

SISTEMA DE EVALUACION DE DAÑOS EN CASOS DE EMERGENCIA

Masamichi Ohkubo¹

En esta conferencia, se presenta el sistema de evaluación de daños en casos de emergencia establecido y recomendado por el Ministerio de la Construcción de Japón.

1. Resumen del sistema de evaluación de daños en casos de emergencia.

El sistema de evaluación de daños en casos de emergencia fue establecido por el Ministerio de la Construcción en 1991. Con base en este sistema, se están desarrollando actualmente los mecanismos administrativos para enfrentar la situación después de un sismo, por las autoridades locales de las regiones de alta sismicidad. Este sistema está constituido por los siguientes tres tipos de lineamientos:

(1) Lineamientos de juicio para restringir la entrada.

Estos lineamientos se aplican para llegar a un juicio sobre la seguridad del edificio, en las evaluaciones realizadas durante 1 ó 2 días inmediatamente después del sismo, cuando continúan las réplicas. El objetivo es evitar que haya mayores pérdidas de vidas humanas por el avance de la destrucción de los edificios ya dañados por el terremoto, por causa de las réplicas y otros factores. Con este objetivo, se identifican los edificios que tienen esta posibilidad, y se reúnen datos técnicos para contribuir a los juicios administrativos que se deben tomar, señalamiento de riesgos y restricción de entradas, por ejemplo. La revisión se realiza principalmente en los grandes edificios y a nivel no muy detallado, pero lo importante es hacerlo de inmediato.

(2) Lineamientos para la evaluación de riesgos de emergencia.

Estos lineamientos son para la evaluación que debe realizarse en un lapso de una semana después del sismo, y tienen dos propósitos. El primer objetivo es lograr un juicio sobre el grado de riesgo que significa el uso de un edificio dañado, y el segundo es conocer si un edificio es utilizable como refugio, tratándose, sobre todo, de edificios públicos, como escuelas. Esta evaluación se hace a un nivel un poco más detallado que la revisión para restringir la entrada al edificio. Estas dos evaluaciones se pueden realizar paralelamente.

(3) Lineamientos para la clasificación de daños.

Esta es una evaluación de daños que se realiza en la etapa de reconstrucción, posterior al periodo de pánico, inmediatamente después de un sismo. El objetivo de esta evaluación es saber si un edificio dañado puede ser vuelto a utilizar permanentemente. Si se considera posible su uso, se procede a evaluar la necesidad del reforzamiento estructural. Esta revisión se hace a solicitud del propietario del edificio.

En la figura-1, se muestra un resumen de estos tres tipos de lineamientos. Los métodos y los criterios de juicio de cada una de las evaluaciones: para restringir la entrada, de riesgos de emergencia y de clasificación de daños, son los siguientes:

2. Métodos para llegar al juicio para restringir la entrada.

Para esta evaluación, se utiliza la forma que aparece en la tabla-1. Esta forma es común para todo tipo de construcciones: de concreto reforzado, de acero y de madera.

El resultado de la inspección se expresa en los siguientes conceptos, y si en alguno de estos conceptos se

¹Doctor en Ingeniería. Instituto de Diseño de Kyushu

observa la posibilidad de un desastre secundario, el juicio será el de "no seguro". Los 6 conceptos son:

- (1) Total o parcialmente colapsado.
- (2) Grandes asentamientos o inclinaciones.
- (3) Gran número de grietas o pandeo de las armaduras.
- (4) Posibles desprendimientos o vuelcos.
- (5) Condiciones geotécnicas o topográficas.
- (6) Otras condiciones de inseguridad.

Se agregan fotos de referencia para ayudar a fundamentar el juicio en cada uno de estos conceptos: del (1) al (6). El inspector realiza la evaluación tomando en cuenta estas fotos de referencia. En las figuras 2, 3 y 4 se muestran algunas fotos de referencia. Cada una lleva una explicación sobre el estado de daños y sobre las razones de considerar la construcción como peligrosa.

Por ejemplo, la figura-2 muestra una condición que se calificará como insegura por el concepto (1). Este edificio de concreto reforzado era de 3 pisos antes del sismo, pero por los daños que sufrieron las columnas del primer nivel, toda la planta baja se vino abajo. Por otra parte, las columnas del segundo y tercer nivel también están muy dañadas e inclinadas. Por lo tanto, es posible que los niveles superiores también se desplomen por alguna réplica. En este estado, es peligroso que alguien entre en el edificio. Por lo tanto, este edificio no es seguro.

La figura-3 muestra un edificio asentado, que se considera no seguro por el concepto (2). En el caso del edificio que aparece en la foto, el daño estructural no es muy severo. Pero es muy probable que la tubería del gas dentro del edificio esté dañada, y que pueda haber una explosión por fuga de gas. Por lo tanto, se considera no seguro.

La figura-4 es un caso que se califica como no seguro por el concepto (4). El mortero del muro exterior está desprendido; es posible que el resto del muro de mortero se desprenda y se caiga. Consecuentemente, es riesgoso que alguien se acerque al edificio, y debe ser restringido el acceso al edificio.

El concepto (5) se aplica cuando existen fisuras en el suelo, las que con las réplicas y precipitaciones pueden provocar desastres secundarios, como derrumbes. Si se descubre una situación de este tipo, las construcciones que están dentro de la posible área de derrumbe deben ser restringidas en su acceso.

Aparte de estos cinco conceptos, se prevé el concepto (6), el que se aplica cuando el inspector descubre alguna otra anomalía que se considera de inseguridad, como cortocircuitos, fugas de gas, derramamiento de sustancias químicas, hedor, etc.

Estas evaluaciones son realizadas por los funcionarios encargados de la ingeniería civil y de las construcciones de las autoridades locales del área afectada por un desastre sísmico. Cuando existan muchos edificios dañados en una zona muy grande, será necesario solicitar el apoyo de los ingenieros de construcción que vivan en esa zona y en las zonas aledañas, para que trabajen como voluntarios. Por ejemplo, en la Prefectura de Kanagawa, se proporciona entrenamiento a estos ingenieros de construcción a nombre del gobernador, y a los que hayan recibido estos entrenamientos se les da la calificación de "inspector de evaluación de riesgos de emergencia". A los inspectores se les distribuye una brazaleta que señala que están autorizados para realizar la inspección con el objeto de evaluar el edificio y restringir o no la entrada en él.

El resultado de la evaluación se anota en las etiquetas de color rojo, amarillo o verde, las cuales se pegan a los edificios. Estas etiquetas deben ser pegadas en lugares claramente visibles, para que todo el mundo se entere.

Se da la etiqueta roja cuando en alguno de los seis conceptos mencionados se marca "sí", y expresa "peligro". En esta etiqueta está impresa la siguiente frase:

Como resultado de la inspección de emergencia realizada, este edificio ha sido juzgado como inseguro. Antes de entrar o usar este edificio, póngase en contacto con un técnico competente con el fin de efectuar las

reparaciones y refuerzos necesarios.

La etiqueta amarilla se da cuando existen algunos conceptos difíciles de calificar con un No o con un Sí en los seis arriba mencionados, o cuando no hay informaciones suficientes para llegar a una evaluación. Esta etiqueta expresa "precaución", y lleva la siguiente frase:

"Como resultado de la inspección de emergencia realizada, se han encontrado daños en este edificio. Tenga precaución si entra en el edificio y póngase en contacto con un técnico competente para realizar las reparaciones o refuerzos necesarios."

La etiqueta verde se da cuando los seis conceptos resultan "no", y expresa que el edificio ha sido evaluado. En esta etiqueta está impresa la siguiente frase:

"Como resultado de la inspección de emergencia realizada, ponemos en su conocimiento que los daños en este edificio han sido juzgados de escasa importancia."

La etiqueta verde avisa el hecho de que la construcción ha sido evaluada y no da por seguro el edificio, tomando en cuenta que la evaluación se hace en un muy poco tiempo y nada más por la observación exterior del edificio, sin entrar en él, por lo que el juicio resultante pudiera estar equivocado.

Cuando el propietario del edificio de acceso restringido por la etiqueta roja no está conforme con la evaluación, puede impugnar la decisión y pedir otra inspección.

3. Evaluación de riesgos de emergencia.

La evaluación de riesgos de emergencia se lleva a cabo dentro de la semana siguiente al terremoto. El objetivo de esta evaluación es llegar a un juicio sobre el grado de peligrosidad que implica el uso de una construcción dañada.

Cuando la construcción es de uso particular, se proporciona a su propietario la información referente al grado de riesgo que existe en el uso del edificio.

Cuando se trata de la evaluación de edificios públicos, como escuelas, que pueden servir como refugios para las personas que perdieron su habitación o no pueden entrar en ella, es necesario proporcionar informaciones sobre la idoneidad de usar el edificio para acomodar la gente en él.

Para esta revisión, se aplica una inspección más detallada que en el caso de una evaluación para restringir la entrada en un edificio. Las construcciones privadas se evalúan principalmente con base en la observación exterior y en la posibilidad de colapso de las construcciones colindantes. A los edificios públicos susceptibles de utilizarse como refugios, se les aplica, además, la inspección del interior. En la tabla-2, aparecen los conceptos de evaluación que se utilizan en estos dos casos.

El resultado de la inspección se determina por conceptos: no seguro, precaución y seguro. La posibilidad del uso del edificio se juzga por la tabla-3.

Los conceptos utilizados para la inspección de daños estructurales son diferentes según el tipo de construcción. En los edificios de concreto reforzado, la evaluación se hace observando los daños sufridos por las columnas, generalmente. Si se encuentra más de un 10% de las columnas con daños de nivel 5, o más de un 20% de las columnas con daños de nivel 4, el concepto de daño estructural sería "no seguro". Si las columnas con daños de nivel 5 son menos del 1% de la totalidad de las columnas, o las de nivel 4 son menos del 10% de ellas, el concepto de daño estructural sería "seguro". Si la situación está entre estos dos casos, la evaluación será de

"precaución". En la tabla-4 aparecen los criterios de evaluación de los diferentes niveles de daños sufridos por las columnas de los edificios de concreto reforzado. Esta evaluación debe realizarse en el nivel más dañado de un edificio.

Se aplican los mismos criterios para evaluar los objetos desprendidos. Si más de un 10% de los vidrios de las ventanas está roto, la evaluación en el concepto de objetos desprendidos será "no seguro", mientras que si esta cifra no llega al 1%, la evaluación será "seguro". Los valores intermedios serán de "precaución".

Estos criterios de evaluación de la vulnerabilidad se basan en los juicios de ingeniería, y además se tiene la conciencia de que en estos casos los juicios deben ser conservadores.

Esta evaluación de riesgos de emergencia se realiza por los funcionarios de las autoridades locales encargados de obras civiles y de construcción, con el apoyo de inspectores voluntarios según la necesidad, como en el caso de la evaluación para juzgar la entrada restringida. Por otra parte, es importante señalar que el resultado de la evaluación para restringir la entrada al edificio puede ser modificado por la evaluación de riesgos de emergencia. Por ejemplo, un edificio que quedó con etiqueta amarilla después de la evaluación para restringir la entrada puede ser cambiado a etiqueta roja por la evaluación de riesgos de emergencia, por el avance de daños ocasionados por las réplicas. Puede haber casos de edificios calificados "no seguros" en el juicio para restringir la entrada que se consideren seguros en la evaluación de riesgos de emergencia, aunque estos casos deben ser contados, a menos que se haga un reforzamiento confiable.

En esta evaluación de riesgos de emergencia, las formas que se utilizan son diferentes dependiendo del tipo de construcción: de concreto reforzado, de acero o de madera. También hay un sistema de evaluación de riesgos de suelo del terreno en que se ubica el edificio, para el cual se utiliza una forma diferente.

En la tabla 5. aparece la forma para la evaluación de un edificio de concreto reforzado.

4. Método de evaluación de clasificación de daños.

Esta evaluación se lleva a cabo una vez terminado el pánico posterior al sismo, con el propósito de saber si un edificio dañado puede ser reutilizado en forma permanente, y si es necesario un reforzamiento estructural para hacerlo. Esta evaluación también es un servicio administrativo que se da a solicitud del propietario del edificio. La inspección y la evaluación son realizadas por un ingeniero de estructuras. El ingeniero de estructuras que se encarga de la evaluación puede ser designado por el propietario del edificio o puede ser escogido entre los ingenieros de estructuras recomendados por el gobierno local.

Cuando el edificio objeto de evaluación es de concreto reforzado, se utiliza la forma que aparece en la tabla-6. En esta forma, en el punto 1, se reúnen informaciones generales sobre el edificio, su nombre, su ubicación, uso destinado, tipo de estructura, acabado de muros, etc. En el punto 2, que corresponde a la evaluación, se anotan los resultados de la inspección del edificio, y los daños se clasifican en tres subcategorías: asentamiento, inclinación y porcentaje de daños en las estructuras. El nivel de daños se clasifica en los siguientes grados: colapsado, severo, medio, pequeño, leve y sin daños. La calificación final del edificio corresponde al grado más alto de los daños registrado en las tres subcategorías que se evalúan separadamente.

La clasificación final de los daños del edificio se basa en el nivel de daños sufridos por el cuerpo estructural, y se determina por el valor D, que se calcula de acuerdo con la fórmula descrita en el 2-3 de la tabla 6. La relación entre el porcentaje de daños calculado, D(%), y la clasificación resultante se señala en la tabla-7. La posibilidad de uso permanente del edificio y la necesidad de refuerzo se evalúan según la tabla-8.

En Japón, existe el seguro sísmico, por medio del cual el propietario del edificio puede recibir pagos según el grado de los daños sufridos por el edificio. Este sistema de aseguramiento se estableció en 1966. En este sistema de seguro sísmico, el edificio se clasifica en los siguientes 3 niveles: pérdida grande del valor (más de un 50% del

costo del edificio), pérdida mediana del valor (más de un 20% del costo del edificio) y ninguna pérdida de valor. Se paga el seguro por los edificios calificados con pérdida mediana del valor o más. Esta clasificación se hace por el número y el grado de columnas con daños. El valor D, que se utiliza para calcular el grado de daños sufridos por la estructura y que se explica en el 2.3 de la tabla-6, es ideado tomando en cuenta la fórmula utilizada para calcular la pérdida del valor sufrida por el edificio que se maneja en el seguro sísmico. Este cálculo está basado en juicios de ingeniería, que determina, quizá no con mucha precisión, el deterioro del desempeño sísmico de la estructura por el número de columnas dañadas y el grado de daños sufridos. El desempeño sísmico remanente del edificio, estimado a grosso modo, sería, por ende, $(100 - D)$.

En la figura-6 se señalan los resultados del análisis realizado a 14 edificios de concreto reforzado dañados por el sismo del Mar de Miyagui, de 1978, aplicando este criterio de clasificación por daños sufridos por la estructura, ya que este sismo fue anterior al establecimiento de estos lineamientos de clasificación de daños.

En la figura-6, en el eje horizontal, se indica el grado de daños, D(%). A lo largo del eje horizontal, se señala la clasificación de los daños determinados de acuerdo con las clasificaciones establecidas en la tabla-7. Las cifras que aparecen con las barras que corresponden a cada una de las 14 construcciones dañadas expresan el grado de daños, D(%), calculado para cada una de ellas. Los códigos que aparecen arriba de estas cifras identifican el resultado de evaluación por el método empírico utilizado en ese momento, y las medidas tomadas posteriormente.

En esta figura-6, se observa que los resultados de la evaluación clasificatoria que utilizan estos lineamientos y los de la evaluación empírica realizada en el momento del sismo son muy similares. Por otra parte, si tomamos en cuenta que la intensidad sísmica del sismo del Mar de Miyagui de 1978 era del grado V, y los valores de aceleración del suelo registrados por los acelerógrafos eran de 200 cm/seg^2 a 250 cm/seg^2 , y observamos la necesidad de reforzamiento posterior recomendado por estos lineamientos para la intensidad V señalada en la tabla-8 y los comparamos con las medidas posteriores aplicadas a estos edificios (que se identifican por los códigos puestos sobre las barras), nos damos cuenta de que existe un fuerte paralelismo entre los dos. Por lo anterior, podemos decir que este método de clasificación de daños y el juicio resultante de la necesidad de refuerzos son, generalmente, acertados.

De acuerdo con los lineamientos establecidos señalados en la tabla-8, a los edificios clasificados en el nivel medio de daños se les recomienda un estudio más detallado, para determinar si es necesario un reforzamiento estructural para su uso permanente o se pueden utilizar reparando únicamente la parte dañada por el terremoto. Esto se debe a que esta categoría, de nivel medio, comprende una gran variedad de casos, del 10 al 50 del valor D, desde los edificios utilizables con una reparación, hasta los edificios que necesitan de un reforzamiento de mayor envergadura. También se toma en cuenta que, en algunos casos, no es posible hacer una recomendación muy precisa con una evaluación de este tipo. El método de inspección más detallada para estos edificios se establece por los "Lineamientos para la Restauración de Edificios Dañados".

Tabla 1. Formulario para juzgar la entrada restringida

1. NOMBRE DEL INSPECTOR/FECHA

NOMBRE: _____ N° DE AUTORIZACION: _____
 AFILIACION: _____
 FECHA: AÑO _____ MES _____ DIA _____

2. EVALUACION

NUMERO DE INSPECCION: _____
 RESULTADO: INSEGURO
 PRECAUCION (COMENTARIO: _____)
 INSPECCIONADO (COMENTARIO: _____)

3. DATOS DEL EDIFICIO

NOMBRE DEL EDIFICIO: _____
 DIRECCION: _____
 N° DE PLANTAS: _____ SOTANO: _____
 ANCHO/LONGITUD: LONGITUD MAYOR = _____ (m), LONGITUD MENOR = _____ (m)
 TIPO ESTRUCTURAL: CONCRETO REFORZADO
 ACERO
 MADERA
 USO DEL EDIFICIO: RESIDENCIAL TIENDAS OFICINAS ESCUELAS
 ALMACENES FABRICAS EDIFICIO GUBERNAMENTAL
 HOSPITALES HOTELES GIMNASIOS
 OTROS (_____)
 MATERIALES DE ACABADO EXTERIOR: CONCRETO MORTERO AZULEJOS
 LADRILLO PIEDRA ACERO
 CONCRETO PREFABRICADO
 PLACAS DE CONCRETO LIGERO BLOQUES
 TABLAS DE AGLOMERADO
 OTROS (_____)

4. PUNTOS A INSPECCIONAR Y ESTADO DE LOS DAÑOS

PUNTOS	SI	NO	IDR*
a) TOTAL O PARCIALMENTE COLAPSADO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) GRANDES ASENTAMIENTOS O INCLINACIONES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) GRAN NUMERO DE GRIETAS O PANDEO DE LAS ARMADURAS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) POSIBLES DESPRENDIMIENTOS O VUELCOS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) CONDICIONES GEOTECNICAS/TOPOGRAFICAS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f) OTRAS CONDICIONES DE INSEGURIDAD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*IDR: INSPECCION DETALLADA REQUERIDA

5. JUICIO

-SI HAS MAS DE UN "SI", COLOCAR LA "ETIQUETA ROJA".
 -SI TODOS LOS PUNTOS SON "NO" COLOCAR LA "ETIQUETA VERDE".
 -SI NO SE ESTA EN NINGUNO DE LOS CASOS ANTERIORES, COLOCAR LA "ETIQUETA AMARILLA" Y REQUERIR UNA INSPECCION DETALLADA.

Tabla 2. Puntos y objetos de la inspección para la evaluación de riesgos

PUNTOS A INSPECCIONAR	OBJETO DE LA INVESTIGACION	
	(A) EDIFICIOS PRIVADOS	(B) EDIFICIOS PUBLICOS
(1) DAÑOS ESTRUCTURALES	EXTERIOR	EXTERIOR E INTERIOR
(2) OBJETOS DESPRENDIBLES	EXTERIOR	EXTERIOR E INTERIOR
(3) INSTALACIONES	-----	ELECTRICIDAD, GAS SUMINISTRO DE AGUA, SERVICIOS HIGIENICOS
(4) RIESGO DEBIDO A LOS EDIFICIOS COLINDANTES	EDIFICIOS O ESTRUCTURAS COLINDANTES	EDIFICIOS O ESTRUCTURAS COLINDANTES

Tabla 3. Cuadro para la evaluación de riesgos en edificios

		DAÑO ESTRUCTURAL		
		SEGURO	PRECAUCION	INSEGURO
OBJETOS DESPRENDIBLES VOLCABLES	SEGURO	UTILIZABLE	UTILIZABLE CON PRECAUCION	ENTRADA PROHIBIDA
	PRECAUCION	UTILIZABLE CON PRECAUCION	UTILIZABLE CON PRECAUCION	ENTRADA PROHIBIDA
	INSEGURO	ENTRADA PARCIALMENTE PROHIBIDA	ENTRADA PARCIALMENTE PROHIBIDA	ENTRADA PROHIBIDA

Tabla 4. Definición de los niveles de daño en columnas de concreto reforzado

NIVEL DE DAÑO	CONDICIONES DE LOS DAÑOS
5	*PANDEO DEL ACERO DE REFUERZO *ROTURA A COMPRESION EN EL CORAZON DEL CONCRETO *DEFORMACION VERTICAL RECONOCIBLE A SIMPLE VISTA
4	*APLASTAMIENTOS IMPORTANTES EN EL CONCRETO CON EXPOSICION DEL REFUERZO *DESCONCHAMIENTO DEL RECUBRIMIENTO DE CONCRETO
3	*APLASTAMIENTOS LOCALES DEL RECUBRIMIENTO DE CONCRETO *ANCHO DE GRIETAS: 1 - 2 mm)
2	*GRIETAS VISIBLES (ANCHO DE GRIETA: 0.2 - 1 mm)
1	*FISURAS (MENOS DE 0.2 mm)

Tabla 5. Formulario para juzgar el riesgo en emergencia
(para edificios de concreto reforzado)

N° DE INMUEBLE: _____ FECHA DE INSPECCION: _____
 FECHA: _____ AÑO _____ MES _____ DIA _____ HORA _____
 NOMBRE DEL INSPECTOR: _____
 AFILIACION: _____

1. INFORMACION DEL EDIFICIO

1.1. NOMBRE DEL EDIFICIO: _____

1.2. DIRECCION: _____

1.3. DUEÑO DEL EDIFICIO: _____ TELEFONO: _____

1.4. PERSONA PARA CONTACTO: _____ TELEFONO: _____

1.5. USO DEL EDIFICIO:

- OFICINAS RESIDENCIAL DEPARTAMENTOS TIENDAS
 FABRICAS BODEGAS JARDIN DE NIÑOS ESCUELAS
 GIMNASIOS HOSPITALES ALMACENES
 EDIFICIOS GUBERNAMENTALES CENTRO COMUNITARIO
 OTROS(_____)

1.6. TIPO DE CONSTRUCCION:

- CONCRETO REFORZADO CONCRETO PRECOLADO MAMPOSTERIA
 COMPUESTO ACERO-CONCRETO COMPUESTO (_____/_____)

1.7. SISTEMA ESTRUCTURAL:

- MARCOS ESTRUCTURALES MUROS ESTRUCTURALES OTROS (_____)

1.8. N° DE PLANTAS, SUPERESTRUCTURA: _____ SOTANO: _____ PH: _____

ANCHO/LONGITUD: LONGITUD MAYOR = _____ (m), LONGITUD MENOR = _____ (m)

1.9. MATERIALES DE ACABADO EXTERIOR: (SE PUEDEN SELECCIONAR VARIOS)

- CONCRETO MORTERO AZULEJOS PIEDRA MUROS PRECOLADOS
 PANELES PREFABRICADOS PANELES DE CONCRETO LIGERO
 BLOQUES OTROS(_____)

2. INSPECCION DEL EXTERIOR

2.1. DAÑOS ESTRUCTURALES RANGO-A RANGO-B RANGO-C

2.1.1. ASENTAMIENTO TOTAL DEL

EDIFICIO POR FALLA DEL SUBSUELO: <0.2(m) 0.2-1.0(m) >1.0(m)

2.1.2. INCLINACION TOTAL DEL EDIFICIO: <1° 1°-2° >2°

2.1.3. FALLAS EN COLUMNAS EXTERIORES(PARA EDIFICIO DE MARCOS ESTRUCTURALES)

NUMERO DE PLANTA INSPECCIONADA:

NUMERO TOTAL DE COLUMNAS EXTERIORES: $N_t =$ _____

NUMERO DE COLUMNAS INSPECCIONADAS POR DAÑO: $N_i =$ _____

PORCENTAJE DE COLUMNAS INSPECCIONADAS DAÑADAS: $N_i/N_t =$ _____ (%)

(1) PORCENTAJE DE COLUMNAS RANGO-A RANGO-B RANGO-C
 CON DAÑO "NIVEL-4": <10(%) 10-20(%) >20(%)

(2) PORCENTAJE DE COLUMNAS RANGO-A RANGO-B RANGO-C
 CON DAÑO "NIVEL-5": <1(%) 1-10(%) >10(%)

(3) SELECCIONADA COMO "RANGO C" A SIMPLE VISTA: -----

2.1.4. FALLAS EN MURO EXTERIOR(PARA EDIFICIO DE MUROS ESTRUCTURALES)

NUMERO DE PLANTA INSPECCIONADA: _____

LONGITUD TOTAL DE MUROS EXTERIORES: $L_t =$ _____

LONGITUD DE MUROS INSPECCIONADOS POR DAÑO: $L_i =$ _____

PORCENTAJE DE MUROS INSPECCIONADOS DAÑADOS: $L_i/L_t =$ _____ (%)

(1) PORCENTAJE DE LONGITUD DE RANGO-A RANGO-B RANGO-C
 MUROS CON DAÑO "NIVEL-4": <10(%) 10-20(%) >20(%)

- (2) PORCENTAJE DE LONGITUD DE MUROS CON DAÑO "NIVEL-5": [] <1(%) [] 1-10(%) [] >10(%)
 (3) SELECCIONADA COMO "RANGO C" A SIMPLE VISTA: ----- []

2.1.5. RESUMEN DE DAÑO ESTRUCTURAL POR INSPECCION EXTERIOR

- (1) NUMERO DE CASOS DE CADA RANGO DE DAÑO: (RANGO-A= _____ RANGO-B= _____ RANGO-C: _____)
 (2) ELEMENTOS CON NIVEL DE DAÑO SUPERIOR AL "NIVEL-3": [] SI [] NO

2.2 POSIBLES TIPOS DE DAÑOS NO-ESTRUCTURALES, DESPRENDIMIENTOS

	RANGO-A	RANGO-B	RANGO-C
(1)DAÑOS EN CRISTALES DE VENTANAS	[] <1(%)	[] 1-10(%)	[] >10(%)
(2)DAÑOS EN ACABADO EXTERIOR ([] MORTERO [] AZULEJOS [] PIEDRA)	[] LEVE	[] MEDIO	[] SEVERO
(3)DAÑOS EN ACABADO EXTERIOR ([] CONCRETO PREFABRICADO [] PANELES DE CONCRETO LIGERO [] BLOQUES)	[] LEVE	[] MEDIO	[] SEVERO
(4)INCLINACIONES DE [] TERRAZA O [] BALCON	[] SIN	[] LEVE	[] OBVIO
(5)INCLINACION DE PARAPETO	[] SIN	[] LEVE	[] OBVIO
(6)INCLINACION DE ANUNCIOS EN AZOTEAS	[] SIN	[] LEVE	[] OBVIO
(7)INCLINACION DE INSTALACION ELECTRICA EN AZOTEA	[] SIN	[] LEVE	[] OBVIO
(8)INCLINACION DE ENFRIAMIENTO	[] SIN	[] LEVE	[] OBVIO
(9)INCLINACION DE ENFRIADOR DE VIENTO	[] SIN	[] LEVE	[] OBVIO
(10)INCLINACION DE PENTHOUSE	[] SIN	[] LEVE	[] OBVIO
(11)INCLINACION DE CHIMENEA	[] SIN	[] LEVE	[] OBVIO
(12)OTROS(_____)	[] SIN	[] LEVE	[] OBVIO

2.3 DAÑOS POR VOLTEO DE ELEMENTOS

	<u>RANGO-A</u>	<u>RANGO-B</u>	<u>RANGO-C</u>
(1)ESCALERA EXTERIOR	[] SIN	[] LEVE	[] OBVIO
(2)PARAPETO O TERRAZA DE BLOQUES	[] SIN	[] LEVE	[] OBVIO
(3)DEPOSITO DE COMBUSTIBLE	[] SIN	[] LEVE	[] OBVIO
(4)MAQUINAS VENDEDORAS AUTOMATICAS	[] SIN	[] LEVE	[] OBVIO
(5)OTROS (_____)	[] SIN	[] LEVE	[] OBVIO

2.4 RESUMEN DE DAÑOS NO-ESTRUCTURALES POR INSPECCION EXTERIOR.

NUMERO DE CASOS DE CADA RANGO DE DAÑO: RANGO-A= ___ RANGO-B= ___ RANGO-C: ___

3. INSPECCION DEL INTERIOR

3.1 DAÑOS ESTRUCTURALES

3.1.3 FALLAS EN COLUMNAS INTERIORES(PARA EDIFICIO DE MARCOS ESTRUCTURALES)

NUMERO DE PLANTA INSPECCIONADA: _____

NUMERO TOTAL DE COLUMNAS INTERIORES: Nt= _____

NUMERO DE COLUMNAS INSPECCIONADAS POR DAÑO: Ni= _____

PORCENTAJE DE COLUMNAS INSPECCIONADAS DAÑADAS: Ni/Nt= _____ (%)

- | | <u>RANGO-A</u> | <u>RANGO-B</u> | <u>RANGO-C</u> |
|--|----------------|----------------|----------------|
| (1)PORCENTAJE DE COLUMNAS CON DAÑO "NIVEL-4": | [] <10(%) | [] 10-20(%) | [] >20(%) |
| (2)PORCENTAJE DE COLUMNAS CON DAÑO "NIVEL-5": | [] <1(%) | [] 1-10(%) | [] >10(%) |
| (3)SELECCIONADA COMO "RANGO C" A SIMPLE VISTA: ----- [] | | | |

3.1.4. FALLAS EN MURO INTERIOR(PARA EDIFICIO DE MUROS ESTRUCTURALES)

NUMERO DE PLANTA INSPECCIONADA: _____

LONGITUD TOTAL DE MUROS INTERIORES: Lt= _____

LONGITUD DE MUROS INSPECCIONADOS POR DAÑO: Li= _____

PORCENTAJE DE MUROS INSPECCIONADOS DAÑADOS:Li/Lt= _____ (%)

- | | | | |
|--|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| (1)PORCENTAJE DE LONGITUD DE MUROS CON DAÑO "NIVEL-4": | <u>RANGO-A</u>
[] <10(%) | <u>RANGO-B</u>
[] 10-20(%) | <u>RANGO-C</u>
[] >20(%) |
| (2)PORCENTAJE DE LONGITUD DE MUROS CON DAÑO "NIVEL-5": | [] <1(%) | [] 1 -10(%) | [] >10(%) |
| (3)SELECCIONADA COMO "RANGO C" A SIMPLE VISTA: ----- | [] | | |

3.1.5. RESUMEN DE DAÑO ESTRUCTURAL POR INSPECCION INTERIOR

(1)NUMERO DE CASOS DE CADA

RANGO DE DAÑO: (RANGO-A= _____ RANGO-B= _____ RANGO-C= _____)

(2)ELEMENTOS CON NIVEL DE DAÑO SUPERIOR AL "NIVEL-3": [] SI [] NO

3.2 POSIBLES TIPOS DE DAÑOS NO-ESTRUCTURALES, DESPRENDIMIENTOS O VOLTEO DE ELEMENTOS.

- | | <u>RANGO-A</u> | <u>RANGO-B</u> | <u>RANGO-C</u> |
|----------------------------|----------------|----------------|----------------|
| (1)MATERIALES DE TECHO | [] SIN | [] LEVE | [] OBVIO |
| (2)OBJETOS FIJOS EN TECHOS | [] SIN | [] LEVE | [] OBVIO |
| (3)PLAFON | [] SIN | [] LEVE | [] OBVIO |
| (4)OBJETOS FIJOS EN MUROS | [] SIN | [] LEVE | [] OBVIO |
| (5)MUROS DIVISORIOS | [] SIN | [] LEVE | [] OBVIO |
| (6)ESCALERA INTERIOR | [] SIN | [] LEVE | [] OBVIO |
| (7)OTROS(_____) | [] SIN | [] LEVE | [] OBVIO |

3.3 RESUMEN DE DAÑOS NO ESTRUCTURALES POR INSPECCION INTERIOR.

NUMERO DE CASOS DE CADA RANGO DE DAÑO: RANGO-A= __ RANGO-B= __ RANGO-C: __

4. OTRO TIPO DE INSPECCION

4.1. RIESGO DEBIDO A COLISION CON LOS EDIFICIOS COLINDANTES:

[] SIN RIESGO [] INCIERTO [] RIESGOSO

4.2. INSTALACIONES

ELECTRICAS GAS [] OK [] NO
 SUMINISTRO DE AGUA [] OK [] NO
 SERVICIOS SANITARIOS [] OK [] NO

5. RESUMEN Y CONCLUSION

5.1. ASPECTOS ESTRUCTURALES(PRODUCTO DE REVISION EXTERIOR E INTERIOR)

(1)NUMERO DE CASOS DE CADA RANGO DE DAÑO:

RANGO-A= _____ RANGO-B= _____ RANGO-C= _____

(2)ELEMENTOS CON NIVEL DE DAÑO SUPERIOR AL "NIVEL 3": [] SI [] NO

(3)JUICIO DE RIESGO ESTRUCTURAL: [] SEGURO*** [] PRECAUCION** [] INSEGURO*

(*:UNO O MAS CASOS DE CADA "RANGO-C", DOS O MAS DE "RANGO-B",

::UNO O MAS CASOS DE "RANGO-B", *:OTROS CASOS)

5.2. ASPECTOS NO-ESTRUCTURALES COMO POR POSIBLES DESPRENDIMIENTOS Y VOLTEO DE ELEMENTOS

(1)NUMERO DE CASOS DE CADA RANGO DE DAÑO:

RANGO-A= _____ RANGO-B= _____ RANGO-C= _____

(2)JUICIO DE RIESGO ESTRUCTURAL: [] SEGURO*** [] PRECAUCION** [] INSEGURO*

(*:UNO O MAS CASOS DE CADA "RANGO-C", DOS O MAS DE "RANGO-B",

::UNO O MAS CASOS DE "RANGO-B", *:OTROS CASOS)

5.3. JUICIO FINAL SOBRE EL USO O NO DEL INMUEBLE

		ASPECTOS ESTRUCTURALES		
		[] SEGURO	[] PRECAUCION	[] INSEGURO
ASPECTOS NO ESTRUCTURALES	[] SEGURO	[] UTILIZABLE	[] UTILIZABLE CON PRECAUCION	[] ENTRADA PROHIBIDA
	[] PRECAUCION	[] UTILIZABLE CON PRECAUCION	[] UTILIZABLE CON PRECAUCION	[] ENTRADA PROHIBIDA
	[] INSEGURO	[] ENTRADA PARCIALMENTE PROHIBIDA	[] ENTRADA PARCIALMENTE PROHIBIDA	[] ENTRADA PROHIBIDA

RANGO DE APLICACION DE LA ENTRADA PARCIALMENTE PROHIBIDA: _____

RANGO DE APLICACION DE UTILIZABLE CON PRECAUCION: _____

5.4 POSIBILIDAD DE USO COMO ALBERGUE A PERSONAS AFECTADAS:

[] UTILIZABLE [] NO UTILIZABLE

Tabla 6. Formulario para juzgar y clasificar el nivel de daño en estructuras
(para estructuras de concreto reforzado)

N° DE INMUEBLE: _____ FECHA DE INSPECCION: _____
 FECHA: _____ AÑO _____ MES _____ DIA _____ HORA
 NOMBRE DEL INSPECTOR: _____
 AFILIACION: _____

1. INFORMACION DEL EDIFICIO

1.1. NOMBRE DEL EDIFICIO: _____

1.2. DIRECCION: _____

1.3. DUEÑO DEL EDIFICIO: _____ TELEFONO: _____

1.4. PERSONA PARA CONTACTO: _____ TELEFONO: _____

1.5. USO DEL EDIFICIO:

-] OFICINAS] RESIDENCIAL] DEPARTAMENTOS] TIENDAS] FABRICAS
-] BODEGAS] JARDIN DE NIÑOS] ESCUELAS] ALMACENES
-] GIMNASIOS] EDIFICIOS GUBERNAMENTALES] CENTRO COMUNITARIO
-] HOSPITALES] OTROS(_____)

1.6. TIPO DE CONSTRUCCION:

-] CONCRETO REFORZADO] CONCRETO PRECOLADO] MAMPOSTERIA
-] COMPUESTO ACERO-CONCRETO] COMPUESTO (_____/_____)

1.7. SISTEMA ESTRUCTURAL:

-] MARCOS ESTRUCTURALES] MUROS ESTRUCTURALES
-] OTROS (_____)

1.8. ESTRUCTURA DE CIMENTACION

-] SUPERFICIAL O DE CONTACTO] PROFUNDA O DE PILOTES (TIPO:_____)

1.9. N° DE PLANTAS, SUPERESTRUCTURA: _____ SOTANO: _____ PENTHOUSE: _____
 ANCHO/LONGITUD: LONGITUD MAYOR = _____ (m), LONGITUD MENOR = _____ (m)

1.10. TOPOGRAFIA DEL TERRENO:] PLANO] INCLINADO
] MESETA] HONDONADA] OTROS(_____)

1.11 TOPOGRAFIA DE LA ZONA (EN CASO DE ESTAR A MAS DE 50 M DE DISTANCIA NO ES IMPORTANTE)

-] CAÑON A(_____ m)] RIO/MAR/LAGO/PANTANO A(_____ m)

1.12 MATERIALES DE ACABADO EXTERIOR: (SE PUEDEN SELECCIONAR VARIOS)

-] CONCRETO] MORTERO] AZULEJOS] PIEDRA] MUROS PRECOLADOS
-] CONCRETO PREFABRICADO] PANELES DE CONCRETO LIGERO
-] BLOQUES] OTROS(_____)

1.13 DOCUMENTACION DE DISEÑO:

- MEMORIA DE CALCULO (] EXISTE] NO EXISTE)
- PLANOS DE DISEÑO (] EXISTE] NO EXISTE)
- BITACORA DE OBRA (] EXISTE] NO EXISTE)

2. INSPECCION Y JUICIO PARA DAÑOS ESTRUCTURALES

2.1 ASENTAMIENTOS DEL EDIFICIO: MAXIMO ASENTAMIENTO (S= _____ m)
] SIN DAÑO (S=0)] DAÑO PEQUEÑO (0 < S ≤ 0.2m.)] DAÑO MEDIO (0.2 < S ≤ 1.0m.)
] DAÑO SEVERO (S > 1.0m)

2.2 INCLINACION DEL EDIFICIO:

GRADO DE INCLINACION EN SENTIDO X: $\theta_x =$ _____ rad.
 GRADO DE INCLINACION EN SENTIDO Y: $\theta_y =$ _____ rad

MAXIMA INCLINACION TOTAL: $\theta = \sqrt{\theta_x^2 + \theta_y^2} =$ _____ rad.

3.2 DAÑOS EN ESTRUCTURA DE CIMENTACION

DAÑOS EN CIMENTACION PROFUNDA(PILOTES): SI NO INCIERTO
 LICUACION DEL SUELO: SI NO INCIERTO

4. CONCLUSION Y RECOMENDACION DE REFUERZO

4.1 CLASIFICACION DE DAÑO (SE BASARA EN LA SITUACION MAS CRITICA DE LAS DETERMINADAS EN 2.1, 2.2, 2.6)

SIN DAÑO LEVE PEQUEÑO MEDIO SEVERO COLAPSO

4.2 RECOMENDACION DE ACCIONES A TOMAR EN EL EDIFICIO

NIVEL DE DAÑO CLASIFICADO	GRADO DE INTENSIDAD SISMICA ANTE LA QUE SE HAN PRODUCIDO LOS DAÑOS		
	INFERIOR A IV	V	SUPERIOR A VI
<input type="checkbox"/> COLAPSO	<input type="checkbox"/> DEMOLICION	<input type="checkbox"/> DEMOLICION	<input type="checkbox"/> DEMOLICION
<input type="checkbox"/> SEVERO	<input type="checkbox"/> DEMOLICION O REFUERZO	<input type="checkbox"/> DEMOLICION O REFUERZO	<input type="checkbox"/> REFUERZO O REPARACION
<input type="checkbox"/> MEDIO	<input type="checkbox"/> DEMOLICION O REFUERZO	<input type="checkbox"/> IDR*	<input type="checkbox"/> REFUERZO O REPARACION
<input type="checkbox"/> PEQUEÑO	<input type="checkbox"/> IDR*	<input type="checkbox"/> REPARACION	<input type="checkbox"/> REPARACION
<input type="checkbox"/> LEVE	<input type="checkbox"/> REPARACION	<input type="checkbox"/> REPARACION	<input type="checkbox"/> REPARACION

(*IDR: INSPECCION DETALLADA REQUERIDA)

4.3 NECESIDAD E IMPORTANCIA DE UNA INSPECCION DETALLADA

SUPERESTRUCTURA: NO NECESARIA NECESARIA
 ESTRUCTURA DE CIMENTACION: NO NECESARIA NECESARIA

5. ESQUEMA Y COMENTARIOS SOBRE LAS PARTES DAÑADAS Y LAS CARACTERISTICAS DEL DAÑO;

Tabla 7. Criterios para clasificar los daños en un edificio
(para concreto reforzado)

NIVEL DE DAÑOS	CRITERIO
COLAPSADO	SI $D_5 = 50$
SEVERO	SI $D(=D_1+D_2+D_3+D_4+D_5)$ EXCEDE 50
MEDIO	SI $D(=D_1+D_2+D_3+D_4+D_5)$ EXCEDE 10
PEQUEÑO	SI $D(=D_1+D_2+D_3+D_4+D_5)$ EXCEDE 5
LEVE	SI $D(=D_1+D_2+D_3+D_4+D_5)$ ES MENOR QUE 5
SIN DAÑOS	SI $D(=D_1+D_2+D_3+D_4+D_5) = 0$

SIENDO: $D_1 = 10B_1/A \leq 5$

$D_2 = 26B_2/A \leq 13$

$D_3 = 60B_3/A \leq 30$

$D_4 = 100B_4/A \leq 50$

$D_5 = 1000B_5/(7A) \leq 50$

B₁, B₂, B₃, B₄, B₅: NUMERO DE COLUMNAS DAÑADAS EN CADA PLANTA
(VER TABLA-5)

A: NUMERO TOTAL DE COLUMNAS INSPECCIONADAS EN CADA PLANTA

Tabla 8. Criterios para recomendar las acciones a tomar en el edificio

NIVEL DE DAÑOS CLASIFICADO	GRADO DE INTENSIDAD SISMICA EN LA QUE SE HAN PRODUCIDO LOS DAÑOS		
	INFERIOR A IV	V	SUPERIOR A VI
COLAPSADO	D	D	D
SEVERO	D o S	D o S	R o S
MEDIO	D o S	IDR	R o S
PEQUEÑO	IDR	R	R
LEVE	R	R	R

SIENDO: D: DEMOLICION, S: REFUERZO, R: REPARACION

IDR: INSPECCION DETALLADA REQUERIDA

GRADO DE INTENSIDAD SISMICA: GRADO SISMICO DE LA AGENCIA

METEOROLOGICA JAPONESA (IV: 25-80 cm/seg², V: 80-250 cm/seg², VI: 250-400
cm/seg², ACELERACION DEL SUELO ASUMIDA, RESPECTIVAMENTE)

JUICIO PARA RESTRINGIR LA ENTRADA: DENTRO DE 1 o 2 DIAS DESPUES DEL TERREMOTO

- **OBJETIVO**; JUZGAR EL RIESGO QUE SUPONE ENTRAR O ACERCARSE AL EDIFICIO
- **POR QUIEN**; TECNICOS DE LA ADMINISTRACION LOCAL Y TECNICOS VOLUNTARIOS
- **COMO**; OBSERVANDO "IN SITU" LAS FACHADAS EXTERIORES
- **RESULTADO DE LA EVALUACION**;
 - = **ROJO**: INSEGURO (ENTRADA PROHIBIDA)
 - = **AMARILLO**: INSPECCION DETALLADA REQUERIDA (ENTRADA PROHIBIDA O LIMITADA HASTA REINSPECCION)
 - = **VERDE**: INSPECCIONADO

EVALUACION DE RIESGOS DE EMERGENCIA: DENTRO DE 1 SEMANA DESDE EL TERREMOTO

- **OBJETIVO**; JUZGAR EL USO O NO DEL EDIFICIO
- **POR QUIEN**; TECNICOS DE LA ADMINISTRACION LOCAL Y TECNICOS VOLUNTARIOS
- **COMO**; OBSERVANDO LAS FACHADAS EXTERIORES Y CONTABILIZANDO EL NUMERO DE COLUMNAS DAÑADAS
- **RESULTADO DE LA EVALUACION**;
 - = **ENTRADA PROHIBIDA**
 - = **ENTRADA LIMITADA**
 - = **UTILIZABLE**

CLASIFICACION DE LOS DAÑOS: DENTRO DE 1 MES DESDE EL TERREMOTO, SI EL DUEÑO/USUARIO SOLICITA LA EVALUACION

- **OBJETIVO**; RECOMENDAR REFUERZOS NECESARIOS
- **POR QUIEN**; INGENIEROS DE ESTRUCTURAS
- **COMO**; INSPECCIONANDO ELEMENTOS ESTRUCTURALES INTERIORES Y EXTERIORES Y ESTIMANDO EL NIVEL DE DAÑOS.
- **RESULTADO DE LA EVALUACION**;
 - = **COLAPSADO**: DEMOLICION
 - = **SEVERO**: DEMOLICION O REFUERZO
 - = **MEDIO**: REFUERZO O REPARACION
 - = **PEQUEÑO**: REPARACION
 - = **LEVE**: REPARACION

Fig. 1. Sistema para la evaluación de los daños de emergencia

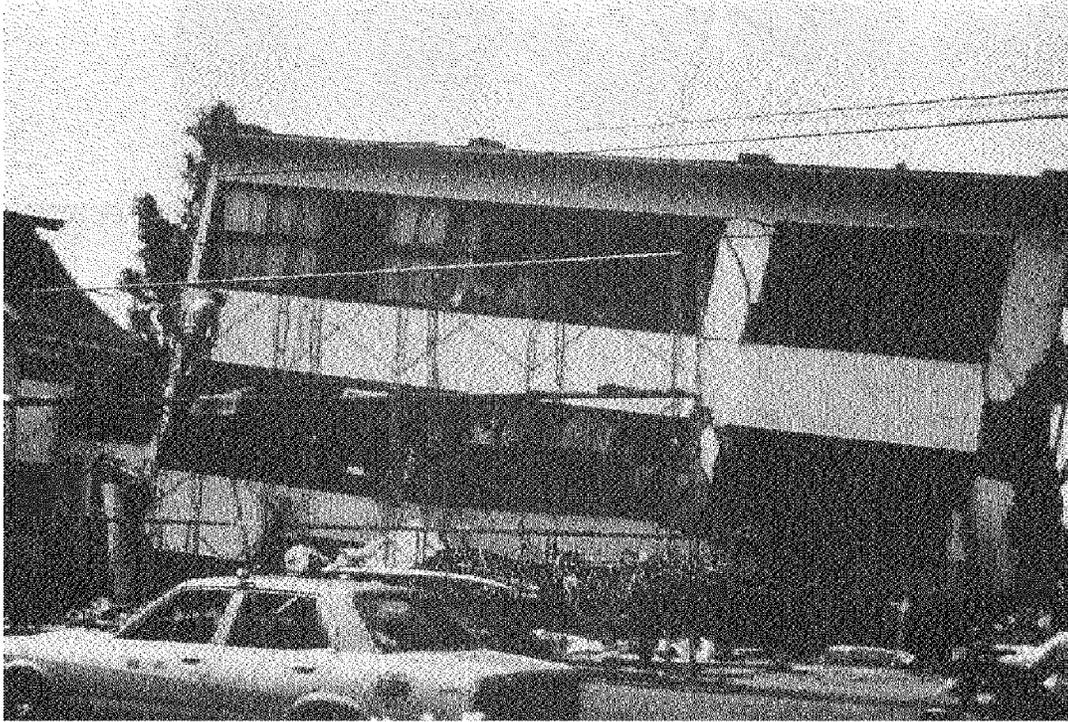


Fig. 2. Ejemplo de Inseguridad

Juicio: Primer nivel totalmente colapsado, el segundo nivel sufrió daño severo. Una razón porque este edificio puede considerarse inseguro es el posible colapso debido a replicas posteriores.