmueble y de sus elementos estructurales. Este proceso tiene por objeto determinar la necesidad de reparación y/o refuerzo de la estructura o de sus elementos constitutivos. También, los resultados de esta evaluación se usan como material o información para realizar trabajos de estadística de daños que son de gran utilidad para el ingeniero estructurista. Esta evaluación será hecha, como regla general, por el ingeniero estructurista.

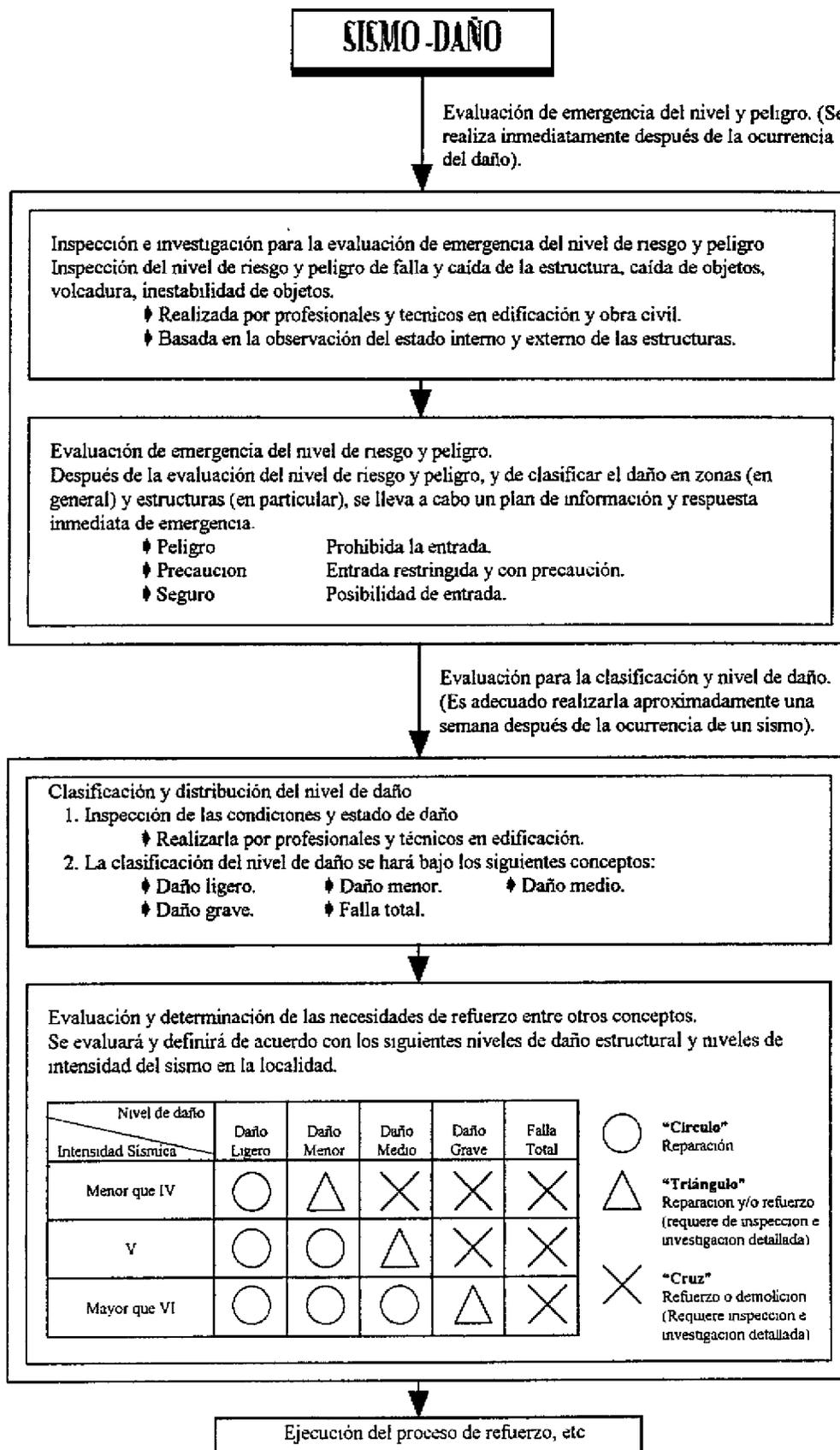


Figura 1. Diagrama de flujo y estructura del procedimiento de evaluación del nivel de daño

Comentarios

1) Estructura y objetivos de la Norma para Evaluar el Nivel de Daño

La presente norma para evaluación del nivel de daño tiene el objeto de constituirse en la información y material base, así como en la guía de apoyo y consulta, para que las diversas localidades, en forma autónoma, realicen trabajos de inspección e investigación encaminados a evaluar las condiciones de daño en las que se encuentran las estructuras afectadas por sismo, para lograr una rápida rehabilitación de las ciudades y provincias. En la figura 1 se presenta un diagrama de flujo que resume conceptualmente el procedimiento de aplicación del método de evaluación.

La Norma para la Evaluación Inmediata de Emergencia Después de la Ocurrencia de un Desastre Sísmico, tiene la finalidad primaria de determinar el nivel de seguridad estructural y riesgo de caída de estructuras con daño grave, es decir, evaluar el nivel de riesgo en estructuras con condición de equilibrio inestable con posibilidad de colapsar ante la incidencia de alguna réplica del movimiento principal. Esto con el fin de determinar y recomendar la posibilidad de permanencia, uso e incluso el acceso a dichos inmuebles, para evitar riesgo en vidas humanas. También, esta norma de evaluación inmediata de emergencia, tiene el propósito de definir los patrones de evaluación del nivel de seguridad estructural de edificaciones públicas que pudiesen ser empleadas como albergues o zonas de refugio ante la posibilidad de incidencia de réplicas del evento principal. Esta evaluación deberá hacerse, en la medida de lo posible, durante los dos días siguientes a la ocurrencia del sismo que originó el daño. La filosofía básica del procedimiento de evaluación consiste en la definición del nivel de seguridad estructural considerando el riesgo que pudieran tener las vidas humanas que harían uso del inmueble. El procedimiento siempre deberá considerar ambos aspectos, seguridad estructural y riesgo a la vida humana.

Al finalizar la evaluación inmediata de emergencia del nivel de riesgo y peligro, el paso siguiente consiste en determinar si para el tiempo de vida útil restante del inmueble después del fenómeno, el edificio continuará en funcionamiento, para cuyo caso se deberá rehabilitar. Así, es necesario definir si la estructura requiere que se mejoren sus características de comportamiento sísmico respecto a las que tenía antes del sismo. Para ello se requerirá de una propuesta de refuerzo estructural, que se determinará por medio de una inspección e investigación en la cual se evalúe la clasificación y el nivel de daño. Respecto al procedimiento de evaluación, es un aspecto básico considerar conjuntamente la resistencia remanente del sistema estructural después del daño provocado por el sismo, así como la intensidad o características del sismo que tuvieran una probabilidad mayor de ocurrencia en el futuro. Lo anterior se requiere para determinar la necesidad y características del refuerzo del sistema estructural en cuestión. Sin embargo, la determinación de la resistencia o características estructurales remanentes del sistema estructural, así como las características del evento sísmico que pudiera ocurrir, permanecen como variables difíciles de determinar en forma exacta, ya sea como suposición o como valor real. A este respecto, la presente norma, en la parte de evaluación de la clasificación y el nivel de daño, parte de la relación entre la resistencia remanente del sistema estructural (clasificación y nivel de daño) determinada con base en las condiciones y estado de falla de

la estructura, y la fuerza del sismo que generó dicho daño; y de las experiencias y resultados experimentales anteriores, conjuntamente con conceptos de criterio ingenieril actuales, para conformar las bases para determinar la necesidad de refuerzo de una estructura dañada por sismo.

2) Establecimiento y ejecución de la Norma para la Evaluación Inmediata de Emergencia del Nivel de Riesgo y Peligro

Puesto que la evaluación de emergencia del nivel de riesgo y peligro, como se mencionó anteriormente, es un procedimiento que se empleará inmediatamente después de la ocurrencia de un fenómeno sísmico, se deberá aplicar en zonas dañadas en condiciones alteradas y poco estables. Por lo que, para realizar el trabajo de manera rápida, eficiente y profesional, es necesario establecer inmediatamente un programa de trabajo grupal, siendo indispensable que los componentes de este grupo tengan un entrenamiento adecuado en el uso y ejecución de técnicas de inspección e investigación previo a la ocurrencia de un fenómeno sísmico.

Básicamente la presente norma, tiene la finalidad de conformarse en un elemento de ayuda a los particulares o instituciones autónomas de profesionales y técnicos de edificación y obra civil, encargados de revisar y evaluar el estado de las estructuras dañadas por un sismo. Esta norma pretende contribuir a preparar la respuesta de estas instancias antes de la incidencia del fenómeno sísmico, así como indicar las necesidades de organización de entidades autónomas, dependiendo de las necesidades por condición poblacional y económica de la zona o ciudad de que se trate. También, plantea la necesidad de organización de la ciudadanía entrenada en técnicas de construcción y obra civil para apoyar en la evaluación del estado de las estructuras, que obviamente dependen de la magnitud del daño ocasionado por el sismo. La Asociación Unificada de Despachos de Ingenieros y Arquitectos del Japón, considerando como ejemplo hipotético a la ciudad de Tokio, presenta una propuesta de organización y ejecución del proceso de inspección e investigación, como se indica en la figura 2 (Referencia 2). También, especialmente en lo que respecta a la evaluación inmediata de emergencia del nivel de peligro y riesgo, y para lograr una respuesta más rápida y mayor efectividad en la ejecución del método de evaluación propuesto en la presente norma se puede plantear, por ejemplo, la realización de inspecciones llevadas a cabo por localidades en forma individual, en aquellos edificios donde se asuman niveles importantes de daño. Posteriormente se entregará un informe con los resultados de dichas inspecciones para cada edificación para considerarlas en la evaluación inmediata de emergencia del nivel de riesgo y peligro realizada por la entidad correspondiente en forma global y definitiva.

3) Alcance de su aplicación

La presente norma, originalmente contempla todas aquellas edificaciones con sistemas estructurales a base de marcos resistentes a momento, o a base de muros estructurales, que mayormente estén compuestos de concreto colado en sitio. Existen también, otro tipo de edificaciones de concreto como son las estructuras compuestas de acero estructural y concreto, estructuras de bloques de alta resistencia, estructuras de

concreto reforzado precolado, y estructuras de concreto presforzado. Para este tipo de estructuras, cualquiera que sea su sistema estructural (marcos resistentes a momento o muros estructurales), se pueden aplicar los procedimientos de evaluación de clasificación y nivel de daño, y el de evaluación inmediata de emergencia del nivel de riesgo y peligro. Sin embargo, en el caso de estructuras de concreto reforzado precoladas, cuando se presenta daño importante con pérdida de capacidad en las uniones, se tiende a degradar el trabajo conjunto del sistema estructural en este tipo de estructuras. Revisar únicamente el estado de daño de los elementos estructurales en este tipo de estructuras; podría conducir a la conclusión de que no existe un nivel importante de daño y pérdida de capacidad. Así, si se deseara emplear la metodología de la presente norma, en la cual no se contempla la inspección de las uniones entre elementos, sería necesario modificarla para considerar los elementos o sistemas estructurales a investigar, sustituyendo a las columnas y muros en edificaciones a base de marcos resistentes a momento y muros estructurales, por las uniones entre elementos, respectivamente.

En años recientes existe una tendencia creciente al uso de edificios de concreto reforzado de gran altura. En este tipo de edificaciones se considera que no se presentarán niveles severos de daño, y por lo tanto la falla total. Aunado a lo anterior, el número total de estas construcciones, comparativamente con las edificaciones comunes, es pequeño, por lo que se consideran fuera del alcance de aplicabilidad de la presente norma. Para este tipo de estructuras (con mas de 10 niveles, o alturas superiores a 31 m) será necesario llevar a cabo inspecciones e investigaciones especiales. Están fuera del alcance de la presente norma, estructuras que contengan materiales de alto riesgo, o de importancia especial.

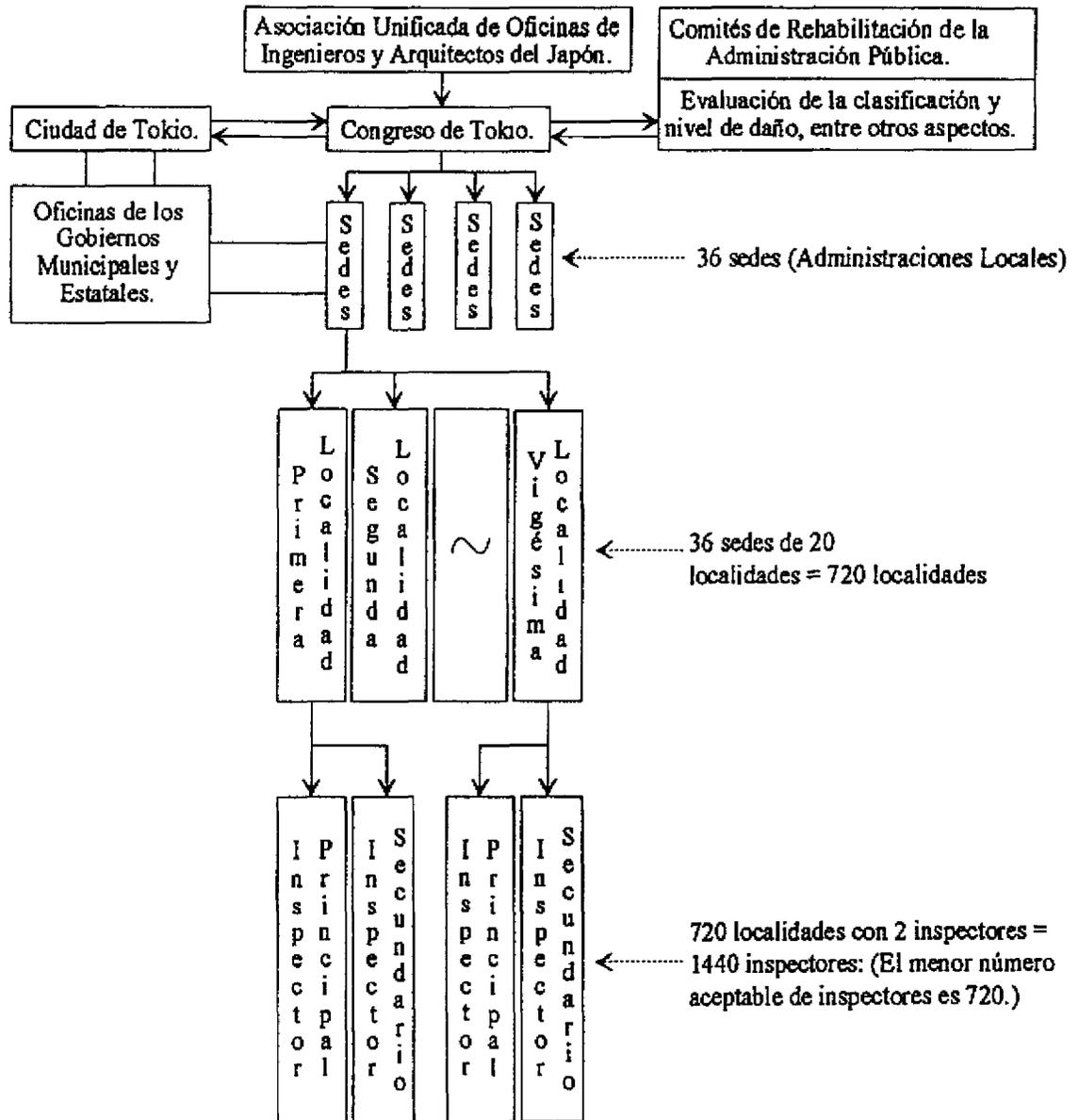


Figura 2. Ejemplo del establecimiento y ejecución del proceso de inspección e investigación (Referencia 2)

CAPITULO 2.

EVALUACION INMEDIATA DE EMERGENCIA DEL NIVEL DE PELIGRO Y RIESGO

2.1 Descripción

Después de la ocurrencia de un evento sísmico, los técnicos y profesionales de arquitectura e ingeniería civil deberán enfocar sus esfuerzos en la inspección y descripción del tipo de daño en los edificios (tales como: los problemas de asentamiento y desplomo, las condiciones y características del daño en los elementos estructurales, la posible caída o volcamiento de objetos y elementos no-estructurales) de una manera rápida y eficiente. Para ello, se deben realizar visitas de campo con la intención de determinar, entre otras cosas, los límites dentro de los que una estructura puede ser usada. Con base en los resultados de esta evaluación, se deben proporcionar recomendaciones a los usuarios y al dueño del inmueble. Para llevar a cabo la inspección se sugiere recopilar la información mediante un formato elaborado previamente (ver Apéndice 1).

2.2 Conceptos de investigación e inspección

La inspección de campo deberá incluir una descripción de la parte exterior del edificio, incluyendo el desplomo y asentamiento, las características y el tipo de daño del sistema estructural, así como de objetos o elementos no-estructurales cuya caída pueda resultar peligrosa para los transeúntes. En el interior del edificio se deberá efectuar un reconocimiento de las condiciones de daño de los elementos estructurales y no-estructurales. En los edificios que tengan un resultado evaluatorio satisfactorio con base en la inspección exterior, se podrá realizar una inspección interior resumida. Sin embargo, en las edificaciones que estén contempladas como posibles albergues o lugares de refugio se deberán realizar, necesariamente ambas inspecciones.

2.3 Método de evaluación

1) Determinación del nivel de daño para cada concepto a investigar

A los aspectos o puntos considerados por inspeccionarse durante la visita de campo, e incluidos en los formatos elaborados con anterioridad (ver Apéndice 1), se deberá asociar un nivel de daño (A, B o C).

2) Evaluación del nivel de riesgo o peligro de la estructura

Con base en los niveles de daño, determinados para cada punto a inspeccionar, se obtendrá el nivel de riesgo de estabilidad estructural, como se indica a continuación:

“Peligro”: Se define cuando los resultados de los puntos a evaluar en la inspección de campo describen más de uno con nivel C, o más de dos con nivel B.

“Precaución”: Se define cuando los resultados sobre cada uno de los puntos que se inspecciona incluya más de uno con nivel B; o bien, cuando el nivel de daño estructural en algunos elementos se describió con un nivel mayor o igual a III.

“Seguro”: Cuando no se describen condiciones de estabilidad estructural que califiquen al inmueble en nivel de “peligro” o “precaución”.

3) Evaluación del nivel de riesgo debido a la caída y volcamiento de objetos y elementos no estructurales

Con base en los niveles de daño asociados a la condición de los elementos no-estructurales (como el volcamiento y la caída de objetos), evaluados y determinados para cada punto a inspeccionar, se determinará el nivel de riesgo, como se indica:

“Peligro”: Se define cuando los resultados de la inspección de campo sobre las condiciones de los elementos no-estructurales incluyen a más de uno con nivel C, o más de dos con nivel B.

“Precaución”: Se define cuando los resultados de la inspección de campo sobre las condiciones de los elementos no-estructurales, incluya a más de uno con nivel B.

“Seguro”: Se define cuando no se describen condiciones de estabilidad de objetos y elementos no-estructurales que se califiquen en nivel de “peligro” o “precaución”.

2.4 Recomendaciones a seguir para una respuesta inmediata de emergencia

Con el sustento en los resultados de la evaluación del nivel de riesgo, el grupo de trabajo que realizó la inspección de campo deberá proporcionar recomendaciones a los usuarios y dueños de los edificios para adoptar medidas de seguridad, como se indica a continuación:

1) En los edificios que fueron calificados con el nivel de “peligro”, se prohibirá el acceso a los mismos.

2) Para los edificios que fueron calificados con el nivel de “peligro” en lo referente a la condición de los elementos no-estructurales cercanos a las puertas de entrada, se prohibirá el acceso a los mismos.

3) En los edificios que fueron calificados con el nivel de “peligro” respecto a las condiciones de los elementos no-estructurales en zonas diferentes a las entradas, se prohibirá el acceso a dichas zonas únicamente.

4) Para edificios que fueron calificados con el nivel de “precaución” en cualesquiera de los puntos de inspección, ya sea para la totalidad de la estructura o en forma parcial, se permitirá el acceso a los mismos siempre que se tomen las precauciones pertinentes basándose en los resultados y recomendaciones de la inspección evaluatoria.

5) En los edificios que fueron calificados con el nivel de “seguro” en cualesquiera de los aspectos de la inspección de campo, ya sea para la totalidad de la estructura o en forma parcial, se permitirá el libre acceso a los mismos.

6) Por regla general, en los edificios que sufrieron algún tipo de daño y sean sometidos a un proceso de rehabilitación inmediata, éste se deberá efectuar conforme a lo establecido en la “Guía Técnica de Rehabilitación”.

2.5 Variaciones del proceso de evaluación

En caso de que se desee realizar una inspección de campo más detallada para determinar las condiciones de daño en la estructura, así como para estudiar las medidas a seguir para reducir el riesgo o peligro de una estructura que ha sufrido daño podrán realizarse cambios en la metodología descrita anteriormente. En sí, de acuerdo a las necesidades pueden realizarse variantes dentro del sistema evaluatorio propuesto.

Comentarios

1) Con respecto a la evaluación inmediata de emergencia del nivel de peligro y riesgo, esta norma permite omitir la inspección e investigación del interior del inmueble en caso de que se pueda evaluar el nivel de seguridad únicamente con la investigación del exterior del edificio. Esto, basado en la filosofía de que se debe evaluar el nivel de seguridad tan pronto como sea posible, y prohibirse el uso o entrada a edificios calificados con nivel “peligroso” para prevenir la pérdida de vida humana por daño secundario. Por lo tanto, para los edificios que se pueden clasificar como “peligroso” por la inspección e investigación únicamente del exterior, se puede emitir la medida de respuesta inmediata prohibiendo la entrada al edificio y omitir la inspección del interior; pero para edificios en los que no se pueda determinar la clasificación desde el exterior, se debe llegar a la conclusión después de la inspección e investigación del interior. No es recomendable calificar el nivel “seguro” basándose sólo en la inspección e investigación del exterior. Es posible llevar a cabo encuestas con la gente que usaba el edificio en lugar de realizar la inspección del interior, pero para clasificar una estructura en el nivel “seguro”, se recomienda que el inspector o investigador entre al edificio y confirme su estado.

En caso de que se califique como “seguro”, el porcentaje de inspección e investigación de las columnas y de los muros (el número de los elementos investigado de un nivel sobre el número total de los elementos del mismo nivel) que se presenta en el formato de inspección e investigación inmediata del nivel de seguridad debe exceder al menos el 50 %.

2) La evaluación inmediata de emergencia del nivel de seguridad se realiza considerando tres categorías principalmente: con respecto al edificio global, con respecto a la caída de objetos y con respecto al volteo de objetos. Ya que al evaluar, calificar y proponer medidas de emergencia para cada caso pudieran presentarse contradicciones, por ejemplo, aunque el edificio en forma global se haya calificado como "seguro", si existe alto nivel de peligro por caída o volteo de objetos alrededor de la entrada, será necesario considerar las medidas adecuadas, que resultarán en impedir la entrada al edificio. Esto conduce a que se requiere tomar en cuenta el nivel de peligro y riesgo de cada categoría para definir las medidas de respuesta final. Además, las estructuras secundarias, equipo, maquinaria y materiales de recubrimiento, son objeto de la evaluación inmediata de emergencia del nivel de seguridad con respecto a su caída y volteo. Por lo tanto, la zona de influencia por peligro de caída de estos objetos (incluyendo también la ruta supuesta de la caída) deberá definirse en un "croquis comentario" dentro del Formato de Inspección e Investigación Inmediata del Nivel de Seguridad.

3) Al evaluar el daño en los elementos estructurales de los sistemas a base de marcos resistentes a momento, de acuerdo con la inspección del exterior, se pondrá énfasis en las columnas de la dirección que presente mayor concentración de daño (X o Y) del nivel más dañado. En el caso de estructuras a base de muros, se investigarán los muros en las dos direcciones (X y Y), y se considerará el nivel de seguridad crítico de las dos direcciones. Cuando la estructura se puede calificar con un nivel de daño C a simple vista, se podrá omitir el cálculo de la cuantía de daño por medio del formato de investigación, concluyendo inmediatamente con la calificación de nivel de daño C. Por ejemplo, cuando las columnas estén severamente dañadas y la falla parcial o total tiene alta probabilidad de ocurrencia, o bien, cuando los sistemas de piso y losas presenten hundimientos o inclinaciones notables.

4) En el sitio, los inspectores e investigadores deberán comunicar a los usuarios y dueños del edificio el resultado de la evaluación (peligro, precaución o seguro), e informar y proponer medidas de respuesta inmediata, como "prohibido el acceso", "precaución al entrar" y "acceso permitido". Cuando se ha tomado la medida de "prohibido el acceso", o la de "precaución al entrar", existirá la responsabilidad de colocar un anuncio que lo indique en la entrada del edificio para llamar la atención de los usuarios en particular, y de la gente en general sobre el peligro ante la incidencia de un temblor secundario o réplica. Además, se debe restringir el acceso de la gente a la zona de influencia del edificio, cuando éste sea altamente inestable. Se podrá tomar la misma resolución en el caso de alto riesgo ante la caída o volteo de objetos. Estas recomendaciones son muy importantes para los edificios públicos o edificios con gran afluencia de personas.

5) Cuando el daño estructural de un edificio, o el nivel de peligro por caída o vuelco de objetos compete únicamente a parte de la estructura, se podrán emplear las medidas de "prohibido el acceso" y "precaución al entrar", parcial y únicamente para las zonas de peligro, evaluando adecuadamente la extensión de las mismas. Además existe la responsabilidad de informar a los usuarios y al propietario del edificio de una manera apropiada sobre la existencia de dichas zonas. En este caso, el inspector e investigador deberá indicarlo en el espacio destinado a notas dentro del Formato de Inspección e Investigación.

6) Si se ha reforzado de emergencia adecuadamente el edificio dañado, o la parte reportada con daño, se podrá cambiar el resultado de la evaluación inmediata, mediante una segunda evaluación. También existe la posibilidad de cambiar el resultado de la evaluación inicial, cuando se observe progreso del daño por efecto de temblores secundarios o réplicas del evento principal.

CAPITULO 3.

EVALUACION DEL NIVEL DE DAÑO Y DE SU CLASIFICACION

3.1 Descripción

El profesional o técnico de la construcción y/o ingeniería estructural, se deberá presentar en campo y realizar una inspección en los edificios dañados sobre la condición y posibles problemas de daños por asentamientos, desplomo, o bien daños en los elementos estructurales. Una vez finalizada la inspección se deberá clasificar el tipo de daño observado. Finalmente, con base en los resultados de la evaluación se emitirá un dictamen sobre la necesidad de rehabilitar la estructura. Se clasificará el tipo y nivel de daño, y finalmente se emitirá un resultado evaluatorio sobre la necesidad de reparar o reforzar la estructura. Para llevar a cabo esta inspección de campo se pueden emplear los Formatos para Evaluación de la Clasificación y Nivel de Daño (ver Apéndice 2).

3.2 Conceptos de investigación e inspección

Se investigará el estado o la condición del edificio en su conjunto por problemas de asentamientos, desplomo y daño en elementos estructurales. En la revisión de los elementos estructurales, basta centrarse en el nivel o en el entrepiso o entrepisos más dañados. Asimismo, se deberá revisar a los elementos no-estructurales que exhiban daño importante y tengan riesgo de caída o volcamiento. Tal es el caso de las chimeneas, apéndices en azoteas, escaleras de emergencia, acabados de fachada, etc. Finalmente, se deberá investigar la existencia de la memoria de cálculo y planos de diseño arquitectónico y estructural.

3.3 Método de evaluación

3.3.1 Evaluación considerando los asentamientos totales

Se medirá el valor máximo del asentamiento observado en la estructura "S" (en metros). Conforme a este valor se determinará el nivel de daño y su clasificación como se indica a continuación:

<i>Daño menor</i>	$S \leq 0.2 \text{ (m)}$
<i>Daño medio</i>	$0.2 \text{ (m)} < S \leq 1.0 \text{ (m)}$
<i>Daño grave</i>	$S > 1.0 \text{ (m)}$

3.3.2 Evaluación considerando el desplomo de la estructura

A partir del ángulo total de inclinación de la estructura θ (en radianes), se clasifica el nivel daño como se indica:

<i>Daño menor</i>	$\theta \leq 1/100$ (rad)
<i>Daño medio</i>	$1/100$ (rad) $\langle \theta \leq 3/100$ (rad)
<i>Daño grave</i>	$3/100$ (rad) $\langle \theta \leq 6/100$ (rad)
<i>Volcamiento</i>	$\theta > 6/100$ (rad)

donde θ es el promedio de la inclinación o desplomo del edificio en cuestión. Se consideran los valores totales de la inclinación de la estructura en las direcciones X y Y, θ_x y θ_y , respectivamente. Así el valor de θ se calcula con la siguiente expresión

$$\theta = (\theta_x^2 + \theta_y^2)^{1/2} \quad (3.1)$$

3.3.3 Evaluación de la cuantía de daño y pérdida de capacidad de los elementos estructurales

1) La cuantía de daño en una estructura, se denomina D_i (donde i representa el tipo de daño, evaluado de 1 a 5). El valor de D_i , o bien, la sumatoria de los valores individuales de D_i , $D = \sum D_i$, permite efectuar la evaluación del nivel de daño y su clasificación como se indica a continuación

<i>Daño ligero</i>	$D \leq 5$
<i>Daño menor</i>	$5 \langle D \leq 10$
<i>Daño medio</i>	$10 \langle D \leq 50$
<i>Daño grave</i>	$D > 50$
<i>Falla</i>	$D_s = 50$

2) Procedimiento para estimar la cuantía de daño, D_i

a) La estimación de D_i se hará considerando el entrepiso de la estructura que haya exhibido la mayor concentración de daño. Asimismo, en los edificios a base de muros estructurales también se considerará el entrepiso que presente mayor concentración de daño. En ambos casos, se determinará el valor de D_i para las direcciones larga y corta de la estructura (X y Y), en forma independiente.

b) Para el entrepiso donde se llevará a cabo la inspección y evaluación, si se trata de estructuras a base de marcos resistentes a momento, se definirá el número total de columnas existentes del nivel o entrepiso como A_0 y el número de columnas con posibilidad de revisarse como A. En caso de tratarse de estructuras a base de muros estructurales, la longitud total de los muros existentes se definirá como A_0 , y la longitud de muros con posibilidad de ser inspeccionadas como A.

c) En cada columna de una estructura de marcos resistentes a momento, y cada muro estructural de una estructura a base de muros, se evaluará y clasificará el tipo de daño (entre I y V, ver inciso 3). Posteriormente, el número de columnas con la misma clasificación de nivel de daño se denominará como B_i ; o bien, la longitud de muros con la misma clasificación del nivel de daño se denominará como B.