

GUÍA TÉCNICA PARA INSPECCIÓN DE EDIFICACIONES DESPUÉS DE UN SISMO

Manual de Campo

Cuarta edición - Marzo de 2018



GUÍA TÉCNICA PARA INSPECCIÓN DE EDIFICACIONES DESPUÉS DE UN SISMO

Manual de Campo

Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio
Climático – IDIGER
Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica - AIS

Cuarta Edición – Marzo de 2018



GUÍA TÉCNICA PARA LA INSPECCIÓN DE EDIFICACIONES DESPUÉS DE UN SISMO MANUAL DE CAMPO

Este manual ha sido elaborado por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica – AIS, para el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá – FOPAE, ahora Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático – IDIGER.

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica – AIS

asosismica@gmail.com

<http://www.asosismica.org.co>

Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático – IDIGER

idiger@idiger.gov.co

<http://www.sire.gov.co>

<http://www.idiger.gov.co>

Grupo de Ayuda para Inspección de Edificaciones Después de un Sismo - GIE

<http://www.idiger.gov.co/>

REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN

Tercera edición: Dirección de Prevención y Atención de Emergencias de la Secretaría de Gobierno de la Alcaldía Mayor de Bogotá – DPAE (Diciembre 2009).

Cuarta edición: Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático – IDIGER Alcaldía Mayor de Bogotá. (Marzo 2018).

EJEMPLAR GRATUITO: PROHIBIDA SU VENTA

Cuarta Edición – Marzo de 2018

TABLA DE CONTENIDO

1.ASPECTOS GENERALES	9
1.1 INTRODUCCIÓN	9
1.2 OBJETIVOS	9
1.2.1 Objetivo general	9
1.2.2 Objetivos específicos	10
1.3 ALCANCES	10
1.4 PERSONAL REQUERIDO PARA LA INSPECCIÓN	11
1.5 PREPARACION PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	12
1.5.1 Preparación y obligaciones de los miembros de las comisiones de inspección	12
1.5.2 Equipo	13
2. INSPECCIÓN DE LAS EDIFICACIONES, EVALUACIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL NIVEL DE DAÑO	14
2.1 PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN	14
2.2 DESCRIPCIÓN DEL FORMULARIO ÚNICO DE EVALUACIÓN Y RECOMENDACIONES SOBRE EL DILIGENCIAMIENTO DEL FORMULARIO	15
2.3 LOCALIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	18
2.3.1 Identificación catastral	18
2.3.2 Tipo y clasificación de inspección	18
2.3.3 Identificación de la edificación	19
2.3.4 Descripción de la estructura	20
2.4 EVALUACIÓN DEL ESTADO GENERAL DE LA EDIFICACIÓN	26
2.4.1 Clasificación global del daño y de la habitabilidad por el estado general de la edificación	27
2.5 EVALUACIÓN DE PROBLEMAS GEOTÉCNICOS	28
2.5.1 Fallas en taludes o movimientos en masa	28
2.5.2 Asentamientos, subsidencia o licuación	28
2.5.3 Clasificación global del daño y de la habitabilidad por problemas geotécnicos	29
2.6 EVALUACIÓN DE LOS DAÑOS EN ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS (no estructurales)	31
2.6.1 Muros de fachada o antepechos	31
2.6.2 Vidrios exteriores	32
2.6.3 Acabados exteriores (incluyendo antenas, letreros o similares)	33
2.6.4 Muros divisorios o particiones	34
2.6.5 Balcones	34
2.6.6 Cielos rasos y luminarias	35
2.6.7 Cubierta	36
2.6.8 Escaleras	36
2.6.9 Instalaciones (acueducto, alcantarillado, energía y gas)	37
2.6.10 Ductos de ventilación	37
2.6.11 Tanques elevados	38
2.6.12 Clasificación global del daño y de la habitabilidad por daños en elementos no estructurales	38
2.7 EVALUACIÓN DE LOS DAÑOS EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES	40

2.7.1	Vigas, columnas y muros estructurales en concreto reforzado	40
2.7.2	Mampostería	42
2.7.3	Muros de tapia, adobe o bahareque	45
2.7.4	Vigas, columnas y conexiones en estructuras de acero	47
2.7.5	Vigas, columnas y uniones en estructuras de madera	48
2.7.6	Construcciones en material precario (sin sistema estructural)	49
2.7.7	Entrepisos	49
2.7.8	Clasificación global del daño y de la habitabilidad por daños en elementos estructurales	50
2.8	CLASIFICACIÓN DE LA HABITABILIDAD POR PROBLEMAS DEL ENTORNO	51
2.9	CLASIFICACIÓN GLOBAL DEL DAÑO Y HABITABILIDAD DE LA EDIFICACIÓN	52
2.10	EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE DAÑOS EN LA EDIFICACIÓN	54
2.11	CLASIFICACIÓN PREVIA	54
3.1	RECOMENDACIONES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD	55
3.	RECOMENDACIONES, CONDICIONES PRE-EXISTENTES, EFECTOS Y COMENTARIOS	55
3.2	ESQUEMA	56
3.3	CONDICIONES PREEXISTENTES	56
3.3.1	Calidad de los materiales y de la construcción	56
3.3.2	Posición de la edificación en la manzana	57
3.3.3	Configuración en planta y altura	57
3.3.4	Configuración estructural	60
3.3.5	Tipo de suelo	61
3.3.6	Tipo de cimentación	61
3.3.7	Calidad de la cimentación	62
3.3.8	Condiciones topográficas	62
3.3.9	Tipo de cubierta	63
3.3.10	Condiciones de amarre de la cubierta	63
3.3.11	Efecto de columna corta	64
3.3.12	Continuidad en columnas y vigas	64
3.3.13	Evidencia de anclaje de elementos no estructurales	65
3.3.14	Daños por sismos anteriores	65
3.3.15	Reforzamiento estructural anterior	65
3.4	EFFECTO EN LOS OCUPANTES	65
3.5	OCUPACIÓN DE LA EDIFICACIÓN Y PERSONA PARA CONTACTO	66
3.6	COMENTARIOS	66
3.7	INSPECTORES Y FECHA DE INSPECCIÓN	66
3.8	CONSIDERACIONES FINALES	67
4.	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS	68

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Usos de una edificación	20
Tabla 2. Criterios de habitabilidad según el Estado General de la Edificación	27
Tabla 3. Criterios de habitabilidad según problemas geotécnicos	30
Tabla 4. Criterios de habitabilidad según el daño arquitectónico (no estructural)	39
Tabla 5. Variables Estructurales a evaluar según el sistema	40
Tabla 6. Elementos que pueden saturar el daño a nivel global	50
Tabla 7. Criterios de habitabilidad según el daño estructural	51
Tabla 8. Criterios de habitabilidad según problemas del entorno	52
Tabla 9. Clasificación del daño y habitabilidad de la edificación	53
Tabla 10. Clasificación del daño y habitabilidad de la edificación	54
Tabla 11. Criterios para evaluar regularidad en altura o vertical	60
Tabla 12. Criterios para evaluar regularidad en planta	60
Tabla 13. Criterios para evaluar el tipo de suelo	61
Tabla 14. Criterios para evaluar las condiciones topográficas	62
Tabla 15. Criterios para evaluar las condiciones de amarre de la cubierta	63

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Formulario para inspección de edificaciones después de un sismo (página 1)	16
Figura 2. Formulario para inspección de edificaciones después de un sismo (página 2)	17
Figura 3. Esquema de codificación catastral	18
Figura 4. Esquema de evaluación número de pisos	20
Figura 5. Avisos de habitabilidad	53
Figura 6. Irregularidades en altura (Rodríguez, 1998)	58
Figura 7. Irregularidades en planta (Rodríguez, 1998)	59

CRÉDITO DE LAS FOTOGRAFÍAS

1	Secretaria Distrital de Hacienda
2, 30 a	Ana Campos
3	Luis Garza
4	Izquierda: Omar Darío Cardona; Derecha: Gabriel Jaime Arango
5, 7, 11, 19, 20, 23 a, b, c y e, 24 b, c y f, 29, 30 b, 32	Omar Darío Cardona
6	Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático
8, 9	Izquierda: Omar Darío Cardona; Derecha: Earthquake engineering Research Institute EERI
10	Izquierda: Earthquake engineering Research Institute EERI; Derecha: Daniel Salcedo
12	a: Javier García; b: Álvaro Camacho; c y d: Enrique Castrillón
13, 25	Izquierda: Earthquake engineering Research Institute EERI; Derecha: Omar Darío Cardona
14, 15, 17, 18	Fernando Andrés Ospina para el FOPAE (Ahora IDIGER)
16, 31 a, 33	Enrique Castrillón
21, 22, 23 d, 24 a, 27 a, 28, 31 b, 35	Earthquake engineering Research Institute EERI
24 d	Álvaro Camacho
26, 27c, 34	AIS
27 b	Applied Technology Council ATC

PREFACIO A LA TERCERA EDICIÓN

La primera edición de la guía fue elaborada por la Asociación de Ingeniería Sísmica – AIS, por encargo del entonces Fondo de Prevención y Atención de Emergencias (FOPAE). Para su elaboración fueron recopiladas las principales metodologías existentes a nivel nacional e internacional para la evaluación post sismo de edificaciones, y se tuvo en cuenta la experiencia de sismos anteriores dentro y fuera del país, y en particular la del sismo del 25 de enero de 1999 en la región del Eje Cafetero. La segunda edición consistió en una reimpresión de la primera, editada en 2002.

Para la tercera edición, en el año 2009, la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias – DPAE, hoy Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER), incorporó algunas precisiones conceptuales, respecto a la calificación de habitabilidad según los resultados de la evaluación del estado general de la edificación, los problemas geotécnicos, los daños en elementos no estructurales y en elementos estructurales, con el fin de correlacionar más precisamente la clasificación definitiva de habitabilidad.

Para esta Cuarta Edición, el IDIGER ha llevado a cabo la actualización del formulario de evaluación e inspección de edificaciones después de un sismo, incorporando nuevos elementos de criterio para la definición de la clasificación global del daño y la habitabilidad, en lo correspondiente a la evaluación de elementos arquitectónicos (no estructurales) y problema geotécnicos. Se incluye un nuevo criterio de habitabilidad relacionado con los problemas del entorno y la inclusión de nuevos ítems en las secciones de recomendaciones y medidas de seguridad así como en la evaluación de condiciones pre-existentes. Del mismo modo, la presente guía de campo, ha incluido los ajustes y actualizaciones necesarias respecto a la nueva versión del formulario, generándose de esta forma un ajuste metodológico al procedimiento de evaluación de daños post-sismo.

Para lograr que de una manera rápida y eficiente se pueda llevar a cabo la evaluación de un gran número de edificaciones, se realizará una socialización de la metodología con instrucción a los técnicos y profesionales de la construcción en general, así como al personal de la administración distrital relacionado con el tema.

Con el propósito de establecer las condiciones de habitabilidad de la edificaciones afectadas en el Distrito Capital de forma rápida y eficiente y con el objeto de disminuir la posibilidad de la ocurrencia de víctimas colaterales por efecto de las réplicas del sismo principal y el dimensionamiento de las necesidades para el alojamiento temporal de los afectados, se requiere desarrollar un proceso de formación con base en la metodología definida para ello, con el fin de contar con el apoyo de personal del área capacitado para realizar las labores de inspección de edificaciones y así conformar el Grupo de ayuda para Inspección de Edificaciones después de un sismo – GIE, en la cantidad y con la calidad suficientes para las necesidades de la ciudad de Bogotá.

Actualmente la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias ha venido promoviendo los cursos de capacitación, cuyo material de apoyo es la Guía Técnica de Inspección de Edificaciones después de un Sismo, para lo cual ha considerado necesario llevar a cabo la actualización de esta nueva edición. Esperamos que sea de utilidad tanto para el trabajo de campo como para las capacitaciones del Grupo de ayuda para Inspección de Edificaciones después de un sismo – GIE.

Diciembre de 2017

1. ASPECTOS GENERALES

1.1 INTRODUCCIÓN

La clasificación de los daños y el uso de las edificaciones después de la ocurrencia de un sismo moderado o fuerte debe ser desarrollada con base en una metodología establecida como única en el Distrito Capital, con el fin de evaluar bajo un solo punto de vista, el daño físico y llevar a cabo una estimación consistente de las pérdidas. De esta manera se podrán identificar las necesidades de vital importancia de la comunidad y se producirá la información básica para las autoridades en materia de la evaluación y diagnóstico de la situación, con el fin de que se puedan tomar decisiones e implantar medidas económicas y técnicas efectivas para la reducción de las consecuencias producidas por el terremoto.

Después de un sismo de moderada o mayor magnitud, la ocurrencia de réplicas es muy probable, lo cual puede aumentar el nivel de daño en las edificaciones, pudiendo generar pérdidas de vidas en las edificaciones afectadas que continúan en uso. Con el objeto de evitar esos daños de segundo orden, se considera necesario inmediatamente después del sismo evaluar el nivel de riesgo del mayor número posible de edificaciones que hayan sufrido algún daño de una manera rápida, eficiente y sencilla.

Los principales elementos para una metodología y un procedimiento de evaluación post-sísmica son: la clasificación de los daños, la definición de las posibilidades de uso de las edificaciones que sufrieron daños, la organización para la recolección de los datos y el análisis y procesamiento de la información. Para ejecutar esta labor eficientemente es fundamental establecer con anterioridad comisiones de inspección muy bien entrenadas en cada sector y elaborar los planes de inspección. El éxito del procedimiento de recolección de datos depende significativamente del nivel de preparación y entrenamiento desarrollado antes del evento sísmico.

El procedimiento para la inspección de edificaciones después de un sismo, contenido en este documento, se elaboró con base en la experiencia obtenida en los sismos del 8 de febrero de 1995 y el 25 de enero de 1999 en la región del Eje Cafetero y algunos de los métodos de evaluación de daños post-sismo más conocidos a nivel internacional, desarrollados en diferentes países como México, Yugoslavia, Japón y Estados Unidos.

El presente documento describe la forma de diligenciar el formulario de evaluación y los criterios para la clasificación de la seguridad y habitabilidad de las edificaciones.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Disponer de una metodología para la evaluación del nivel de daño y de la seguridad de edificaciones después de un terremoto, que permita definir las acciones de rehabilitación y reconstrucción de las edificaciones en las diferentes localidades de Bogotá.

1.2.2 Objetivos específicos

- Reducir la incidencia de lesiones y muertes de los ocupantes de edificaciones dañadas por un sismo, lo cual puede ocurrir por el daño estructural existente, por la posible caída o volcamiento de objetos o por la ocurrencia de réplicas después del evento principal.
- Registro, clasificación y sistematización de información sobre la magnitud del de- sastre en términos del número de edificaciones habitables, dañadas o que llegaron al colapso, con el propósito de planificar el proceso de rehabilitación y asistencia en la fase de reconstrucción y recuperación de la zona afectada.
- Identificación de las necesidades de la comunidad con relación a la seguridad de sus edificios y las actuaciones que las autoridades del sistema de prevención y atención de desastres deben llevar a cabo para la protección de las vidas humanas, el alojamiento de los afectados y el manejo de la emergencia
- Proveer información para la estimación preliminar y gruesa de las pérdidas económicas directas por daños en las edificaciones.
- Suministrar información técnica que permita el mejoramiento de las normas de construcción sismo resistente y la calibración de curvas de vulnerabilidad y escenarios de riesgo, con el fin de definir acciones a mediano y largo plazo para la reducción del riesgo sísmico.

1.3 ALCANCES

La presente guía de inspección está diseñada para evaluar de manera específica cada uno de las edificaciones afectadas, con el objetivo principal de determinar la seguridad de las construcciones, identificar aquellas que son obviamente peligrosas, las que están en capacidad de tener un uso normal y las que deben tener un uso restringido por la presencia de daños severos o de elementos que amenazan la vida en un sector específico de la edificación. Se pretende con esto reducir el número de pérdidas de vidas ante la posibilidad de volcamiento y caída de objetos debido a la ocurrencia de réplicas e identificar las edificaciones que requieren algún tipo de intervención para garantizar la seguridad de la población.

La clasificación de la afectación de la edificación y de su habitabilidad se basa en los resultados de la inspección sobre las condiciones que presente la edificación de manera global, los daños en sus elementos arquitectónicos (no estructurales) y estructurales, las condiciones geotécnicas y problemáticas de su entorno.

Están por fuera del alcance del presente documento los procedimientos para evaluar la necesidad y factibilidad de una rehabilitación definitiva de las edificaciones, para lo cual se requiere que cada propietario se sirva de un ingeniero estructural, que realice la remoción de algunos elementos arquitectónicos para completar la inspección o lleve a cabo ensayos sobre la calidad de los materiales, el estado del refuerzo, etc. En lo posible, este profesional debe desarrollar un análisis de la

vulnerabilidad de la estructura de acuerdo con los requisitos establecidos en las normas de construcción sismo resistentes.

Aunque se puede utilizar de manera preliminar, no está dentro del alcance de esta guía la evaluación de edificaciones esenciales para la atención a la comunidad, de instalaciones de servicios públicos y de construcciones industriales o que contengan materiales de alto riesgo. Esto debido a que para ese tipo de evaluaciones se deben hacer diagnósticos especiales.

No se pretende con los procedimientos aquí propuestos cuantificar en forma detallada el impacto económico y social generado por el sismo, sino hacer aproximaciones gruesas para tener un estimativo de la magnitud del desastre que sirva como herramienta para la planificación de los procesos de rehabilitación y reconstrucción.

1.4 PERSONAL REQUERIDO PARA LA INSPECCIÓN

Las personas requeridas para la inspección de daños en edificios deben ser profesionales relacionados con el sector de la construcción de edificaciones, como ingenieros civiles, arquitectos, constructores o técnicos en obras civiles, preferiblemente profesionales con 5 años de experiencia, como mínimo, en diseño estructural o en construcción, con el fin de poder reconocer con facilidad daños estructurales o situaciones no usuales y tener la experiencia y el criterio que se requiere para tomar decisiones sobre la necesidad de evacuar las edificaciones.

Los profesionales con experiencia previa en evaluación de la seguridad de edificaciones después de un sismo, lo mismo que aquellos ingenieros estructurales que han recibido capacitación sobre la metodología de evaluación son la mejor opción para realizar la evaluación de los edificios altos o de las edificaciones localizados en las zonas de mayores daños, ya que estos requieren una revisión con mayor criterio sobre el comportamiento estructural.

Normalmente durante un sismo fuerte no se cuenta con el número suficiente de profesionales con experiencia y las autoridades tienen que trabajar con el personal disponible, por lo tanto, se podrá recurrir a estudiantes de últimos semestres de ingeniería o arquitectura para la inspección de edificaciones en las zonas de menor afectación, o como auxiliares y acompañantes de los profesionales voluntarios provenientes de diferentes ciudades.

Para edificaciones con problemas de suelos, tales como fallas de taludes, asentamientos diferenciales u otros movimientos del suelo, el procedimiento de evaluación debe ser realizado por un equipo que incluya un ingeniero especialista en geotecnia. Todas las edificaciones clasificadas como indispensables o de atención a la comunidad en las normas de construcción sismo resistentes deben ser sometidas por sus responsables a evaluación por parte de ingenieros estructurales después de ocurrido el terremoto y las instalaciones de las empresas de servicios públicos serán evaluadas por los ingenieros de cada empresa de servicios.

Todo el personal asignado para la inspección de las edificaciones debe tener previamente una inducción sobre la forma de diligenciar los formularios y los

criterios utilizados para la calificación de los daños.

1.5 PREPARACION PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

La organización básica para la recolección de datos del daño debe llevarse a cabo en cada localidad bajo el Plan de Emergencias, Contingencias o Marco de Actuación, en el cual se debe especificar el número de comisiones por sector, partiendo de que dicha labor debe desarrollarse en un corto plazo después del terremoto. Las comisiones y autoridades locales deben considerar en conjunto los siguientes aspectos:

1.5.1 Preparación y obligaciones de los miembros de las comisiones de inspección

Se deben organizar las comisiones según la necesidad de cobertura, de acuerdo con los perfiles profesionales requeridos para cada zona de acuerdo al grado de daño y para los diferentes cargos (evaluador, supervisor y coordinador). En lo posible las comisiones de evaluación deben estar previamente asignadas a una zona, contar con identificación oficial y haber recibido capacitación sobre la metodología de inspección de la seguridad de edificaciones después de un sismo.

Evaluadores: Son los responsables de realizar los trabajos de evaluación en campo, de la inspección de las edificaciones, recopilación de la información en campo, evaluación de daños, diligenciamiento de los formularios para inspección y señalización de las edificaciones con su respectiva clasificación de habitabilidad mediante la colocación de avisos (formatos de habitabilidad) y de colores. Los evaluadores se pueden organizar en comisiones de dos personas, en lo posible lideradas por ingeniero estructural o por el profesional de más amplia experiencia en construcción, quien deberá garantizar el completo diligenciamiento del formulario y tomar la decisión final sobre la clasificación de la edificación y con la presencia de un evaluador auxiliar que preferiblemente conozca la zona que se evalúa.

Supervisores: Es el responsable de la operación de las comisiones. Las funciones de los supervisores son preparar las rutas de trabajo, distribuir el personal asignado a la zona, repartir el material correspondiente, dar instrucciones generales de operación, verificar y asesorar el correcto y completo diligenciamiento de los formularios, recibir el material, preparar los reportes periódicos, así como el reporte final de las edificaciones inspeccionadas y entregar estos informes a los coordinadores de cada localidad.

Coordinadores: Es el responsable del seguimiento de la labor de los supervisores de la localidad. Las funciones del coordinador son definir las zonas a inspeccionar, asignar a los supervisores, obtener el material de apoyo y equipo para las comisiones, arreglar todo lo pertinente al transporte, alimentación y acomodo del personal, entregar los paquetes de formularios a los supervisores de cada zona y recibirlos una vez hayan sido diligenciados, revisados y clasificados por los diferentes supervisores en su área, junto con los informes de los supervisores para realizar un informe integrado de la localidad, programar las inspecciones especializadas. Reportar a las autoridades pertinentes las acciones necesarias a ejecutar en su localidad como la protección de calles, la remoción de escombros o peligros locales, el rescate de víctimas, la evacuación de edificaciones, etc. Además deberá responder

a los ciudadanos respecto a los requerimientos de inspección e informar acerca de la programación y preparar reportes para la elaboración de informes situacionales de los resultados de la inspección y de la programación prevista, así como los requerimientos de personal y/o material logístico requerido.

1.5.2 Equipo

Para los procedimientos de evaluación se recomienda contar con los siguientes elementos:

Artículos personales:

- Identificación personal
- Identificación oficial (si la posee)
- Casco de seguridad
- Botas de seguridad (preferiblemente punta de acero)
- Monogafas (opcional)
- Bloqueador solar
- Productos de hidratación
- Teléfono celular

Para los procedimientos de evaluación:

- Guía Técnica para la Inspección de Edificaciones Después de un Sismo
- Guía de Patologías Constructivas, Estructurales y no Estructurales
- Aplicación móvil con formularios de inspección.
- Libreta de notas, lápiz o bolígrafo
- Linterna y baterías extra
- Cámara fotográfica o teléfono móvil con cámara
- Decámetro o flexómetro
- Nivel
- Destornillador o cincel ligero
- Binóculos (opcional)

La información de la zona a inspeccionar, los formularios de inspección en físico, los avisos de clasificación, cinta con la inscripción PELIGRO, los nombres y números telefónicos de los coordinadores de evaluación y de las entidades del Sistema Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático, serán proporcionados en el momento de la convocatoria.

2. INSPECCIÓN DE LAS EDIFICACIONES, EVALUACIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL NIVEL DE DAÑO

Se debe llevar a cabo un reconocimiento preliminar de la ciudad durante las primeras horas después de la ocurrencia del sismo. La función principal de este reconocimiento es proveer información rápida sobre la magnitud y extensión de los daños, la identificación de las zonas de mayor afectación, la estimación preliminar del número de edificaciones colapsadas u obviamente inseguras, la extensión de otras condiciones de inseguridad como derrame de sustancias o daños en líneas de energía o en el sistema de distribución de gas, así como problemas de orden público y vandalismo.

El reconocimiento preliminar debe ser realizado aprovechando diferentes fuentes de información y centralizando los datos posteriormente. Se pueden llevar a cabo sobrevuelos, recoger la información suministrada por los bomberos, la policía y otras entidades de rescate de acuerdo con lo que ellos van observando en la medida que se desplazan a responder a las emergencias específicas, tomar datos de los reportes hechos por los medios de comunicación como radio, televisión y redes sociales, llevar un registro de las solicitudes de la comunidad y llamadas telefónicas hechas a las centrales de emergencia.

Las diferentes comisiones que participan en los recorridos de reconocimiento y en la recolección de información deberán realizar una reunión al final de la inspección para consolidar los informes de los daños observados y la extensión de los mismos y generar un mapa completo del área con códigos de colores por manzana de acuerdo a los grados de afectación.

Esta información le permitirá a las autoridades locales, determinar la extensión del daño y de los riesgos presentes, así como definir la necesidad de la declaratoria de emergencia y de solicitud de ayuda externa. El reconocimiento preliminar permitirá planear la inspección de las edificaciones, iniciando por las zonas de mayores intensidades de daño.

2.1 PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN

El procedimiento de inspección debe iniciar con un reconocimiento del área asignada y evaluar la afectación de la zona ya que la presencia general de daños o la existencia sólo de daños en unas edificaciones puntuales son una indicación importante para entender las causas y tipo de daños, así como la severidad de los mismos. Cuando una edificación es seleccionada para realizar la inspección se deben seguir los siguientes pasos:

- Examinar el exterior de la edificación, llenar el formulario con la identificación de la edificación y de la estructura, evaluar la calidad de la construcción, irregularidades y otros aspectos preexistentes. Antes de entrar a la edificación se debe observar el estado general de la misma y los daños en fachadas, balcones, antepechos, etc., se debe analizar también el estado de las edificaciones vecinas y establecer si las salidas de la edificación son seguras.

- Observar el suelo alrededor de la edificación, para determinar la posible presencia de grietas, hundimientos, deslizamientos o cualquier anomalía en el terreno.
- Examinar la seguridad de elementos no estructurales, identificar la caída de cielos rasos, muros, escaleras o elementos que representen peligro para la vida.
- Evaluar el sistema estructural desde el interior. Se debe analizar grado de daño de los diferentes elementos estructurales de acuerdo con el tipo de sistema estructural y establecer el porcentaje de elementos afectados en el piso con mayores daños.
- Clasificar la edificación de acuerdo con los resultados de la evaluación. Llenar los avisos para clasificación de las edificaciones e indicar en ellos si la revisión fue exterior o interior. Colocar los avisos de clasificación en cada una de las entradas y consignar las recomendaciones en el formulario así como en los avisos. Marcar en los mapas el resultado de la evaluación de acuerdo con los códigos de colores y al uso de la edificación.
- Explicar verbalmente el significado de la clasificación a los ocupantes de la edificación y especificando si pueden permanecer en la edificación o deben evacuarla. También se debe restringir el acceso a las áreas designadas como inseguras, colocando algún tipo de barreras, por ejemplo las cintas que lleven la inscripción de PELIGRO.
- Notificar a los supervisores para que se realicen los procedimientos que correspondan por parte de las autoridades pertinentes.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL FORMULARIO ÚNICO DE EVALUACIÓN Y RECOMENDACIONES SOBRE EL DILIGENCIAMIENTO DEL FORMULARIO

El formulario contiene doce secciones principales que incluyen los siguientes aspectos (Ver Figura 1 y Figura 2):

- Identificación catastral.
- Tipo y clasificación de inspección
- Identificación de la edificación.
- Descripción de la estructura.
- Evaluación del estado de la edificación dividida en: estado general de la edificación, daños en elementos arquitectónicos (no estructurales), problemas geotécnicos, daños en elementos estructurales, problemas del entorno, clasificación global del daño y habitabilidad de la edificación y porcentaje de daño de la edificación.
- Recomendaciones y medidas de seguridad.
- Esquema.
- Condiciones pre-existentes.
- Efecto en los ocupantes.
- Ocupación de la edificación y persona para contacto.
- Comentarios.
- Inspectores y fecha de inspección.

Figura 1. Formulario para inspección de edificaciones después de un sismo (página 1)

IDENTIFICACIÓN CATASTRAL				TIPO Y CLASIFICACIÓN DE INSPECCIÓN																																																		
LOCALIDAD		BARRIO		Formulario Número																																																		
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">BARRIO</td> <td colspan="2">MANZANA</td> <td colspan="2">PREDIO</td> <td colspan="2">CONSTRUCCIÓN</td> </tr> <tr> <td colspan="8">CÓDIGO CATASTRAL</td> </tr> </table>												BARRIO		MANZANA		PREDIO		CONSTRUCCIÓN		CÓDIGO CATASTRAL								<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th colspan="3">Inspección de la edificación</th> <th colspan="4">Clasificación de habitabilidad</th> </tr> <tr> <td>Completa</td> <td>Parcial</td> <td>Exterior solamente</td> <td>Habitable (Verde)</td> <td>Uso restringido (Amarillo)</td> <td>No habitable (Naranja)</td> <td colspan="2">Peligro de colapso (Rojo)</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td colspan="2"> </td> </tr> </table>				Inspección de la edificación			Clasificación de habitabilidad				Completa	Parcial	Exterior solamente	Habitable (Verde)	Uso restringido (Amarillo)	No habitable (Naranja)	Peligro de colapso (Rojo)									
BARRIO		MANZANA		PREDIO		CONSTRUCCIÓN																																																
CÓDIGO CATASTRAL																																																						
Inspección de la edificación			Clasificación de habitabilidad																																																			
Completa	Parcial	Exterior solamente	Habitable (Verde)	Uso restringido (Amarillo)	No habitable (Naranja)	Peligro de colapso (Rojo)																																																

IDENTIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN				DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA			
Dirección: Nombre de la Edificación: Uso predominante: 1. Residencial 2. Comercial 3. Educativo De la edificación 4. Salud 5. Hotelero 6. Oficinas De la Planta Baja 7. Industrial 8. Institucional 9. Bodegas 10. Estacionamientos 11. Otros				Sistema Estructural Concreto Reforzado: 11 Pórtico de concreto 12 Muros estructurales 13 Sistemas duales 14 Prefabricados Mampostería: 21 Mampostería confinada 22 Mampostería reforzada 23 Mampostería no reforzada (simple) Acero: 31 Pórticos arriostrados 32 Pórticos no arriostrados 33 Pórticos en celosía Madera: 41 Pórticos y paneles en madera 42 Pórticos en madera y paneles en otros materiales Bahareque o tapia (adobe): 51 Muros en bahareque 52 Muros en tapia o adobe 61 Construida en material precario (sin sistema estructural) 70 Otros			
Número de pisos: Niveles sobre el terreno Sótanos Dimensiones aproximadas de la edificación: Frente (m) Fondo (m)				Tipo de Entrepiso Concreto Reforzado: 11 Placa maciza 12 Placa aligerada 13 Reforcado celular Acero: 21 Lámina colaborante (steel deck) 22 Vigas 23 Cerchas Madera: 31 Vigas 32 Cerchas 50 Otros			
Año de construcción 1. Antes de 1950 2. 1950 a 1985 3. 1986 a 1999 4. 2000 a 2011 5. A partir de 2012							

ESTADO DE LA EDIFICACIÓN		Problemas Geotécnicos																															
Estado General de la Edificación Revisar la edificación en forma global para las condiciones señaladas a continuación y hacer las aclaraciones necesarias en la sección de comentarios: 1. Existe colapso: 1. No 2. Parcial 3. Total 2. Desviación o inclinación de la edificación o de algún entrepiso 1. No 2. Si 3. No se pudo determinar 3. Falla o asentamiento de la cimentación: 1. No 2. Si 3. No se pudo determinar A. Clasificación de la habitabilidad por estado general de la edificación 1. Habitable 2. Uso restringido 3. No habitable 4. Peligro de colapso		4. Falla en talud o movimientos en masa que afecte la edificación 1. No 2. Puntual 3. General 5. Asentamiento, subsidencia o licuación que afecte la edificación 1. No 2. Puntual 3. General 6. Grietas en el terreno circundante 1. No 2. Incipientes 3. Generalizadas B. Clasificación de la habitabilidad por problemas geotécnicos 1. Habitable 2. Uso restringido 3. No habitable 4. Peligro de colapso																															
Daños en Elementos Arquitectónicos (no estructurales) Indique el grado de daño de los elementos arquitectónicos (no estructurales) de acuerdo a la siguiente escala o N/A en caso de que no aplique. 1. Ninguno 2. Leve 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo		Daños en Elementos Estructurales en el piso de mayor afectación Indique el nivel de entrepiso con el mayor daño Indique el porcentaje de los elementos afectados según su grado de daño, la sumatoria para cada elemento debe ser del 100%.																															
7. Muros de fachadas o antepechos 8. Vidrios exteriores 9. Acabados exteriores (incluyendo antenas, letreros o similares) 10. Muros divisorios o particiones 11. Balcones 12. Cielo rasos y luminarias 13. Cubierta 14. Escaleras 15. Instalaciones: Acueducto ☐ Red sanitaria ☐ Energía ☐ Gas ☐ 16. Ductos de ventilación 17. Tanques elevados		<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Ninguno</th> <th>Leve</th> <th>Moderado</th> <th>Fuerte</th> <th>Severo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>18. Columnas o muros portantes</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>19. Vigas</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>20. Nudos o puntos de conexión</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>21. Entrepisos</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>			Ninguno	Leve	Moderado	Fuerte	Severo	18. Columnas o muros portantes						19. Vigas						20. Nudos o puntos de conexión						21. Entrepisos					
	Ninguno	Leve	Moderado	Fuerte	Severo																												
18. Columnas o muros portantes																																	
19. Vigas																																	
20. Nudos o puntos de conexión																																	
21. Entrepisos																																	
C. Clasificación de la habitabilidad por daños en elementos no estructurales 1. Habitable 2. Uso restringido 3. No habitable		D. Clasificación de la habitabilidad por daños en elementos estructurales 1. Habitable 2. Uso restringido 3. No habitable 4. Peligro de colapso																															
¿Existe una clasificación previa? ¿Cuál?		Problemas del entorno 22. Edificio o infraestructura vecina crítica que pueda caer y afectar estabilidad 1. No 2. Si 3. No se pudo determinar 23. Evento adverso inminente que puede afectar la habitabilidad de la edificación 1. No 2. Si E. Clasificación de la habitabilidad por problemas del entorno 1. Habitable 2. Uso restringido 3. No habitable																															
Clasificación global del daño y habitabilidad de la edificación Indique la clasificación de la habitabilidad global según la presente evaluación de acuerdo con el clasificación más crítica definida en las evaluaciones A a E 1. Habitable 2. Uso restringido 3. No habitable 4. Peligro de colapso		Estime el porcentaje del área afectada con relación al área total construida de la edificación %																															

Nota: La presente evaluación y sus recomendaciones están basadas en el reconocimiento de campo de las condiciones físicas de la edificación y su entorno efectuado durante la visita; por tal razón, pueden existir situaciones no previstas y que se escapan de su alcance. Por lo tanto, el responsable de la edificación y sus residentes, deben tener presente que esta evaluación permite establecer una recomendación de habitabilidad al fin de salvaguardar la vida y no exime a los mismos de la responsabilidad de llevar a cabo los estudios y reparaciones que deban ser adelantadas en el predio. Igualmente, el responsable de la edificación debe considerar que las condiciones de estabilidad de la edificación y de su entorno pueden variar y en dicho caso se deberá solicitar una nueva evaluación a las autoridades competentes.

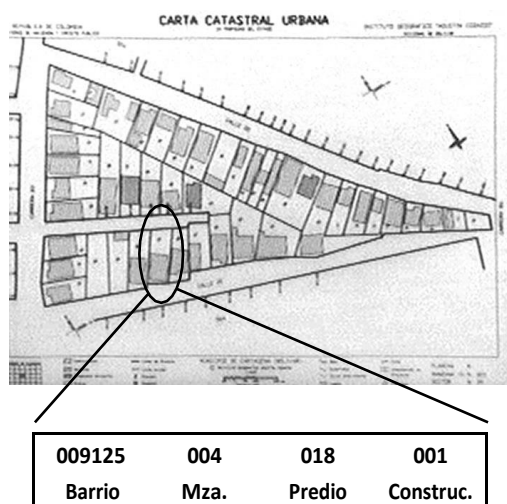
2.3 LOCALIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

2.3.1 Identificación catastral

El evaluador deberá diligenciar los códigos y nombres de la localidad y barrio. Así mismo, en lo posible se deberán diligenciar los campos del código catastral (barrio, manzana, predio y construcción), identificados de acuerdo con la división político administrativa del Distrito Capital y la base de datos de la entidad distrital de Catastro, para relacionar las bases de datos de daños con estos archivos de catastro.

Igualmente, como trabajo de oficina, se debe verificar y complementar la información de localización del predio, a través del uso de las cartas catastrales o base de datos del IGAC y SINU-POT (<http://sinupotp.sdp.gov.co/sinupot>).

Figura 3. Esquema de codificación catastral



2.3.2 Tipo y clasificación de inspección

Formulario número

El número del formulario será diligenciado en el momento de la digitación en la base de datos, eventualmente podrá ser asignado en campo de acuerdo con los procedimientos establecidos para ello.

Inspección de la edificación

En esta sección se debe especificar si la evaluación de los daños se realizó llevando a cabo una inspección completa (exterior e interior), parcial (exterior y algunas partes del interior) o exterior solamente (no se pudo entrar).

Si la edificación no se inspeccionó se debe especificar por qué en los comentarios, de acuerdo con los siguientes criterios: No se permitió, desocupada, colapso, demolida u otro motivo.

Clasificación de la habitabilidad

La habitabilidad de la edificación se debe diligenciar después de realizada toda la evaluación teniendo en cuenta la severidad de los daños al evaluar el estado de la edificación y el riesgo que estos representan para la estabilidad de la estructura y la seguridad de los ocupantes según los criterios descritos en los numerales posteriores.

2.3.3 Identificación de la edificación

Esta área describe la ubicación física, la altura de la edificación, el uso y el área de la edificación.

Dirección

Se debe indicar el número de la carrera o diagonal, calle o transversal o el nombre de la avenida, por ejemplo: Otro: Autopista Sur. En la casilla se debe colocar el resto de la dirección, especificando el número del interior, bloque o torre, cuando se trate de un conjunto residencial.

En aquellos sectores donde exista doble nomenclatura, principalmente porque se han realizado cambios recientemente, debe incluirse la dirección actualizada y en comentarios referenciar que existe otra nomenclatura y especificarla.

Ejemplo:

Dirección:	Calle 76 25 59 Apto 203.
Edificio Las Colinas	

Nombre de la edificación

En caso de ser una edificación con reglamento de propiedad horizontal se debe indicar el nombre de este o de la institución u organización a que pertenece. Por ejemplo: Edificio Colpatria, edificio de la Cruz Roja, etc.

Uso de la edificación y de la planta baja

En las casillas del lado derecho se debe colocar el código del uso tanto de la edificación como de la planta baja. El código de uso debe ser asignado de acuerdo con la siguiente tabla.

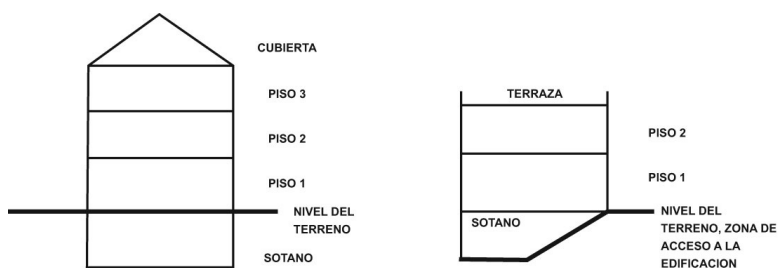
Número de pisos

Se debe indicar por separado el número de sótanos y de pisos con los que cuenta la edificación. Los pisos se definen como los niveles sobre el terreno, por lo tanto será igual al número de placas aéreas más el nivel del primer piso (sobre el terreno), sin contar la cubierta y la terraza y deberá evaluarse desde la entrada principal de la edificación, en caso de que la edificación esté localizada en un terreno de ladera.

Tabla 1. Usos de una edificación

CÓDIGO DE USO	USO
1.	Residencial
2.	Comercial
3.	Educacional
4.	Salud
5.	Hotelero
6.	Oficinas
7.	Industrial
8.	Institucional
9.	Bodegas
10.	Parqueaderos
11.	Otros

Figura 4. Esquema de evaluación número de pisos



Dimensiones aproximadas de la edificación

Se deben especificar las medidas (en metros) aproximadas de la edificación, para lo cual se diligencian las casillas frente y fondo. Con estas medidas se puede calcular el área de la base de la edificación para posteriormente determinar el área total del mismo teniendo en cuenta el número de pisos.

2.3.4 Descripción de la estructura

Este ítem aporta información referente al tipo de estructura ya que dependiendo de ésta, van a variar las propiedades dinámicas, las características de resistencia, rigidez y capacidad de disipación de energía ante un sismo.

Sistema estructural

Para poder analizar la estabilidad de la edificación y además tener un registro de la vulnerabilidad de las diferentes tecnologías constructivas es importante hacer una buena clasificación de las mismas. En el recuadro se debe indicar el código del sistema estructural predominante en la edificación, en caso de que existan varios

sistemas estructurales, se debe seleccionar el de mayor relevancia y en la sección de comentarios hacer alusión a la combinación de sistemas y al sector o piso donde existe el cambio.

Concreto reforzado.

Los elementos estructurales son de concreto u hormigón con refuerzo longitudinal y transversal en acero. Se han clasificado las edificaciones de concreto en cuatro categorías dependiendo de los sistemas estructurales: 11 Pórticos de concreto 12 Muros Estructurales 13 Dual o combinado 14 Prefabricados.

Pórticos de concreto: Se define así el conjunto estructural conformado por vigas y columnas unidas en forma rígida y reticular.

Muros estructurales: Se define así el conjunto estructural en que los elementos verticales son muros diseñados para resistir cargas verticales y horizontales o por sismo.

Sistemas duales o combinados: Son estructuras que tienen pórticos combinados con muros estructurales o pórticos arriostrados mediante diagonales, que restringen su deformación lateral en caso de cargas laterales.

Prefabricados: Es una estructura conformada por elementos individuales o paneles previamente contruidos y llevados al sitio, que se conectan conformando entramados o sistemas tridimensionales.

Fotografía 1. Edificación construida en concreto reforzado con muros estructurales



Mampostería.

Los elementos estructurales verticales son muros o paredes construidas con bloques o ladrillos de arcilla o concreto unidos con mortero. Las edificaciones de mampostería se han clasificado en tres categorías dependiendo de los sistemas estructurales: 21 Mampostería Confinada, 22 Mampostería Reforzada y 23 Mampostería No Reforzada (simple).

Mampostería confinada: Construcción de muros de mampostería de ladrillo o cemento con elementos perimetrales de concreto reforzado de pocas dimensiones (viguetas y columnetas), contruidos alrededor de las paredes conformando anillos que confinan las piezas de mampostería.

Mampostería Reforzada: Construcción de muros de mampostería con piezas de perforación vertical que se refuerzan horizontalmente en los sitios de pega e internamente con barras de acero en concreto. Dentro de esta clasificación se incluyen dos tipos de edificaciones definidas en las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente, las clasificadas como mampostería parcialmente reforzada y mampostería reforzada.

Mampostería No Reforzada (simple): Es una construcción de mampostería usualmente de bloques o piezas de ladrillo o cemento que no tiene ningún tipo de refuerzo ni confinamiento mediante elementos estructurales.

Fotografía 2. Edificación construida en mampostería confinada



Acero.

Los elementos estructurales son componentes de acero o de aluminio, soldados, atornillados o remachados. Se clasifican en tres categorías: 31 Pórticos Arriostrados, 32 Pórticos no Arriostrados y 33 Pórticos en celosía.

Pórticos Arriostrados: Es un conjunto estructural constituido por vigas y columnas de alma llena cuya estabilidad lateral se proporciona por medio de riostras diagonales o muros.

Pórticos no arriostrados: Son aquellos cuya estabilidad lateral depende de la rigidez a flexión de las vigas y columnas conectadas rígidamente.

Pórticos en celosía: El sistema de resistencia sísmico está formado por columnas ó cerchas en celosía.

Fotografía 3. Sistemas estructurales en acero



Pórticos arriostrados



Pórticos no arriostrados



Pórticos en Celosía

Madera.

Los elementos estructurales resistentes son en su totalidad o en su mayoría de madera. Por lo anterior, se han clasificado en dos categorías: 41 Pórticos y paneles en madera y 42 pórticos en madera y paneles en otros materiales.

Pórticos y paneles en madera: Es un conjunto estructural constituido por vigas, columnas y elementos de relleno en madera.

Pórticos en madera y paneles en otros materiales: Son aquellos construidos con vigas y columnas en madera y elementos de relleno o paneles en cualquier tipo de material (mampostería de arcilla, cartón-yeso, etc.).

Fotografía 4. Edificaciones construidas en madera

**Tapia (adobe) y bahareque.**

Las tapias son muros o paredes de tierra apisonada o bloques de tierra sin cocer (adobes), que en ocasiones se mezclan con fibras vegetales u otros materiales como ladrillos de arcilla o piedras.

El bahareque corresponde a edificios cuyas paredes son usualmente paneles de madera (o guadua), con o sin relleno de tierra y con recubrimientos diversos: pañete de cagajón y tierra, pañete de mortero de cemento, tablas o láminas metálicas. Se encuentran, también, muros de bahareque sin relleno (bahareque hueco) con recubrimiento de esterilla de guadua, en la tipología denominada “bahareque rústico” o “bahareque de invasión”.

Fotografía 5. Edificación construida en tapia o adobe

**Estructuras Mixtas.**

Son aquellas edificaciones cuyo sistema estructural está conformado por una combinación de materiales, para las que no es posible definir cuál es el que predomina. Las estructuras en las cuales exista combinación de materiales, pero sea fácil definir uno como predominante deben ser clasificadas en cualquiera de las categorías anteriores.

Construida en material precario (sin sistema estructural).

Edificaciones que han sido construidas con materiales no aptos tales como materiales de recuperación, láminas, cartón, desechos o similares o combinación de estas.

Fotografía 6. Edificación construida en material precario



Tipo de entrepiso

Debido a su peso y desempeño como diafragma rígido o flexible, el entrepiso puede tener influencia en el comportamiento sísmico de la edificación, por lo tanto se deberá siempre especificar el tipo de entrepiso predominante en caso de existir diferentes tipologías. Se han establecido diversas categorías de acuerdo con el material y el tipo de estructura y, en el caso de los entrepisos en concreto, se han clasificado independientemente de si fueron fundidas en el sitio o prefabricadas.

Concreto:	11 Placa maciza	12 Placa aligerada	13 Reticular celularo
Acero:	21 Lámina colaborante (Steel Deck)	22 Vigas	23 Cerchas
Madera:	31 Vigas	32 Cerchas	
	40 Mixta		
	50 Otros		

Período de construcción

Aunque es difícil determinar con exactitud la edad de una construcción, es importante tratar de averiguar con los ocupantes o personas vecinas la fecha aproximada, con el fin de poder analizar posteriormente el comportamiento de las edificaciones según los criterios bajo los cuales fueron diseñados o la tecnología utilizada para su construcción. En esta clasificación se consideran aquellas edificaciones construidas hasta los años 1960, desde 1960 hasta 1985, un año después de entrar en vigencia el Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes de 1984 a nivel nacional; entre 1986 y 1999, un año después de que empezará a regir la Ley 400 de 1997, Norma NSR 98; entre 2000 y 2011, un año después de entrar en vigencia el Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes de 2010, NSR 10, y, posterior al año 2012.

Si es posible identificar que la edificación fue construida después de la vigencia del Decreto 523 de 2010 que estableció la Microzonificación sísmica para Bogotá, se debe clasificar como construida después de 2012 y hacer la mención en la sección de comentarios sobre el año específico de construcción y la posibilidad de que haya sido diseñada y construida bajo los criterios del Decreto en mención.

2.4 EVALUACIÓN DEL ESTADO GENERAL DE LA EDIFICACIÓN

La capacidad de una estructura de soportar daños significativos permaneciendo estable se puede atribuir por lo general a su resistencia, ductilidad y redundancia. El daño severo o colapso de muchas estructuras durante terremotos importantes es, por lo general, consecuencia directa de la falla de un solo elemento o serie de elementos con ductilidad o resistencia insuficiente.

La revisión del estado general de una edificación es el mejor indicador del daño en el sistema estructural. Edificios con colapso total o parcial, notablemente inclinados, con entrepisos completamente desplomados, o con fallas en la cimentación son un indicador de daño estructural que afecta la estabilidad de toda la edificación en su conjunto. Por lo tanto, se debe señalar su condición y ser clasificados como inseguros. No es necesario describir los daños arquitectónicos o estructurales cuando existe colapso total y se recomienda no ingresar a las edificaciones sino existen condiciones adecuadas de seguridad.

Fotografía 7. Colapso total y parcial de edificaciones



Fotografía 8. Inclinación de la edificación o de un entrepiso



Fotografía 9. Fallas en el suelo de cimentación



2.4.1 Clasificación global del daño y de la habitabilidad por el estado general de la edificación

Edificios con colapso total o parcial, notablemente inclinados, con entrepisos completamente desplomados o con fallas en la cimentación que afectan la estabilidad de toda la edificación en su conjunto, deben ser clasificados como inseguros. En la tabla siguiente se pueden observar las características que definen la calificación global del daño y la posibilidad de uso a partir del análisis del estado general; la verificación de estas condiciones debe ser evaluada en primer lugar y si como consecuencia se encuentra que la edificación se clasifica como “No habitable” o en “Peligro de colapso”, debe procederse a colocar el correspondiente aviso de habitabilidad, consignar la información en el formulario de inspección y continuar con su diligenciamiento en la sección de recomendaciones y medidas de seguridad.

Tabla 2. Criterios de habitabilidad según el Estado General de la Edificación

Preguntas del formulario	HABITABLE	USO RESTRINGIDO	NO HABITABLE	PELIGRO DE COLAPSO
1. Colapso (1. No 2. Parcial 3. Total)	1	1	2	2 ó 3
2. Desviación o inclinación de la edificación o de algún entrepiso (1. No 2. Si 3. No se pudo determinar)	1	1	2 ó 3	2

3. Falla o asentamiento de la cimentación (1. No 2. Si 3. No se pudo determinar)	1	1	2 ó 3	2
Comentarios	No existe colapso, inclinación de la edificación o fallas en su cimentación	Inclinación o colapso puntual de algunos elementos que no representan peligro para la estabilidad de la edificación	Edificios con colapso parcial inferior al 50% del área, donde la parte colapsada no está sobrecargando la estructura. Existen dudas sobre posibles fallas de la cimentación	Edificios que han alcanzado estados últimos, con colapso total o parcial superior al 50% del área, notablemente inclinados

Dependiendo del análisis realizado, con base en los resultados de la evaluación conforme lo estipulado en la tabla anterior, se definirá, única y exclusivamente para el criterio del estado general de la edificación, la clasificación de la habitabilidad, considerando el resultado **más crítico** de las preguntas formuladas. Esta clasificación de la habitabilidad corresponderá solo al ítem “A” asociado al estado general de la edificación.

2.5 EVALUACIÓN DE PROBLEMAS GEOTÉCNICOS

Dentro de este grupo se encuentran dos variables que son: fallas en taludes y desprendimientos de rocas y asentamientos o licuación de suelos. Este grupo de variables, afecta la condición global de la edificación, por lo tanto aunque no se califica la severidad del fenómeno si es importante tener en cuenta la extensión y grado de compromiso en la estabilidad de la edificación a la hora de evaluar la seguridad.

2.5.1 Fallas en taludes o movimientos en masa

Los sismos pueden convertirse en agentes disparadores de deslizamientos o desprendimientos de rocas. Es posible que en algunos casos la cercanía a un deslizamiento afecte la seguridad de la edificación o que debido a la proximidad de éste la estructura pueda ver comprometida su estabilidad, como se muestra en las siguientes fotografías. El agrietamiento del suelo en una ladera puede ser un indicio de que un deslizamiento está próximo a ocurrir y puede comprometer la seguridad de la edificación.

2.5.2 Asentamientos, subsidencia o licuación

En algunos suelos arenosos saturados y poco consolidados, el sismo puede causar el fenómeno de la licuación. Cuando este fenómeno se presenta el suelo pierde su capacidad de soporte y se pueden presentar asentamientos en las edificaciones.

Estos efectos pueden producir daños graves a la edificación. Aunque los asentamientos no ocurren solamente como consecuencia del fenómeno de la licuación, esta es una de las causas más comunes.

Fotografía 10. Deslizamientos



- a. Deslizamiento pone en riesgo la estabilidad de una edificación
- b. Movimiento severo que afecta gran número de edificaciones

La subsidencia es un desplazamiento hacia abajo que se presenta en el terreno que soporta una construcción. Entre las causas principales que conllevan a este fenómeno se encuentran: tuberías de desagües perforados, ya que los escapes de agua pueden erosionar los cimientos; las obras subterráneas tales como, las minas fuera de uso y el apisonamiento de terraplenes; la vegetación, ya que los árboles robustos absorben el agua del suelo durante los períodos secos; etc.

En las siguientes fotografías se observa como la licuación y los asentamientos ponen en peligro la estabilidad y funcionalidad de la edificación.

Fotografía 11. Asentamiento y licuación del suelo



- a. Asentamiento excesivo de edificio
- b. Daños por licuación del suelo

2.5.3 Clasificación global del daño y de la habitabilidad por problemas geotécnicos

Edificaciones localizadas en una zona con problemas geotécnicos severos que afectan la estabilidad de toda la edificación en su conjunto, deben ser clasificados como inseguros. En la tabla siguiente se pueden observar las características que definen la calificación global del daño y la posibilidad de uso a partir del análisis de

los problemas geotécnicos; la verificación de estas condiciones debe ser evaluada en primer lugar y si como consecuencia se encuentra que la edificación se clasifica como “No habitable” o en “Peligro de colapso”, debe procederse a colocar el correspondiente aviso de habitabilidad, consignar la información en el formulario de inspección y continuar con su diligenciamiento en la sección de recomendaciones y medidas de seguridad.

Tabla 3. Criterios de habitabilidad según problemas geotécnicos

Preguntas del formulario	HABITABLE	USO RESTRINGIDO	NO HABITABLE	PELIGRO DE COLAPSO
4. Falla en talud o movimientos en masa que afecte la edificación (1. No 2. Puntual 3. General)	1	1	2	3
5. Asentamiento, subsidencia o licuación que afecte la edificación (1. No 2. Puntual 3. General)	1	1	2	3
6. Grietas en el terreno circundante (1. No 2. Incipientes 3. Generalizadas)	1	1 ó 2	2 ó 3	3
Comentarios	Fuera de la zona de influencia del fenómeno geotécnico y no existe ninguna posibilidad de reactivación	La edificación no se encuentra localizada en el área directa de influencia del fenómeno	El fenómeno es puntual pero sugiere una disminución significativa de la capacidad del suelo a resistir cargas. La edificación se encuentra dentro del área de influencia o de reactivación del fenómeno	La edificación se encuentra localizada sobre, o muy cerca, al área de influencia del fenómeno y el potencial de reactivación es inminente o muy probable

Dependiendo del análisis realizado, con base en los resultados de la evaluación conforme lo estipulado en la tabla anterior, se definirá, única y exclusivamente para el criterio de problemas geotécnicos, la clasificación de la habitabilidad, considerando el resultado **más crítico** de las preguntas formuladas. Esta clasificación de la habitabilidad corresponderá solo al ítem “B” asociado a problemas geotécnicos.

2.6 EVALUACIÓN DE LOS DAÑOS EN ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS (no estructurales)

Generalmente, los daños no estructurales se deben a la unión inadecuada entre los muros de relleno o divisorios, las instalaciones y la estructura, o a la falta de rigidez de la misma, lo que se traduce en excesivas deformaciones que no pueden ser absorbidas por este tipo de componentes. Los daños no estructurales más comunes son el agrietamiento de elementos divisorios de mampostería, el aplastamiento de las uniones entre estructuras y los elementos no estructurales, el desprendimiento de acabados y la rotura de vidrios y de instalaciones de diferente tipo. La falla o desprendimiento de elementos no estructurales puede representar un riesgo para la vida pero no genera normalmente el colapso de las edificaciones.

Para evaluar este tipo de daños se han considerado en este proceso aquellos elementos que aunque no ponen en peligro la estabilidad de la edificación si representan un riesgo para la vida y seguridad de los ocupantes. A cada una de las variables se le asigna una calificación dentro cinco niveles de daño posibles que se describen para cada tipo de elementos a continuación.

La calificación se asignará dependiendo de lo que el evaluador observe que predomina en la edificación, pues siempre será posible encontrar elementos con diferentes niveles de daño en diferentes pisos.

2.6.1 Muros de fachada o antepechos

Los daños en los elementos de fachada pueden variar dependiendo de los materiales y la forma como están anclados a la estructura, por lo tanto la decisión sobre los niveles de daño y lo que esto significa con relación a la seguridad para los transeúntes o los ocupantes de la edificación requiere de mucho criterio por parte del evaluador. Para esto se debe tener en cuenta que muchos de los elementos que no se cayeron durante el sismo principal pueden hacerlo en el caso de una réplica o como resultado de la desestabilización por su propio peso.

En el caso de edificaciones de mampostería estructural las fachadas hacen parte del sistema estructural y por lo tanto se deberán evaluar como elementos estructurales

Niveles de daño:

Ninguno / muy leve: Grietas pequeñas difícilmente visibles con ancho menor a 0.2 mm sobre la superficie del muro.

Leve: Agrietamiento perceptible a simple vista, con anchos entre 0.2 mm y 1.0 mm sobre la superficie del muro.

Moderado: Agrietamiento diagonal incipiente. Grietas considerablemente grandes con anchos entre 1.0 mm y 3.0 mm en la superficie del muro.

Fuerte: Se observa separación, desprendimiento y en algunos casos caída de algunas partes del acabado. Agrietamiento diagonal severo, con anchos de grietas mayores a 3.0 mm y dislocación de piezas de mampostería.

Severo: Desprendimiento y caída de gran parte de los acabados exteriores de muros. Desprendimiento de gran parte de los elementos metálicos de unión. Desprendimiento de piezas y/o aplastamiento local de la mampostería. Desplome o inclinación apreciable del muro.

En las siguientes fotografías, se presentan ejemplos de daños en muros de fachada y de daños en antepechos.

Fotografía 12. Daños en muros de fachada



a. Daño leve



b. Daño moderado



c. Daño fuerte



d. Daño severo

Fotografía 13. Daños en antepechos (o parapetos)



a. Daño severo



b. Daño severo

2.6.2 Vidrios exteriores

Se deben observar posibles ruptura de vidrios o cristales, deformación de marcos de ventanas o daños similares relacionados con ventanera exterior.

Niveles de daño:

Ninguno: No hay daño aparente.

Leve: No existe daño significativo y no hay riesgo aparente para las personas.

Moderado: Se observan daños pero no existe aparentemente peligro de

inestabilidad. Caída o falla de un área notable de ventanería (hasta un 30%).

Fuerte: Caída o falla de un área generalizada de ventanería (entre un 30% y un 60%).

Severo: Pérdida del anclaje o apoyo de la ventanera. Caída o falla de un área considerablemente extensa de ventanería (mayor a 60%).

Fotografía 14. Evidencia de daño moderado en vidrios exteriores



2.6.3 Acabados exteriores (incluyendo antenas, letreros o similares)

Los daños en acabados exteriores se refieren a daños presentados en cornisas, dinteles exteriores, fachadas verdes o cualquier otro tipo de elemento adherido a la fachada de la edificación.

Niveles de daño:

Ninguno: No hay daño aparente.

Leve: Daños menores reflejados en fisuras pequeñas (ancho menor a 1.0 mm) que no afectan la seguridad y uso. Deformación casi imperceptible del elemento.

Moderado: Agrietamiento (grietas con anchos superiores a 1.0 mm) o deformación perceptible de los elementos o de sus apoyos pero sin riesgo de inestabilidad.

Fuerte: Agrietamiento severo, con anchos de grietas mayores a 3.0 mm. Daños en los apoyos, deformación excesiva, puede considerarse riesgo de inestabilidad.

Severo: Colapso total o parcial de los elementos, inclinación o deformación excesiva con respecto a la posición original. Riesgo inminente para los transeúntes.

Fotografía 15. Evidencia de daños severos en acabados exteriores



2.6.4 Muros divisorios o particiones

En los muros divisorios de mampostería, el cortante produce grietas diagonales usualmente en forma de equis. La tendencia de vuelco de los mismos y la flexión pueden producir grietas verticales en sus esquinas y en su zona central. Este tipo de efectos se producen durante casi todos los terremotos, particularmente cuando se trata de sistemas estructurales flexibles que contienen tabiques o muros que llenan parcial o totalmente con mampostería rígida de ladrillo el entramado de columnas y vigas. En las siguientes fotos se presentan ejemplos de daño en muros divisorios.

Es importante tener en cuenta que en el caso de edificaciones de mampostería estructural algunos de los muros divisorios hacen parte del sistema estructural y por lo tanto deberán ser evaluados como tales en la sección de elementos estructurales.

Niveles de daño:

Ninguno / muy Leve: Grietas pequeñas difícilmente visibles con ancho menor a 0.2 mm sobre la superficie del muro.

Leve: Agrietamiento perceptible a simple vista, con anchos entre 0.2 mm y 1.0 mm sobre la superficie del muro.

Moderado: Agrietamiento diagonal incipiente. Grietas considerablemente grandes con anchos entre 1.0 mm y 3.0 mm en la superficie del muro.

Fuerte: Agrietamiento diagonal severo, con anchos de grietas mayores a 3.0 mm y dislocación de piezas de mampostería.

Severo: Desprendimiento de partes de piezas, aplastamiento local de la mampostería. Desplome o inclinación apreciable del muro.

Fotografía 16. Niveles de daño en muros divisorios



a. Daño moderado

b. Daño severo

2.6.5 Balcones

Se debe observar posible agrietamiento, inclinación o desprendimiento de material.

Niveles de daño:

Ninguno: Sin defectos visibles.

Leve: Daños menores reflejados en grietas pequeñas (ancho menor a 1.0 mm) que no afectan la seguridad y uso. Deformación casi imperceptible del balcón.

Moderado: Agrietamiento (grietas con anchos superiores a 1.0 mm) o deformación perceptible de los elementos que componen el balcón o de sus apoyos pero sin riesgo de inestabilidad.

Fuerte: Agrietamiento severo, con anchos de grietas mayores a 3.0 mm. Daños en los apoyos, deformación excesiva.

Severo: Barras de refuerzo pandeadas, colapso parcial, inclinación o deformación excesiva con respecto a la posición original. Representa un riesgo para los transeúntes o para el ingreso.

Fotografía 17. Evidencia de daño moderado en balcón del segundo piso



2.6.6 Cielos rasos y luminarias

Niveles de daño:

Ninguno / muy leve: No hay daño aparente.

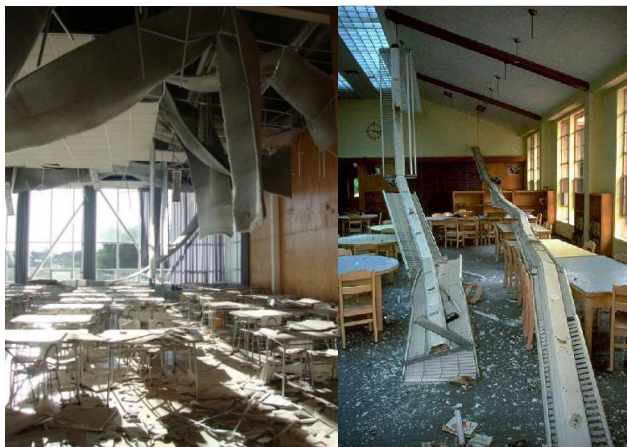
Leve: No existe daño significativo y no hay riesgo aparente para las personas.

Moderado: Se observan daños pero no existe aparentemente peligro de inestabilidad.

Fuerte: Agrietamiento moderado o colapso parcial.

Severo: Pérdida del anclaje o apoyo del cielo raso y de las luminarias o lámparas.

Fotografía 18. Daños severos en cielos rasos



2.6.7 Cubierta

Se considera como objeto de esta inspección el conjunto de la estructura del techo y los materiales de acabados en cubierta (tejas, láminas de asbesto cemento o zinc, etc.). Se deberá observar con especial atención los daños o problemas que existan en los apoyos de las correas o cerchas y en las culatas o cuchillas que sirven de soporte a la cubierta, ya que las fallas en estos elementos pueden representar un gran peligro por la posible posterior caída de sectores de la cubierta. En las siguientes fotografías se da un ejemplo de daño nivel moderado y severo en cubiertas.

Niveles de daño:

Fotografía 19. Daños en el sistema de cubierta



a. Daño de nivel severo

Ninguno / muy leve: Caída de muy pocas tejas o láminas por deslizamiento de las mismas. No se observa desnivel en el techo.

Leve: Caída y falla de varias tejas o láminas que sufren deslizamiento (entre el 15% y el 30%). No se observa desnivel en el techo o ninguna otra afectación en la estructura de cubierta.

Moderado: Deslizamiento, caída y falla de un número notable de tejas (entre el 30% y el 45%), sin presentar desnivel en el techo, daños leves en la estructura de cubierta.

Fuerte: Deslizamiento, caída generalizada de tejas (entre el 45% y el 60%), problemas en los apoyos de correas o cerchas generando desnivel menores en la estructura del techo.

Severo: Daño severo o falla total de la estructura de techo (correas, cerchas, vigas, etc.); deslizamiento, caída y falla de prácticamente todos los acabados exteriores y tejas de cubierta.



b. Daño de nivel moderado

2.6.8 Escaleras

Niveles de daño:

Ninguno/ muy leve: Grietas pequeñas difícilmente visibles con ancho menor a 0.2 mm sobre la superficie de los peldaños.

Leve: Daños menores reflejados en grietas pequeñas (ancho menor a 1.0 mm) que no afectan la seguridad y uso.

Moderado: Daños como agrietamiento del concreto o material de la escalera o de sus apoyos (grietas con anchos superiores a 1.0 mm), pero sin riesgo de inestabilidad ni caída de elementos.

Fuerte: Agrietamiento severo, con anchos de grietas mayores a 3.0 mm, escombros en los accesos e indicios de daños en los apoyos.

Severo: Daño significativo en los apoyos o desgarramiento de la escalera en sus apoyos, barras de refuerzo pandeadas, colapso parcial, asentamiento o inclinación con respecto a los pisos que vincula. Insegura para el ingreso.

Fotografía 20. Daño severo en escaleras



2.6.9 Instalaciones (acueducto, alcantarillado, energía y gas)

Se deben señalar en qué tipo de instalaciones (acueducto, alcantarillado, energía y gas) se presentaron daños y especificar en nivel de daño predominante. En la sección de comentarios se puede aclarar la diferenciación en niveles de daño para cada servicio, en caso de que existan diferencias muy notables en la afectación.

Fotografía 21. Daños severos en instalaciones



Niveles de Daño:

Ninguno / muy leve: Sin defectos visibles.

Leve: Deformación casi imperceptible del componente.

Moderado: Deformación perceptible a simple vista del componente.

Fuerte: Deformación excesiva y dislocación incipiente del componente.

Severo: Rompimiento y dislocación severa del componente.

2.6.10 Ductos de ventilación

Niveles de daño:

Ninguno: Sin defectos visibles.

Leve: Deformación casi imperceptible del componente.

Moderado: Deformación perceptible a simple vista del componente.

Fuerte: Deformación excesiva y dislocación incipiente del componente.

Severo: Rompimiento y dislocación severa del componente.

2.6.11 Tanques elevados

Es necesario evaluar el estado de los soportes, así como su posible movimiento con respecto a la posición original.

Niveles de daño:

Ninguno / muy leve: Sin defectos visibles.

Leve: Daños menores reflejados en grietas pequeñas (ancho menor a 1.0 mm) que no afectan la seguridad y uso. Deformación casi imperceptible del tanque.

Moderado: Daños como agrietamiento del concreto o de sus apoyos (grietas con anchos superiores a 1.0 mm), pero sin riesgo de inestabilidad.

Fuerte: Agrietamiento severo, con anchos de grietas mayores a 3.0 mm. Daños en los apoyos, deformación excesiva.

Severo: Barras de refuerzo pandeadas, colapso parcial, asentamiento o inclinación con respecto a la posición original. Representa un riesgo para los transeúntes o para el ingreso.

Fotografía 22. Daño severo en tanque



2.6.12 Clasificación global del daño y de la habitabilidad por daños en elementos no estructurales

En general el daño severo en elementos arquitectónicos (no estructurales) no implica clasificar a la estructura como no habitable, si estos se encuentran concentrados en un área pequeña es probable que con restringir el acceso a las áreas inseguras sea suficiente o condicionar la ocupación al retiro y reparación de los elementos que ofrezcan peligro de caer y, por lo tanto, se puede marcar la edificación como de uso restringido, mientras que si los daños son leves y muy puntuales y no ofrecen peligro para la integridad de las personas, la edificación se puede clasificar como habitable.

Lo anterior no aplica si los daños severos en los elementos arquitectónicos son generalizados y se encuentran dispersos por toda la edificación, en cuyo caso normalmente está asociado con problemas estructurales importantes y puede llegar

a declararse como no habitable. A continuación, en la siguiente tabla, se presentan los criterios para el uso de esta edificación asociado a este tipo de daños, dependiendo del porcentaje de área afectada.

Tabla 4. Criterios de habitabilidad según el daño arquitectónico (no estructural)

Nivel de daño	HABITABLE	USO RESTRINGIDO	NO HABITABLE
1. Ninguno	$\leq 100\%$	-	-
2. Leve	$\leq 100\%$	-	-
3. Moderado	$\leq 30\%$	30 – 100%	-
4. Fuerte	-	$\leq 60\%$	$\geq 60\%$
5. Severo	-	$\leq 60\%$	$\geq 60\%$
Comentarios	Los daños son leves y muy puntuales y no ofrecen peligro para la integridad de las personas.	Peligro puntual de falla o caída de objetos, en zonas diferentes a los accesos y escaleras. Se pueden remover fácilmente.	Daños generalizados.

Para cada uno de los niveles de daño planteados en la tabla anterior, se estima el porcentaje de área afectada de la edificación respecto al área total de la misma. Dependiendo del análisis realizado, con base en los resultados de la evaluación, se definirá, única y exclusivamente para el criterio de daño en elementos arquitectónicos (no estructurales) de la edificación, la clasificación de la habitabilidad, considerando **el porcentaje de área afectada asociado al daño más crítico**. Esta clasificación de la habitabilidad corresponderá solo al ítem “C” asociado al daño en elementos no estructurales de la edificación.

2.7 EVALUACIÓN DE LOS DAÑOS EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Los elementos estructurales que se evalúan dependen del sistema estructural con que cuente la edificación, ver Tabla 5. Para cada uno de los elementos y en cada nivel de daño se asigna un porcentaje (equivalente a la cantidad o extensión) del daño dependiendo de lo observado por el evaluador. A partir de la información del daño (nivel y porcentaje) que se presenta en cada tipo de elemento y la de los demás elementos estructurales involucrados se obtiene la noción de la gravedad del daño en el piso o la planta de mayores daños.

En muchos casos la estructura está oculta por los elementos o acabados arquitectónicos, y no es posible establecer claramente los daños, por lo tanto si existe alguna inquietud sobre la afectación de los mismos en los comentarios se debe sugerir la necesidad de recomendar al propietario una inspección más detallada contratada con un ingeniero particular, que incluya la remoción de algunos de los elementos arquitectónicos.

Tabla 5. Variables Estructurales a evaluar según el sistema

Sistema Estructural	Elementos Estructurales
Pórtico en concreto reforzado	Vigas, Columnas, Nudos y Entrepisos
Pórtico con muros estructurales en Concreto Reforzado	Vigas, columnas, Nudos, Muros y Entrepisos.
Estructuras Metálicas	Vigas, Columnas, Conexiones y Entrepisos.
Estructuras en Madera	Vigas, Columnas, Conexiones y Entrepisos.
Mampostería	Muros portantes (con columnetas y vigas de confinamiento en el caso ser confinada) y Entrepiso.
Tapia, adobe y bahareque	Muros portantes y Entrepiso

Para edificios de dos o más pisos se debe evaluar en un solo formulario toda la edificación. Es importante reiterar que la inspección de los elementos estructurales se realizará en el piso de mayor daño indicando en qué piso se presenta esa situación.

El porcentaje de daños se determina como la proporción entre el número, área o longitud de elementos afectados y el número, área o longitud total de elementos de ese tipo en el piso. Generalmente, el sistema estructural se encuentra oculto por elementos divisorios, de recubrimiento o elementos arquitectónicos. Debe examinarse cada piso así como sótanos, escaleras, cuartos de máquinas y otras áreas, que por estar generalmente expuestas permiten observar claramente el sistema estructural.

2.7.1 Vigas, columnas y muros estructurales en concreto reforzado

Cuando ocurren sismos muy fuertes es común que se produzcan daños estructurales en columnas, tales como grietas diagonales, causadas por cortante o torsión, o grietas verticales, desprendimiento del recubrimiento, aplastamiento del concreto y

pandeo de las barras longitudinales por exceso de esfuerzos de flexocompresión. En vigas se producen grietas diagonales y rotura de estribos por cortante o torsión y grietas verticales, rotura del refuerzo longitudinal y aplastamiento del concreto por la flexión por cargas alternadas. Las conexiones entre elementos estructurales son, por lo general, los puntos más críticos. También se pueden presentar fallas por pandeo del refuerzo longitudinal o falla por adherencia.

En columnas es común que se produzcan grietas diagonales, causadas por cortante o torsión, o grietas verticales, desprendimiento del recubrimiento, aplastamiento del concreto y pandeo de las barras longitudinales por exceso de esfuerzos de flexocompresión.

Otro tipo de falla que se presenta en columnas y también en vigas es la debida al deslizamiento del refuerzo, la cual se conoce como falla por adherencia y se caracteriza porque la resistencia se alcanza cuando se presentan extensos agrietamiento longitudinales al nivel del acero a tensión.

En las uniones viga-columna (nudos) el cortante produce grietas diagonales y es común ver fallas por adherencia y anclaje del refuerzo longitudinal de las vigas a causa del poco desarrollo del mismo o a consecuencia de esfuerzos excesivos de flexión.

En las losas se pueden producir grietas por punzonamiento alrededor de las columnas y grietas longitudinales a lo largo de la losa de piso debido a la excesiva demanda de flexión que puede imponer el sismo.

Niveles de Daño:

Ninguno / muy leve: Algunas fisuras de ancho menor a 0.2 mm, casi imperceptibles sobre la superficie del concreto.

Leve: Fisuración perceptible a simple vista, con anchos entre 0.2 mm y 1.0 mm sobre la superficie del concreto.

Moderado: Grietas con anchos entre 1.0 mm y 2.0 mm en la superficie del concreto, pérdida incipiente del recubrimiento.

Fuerte: Agrietamiento notable del concreto, pérdida del recubrimiento y exposición de las barras de refuerzo longitudinal.

Severo: Degradación y aplastamiento del concreto, agrietamiento del núcleo y pandeo de las barras de refuerzo longitudinal. Deformaciones e inclinaciones excesivas.

En las siguientes fotografías a, b, c, d y e se presentan ejemplos de daños de niveles leve, fuerte y severo en vigas, columnas y nudos de elementos de concreto reforzado.

Fotografía 23. Niveles de daño en elementos de concreto reforzado



a. Daño leve en columna



b. Daño leve en viga



c. Daño severo en nudo



d. Daño fuerte en columna



e. Daño severo en viga

2.7.2 Mampostería

La evaluación de los daños en las edificaciones de mampostería depende del tipo mampostería utilizada así como del sistema de refuerzo, por ejemplo confinada, con refuerzo interior o no reforzada.

De manera general y para fines de realizar la evaluación de daños y de seguridad estructural de las edificaciones de mampostería, se puede considerar que en estas estructuras ocurren los siguientes tres tipos de fallas: por carga axial, por flexión o por cortante. Es importante conocer bajo qué características se presenta cada uno de estos tipos de falla para poder realizar una evaluación a conciencia.

Antes de agrietarse, la mampostería experimenta deformaciones laterales bastante bajas y tiene un comportamiento elástico lineal. Inmediatamente después del agrietamiento, su comportamiento dependerá de la cantidad y disposición del refuerzo. Si se cuenta con refuerzo suficiente en las columnetas de confinamiento o en el interior del muro, el muro es capaz de soportar altos niveles de carga con deformaciones laterales importantes antes de llegar al colapso. En la etapa inicial de agrietamiento aparecen las primeras grietas diagonales en la parte media del muro, las cuales se presentan sobre el revoque y son casi imperceptibles. A estos niveles de agrietamiento se les asignan grados de daño bajos: muy leve o leve.

Por carga axial: La falla por carga axial se presenta debido a incrementos importantes de carga vertical, por lo cual la mampostería se aplasta. Este tipo de falla es difícil que ocurra, ya que el área de los muros generalmente es lo suficientemente grande para resistir cargas verticales elevadas. Favorece este tipo de falla el desgaste de las piezas que están sometidas a la intemperie o que las piezas sean de baja calidad.

Por flexión: Las grietas por flexión suelen aparecer súbitamente, pues la mampostería al igual que el concreto presenta una muy baja capacidad a tensión. Estas grietas se manifiestan de forma horizontal en los extremos del muro, son de mayor longitud en la parte inferior y disminuyen en la medida que van ascendiendo.

Por cortante: La falla por esfuerzo cortante se presenta de diversas formas: Un tipo de grieta es diagonal y se prolonga únicamente a través de las juntas de mortero, mientras que otro tipo de grieta se presenta casi recta rompiendo las piezas de mampostería.

Si se presentan indicios de agrietamiento diagonal en muros confinados o grietas en la superficie entre 1 y 3 mm el grado de daño asociado es moderado. Si el agrietamiento diagonal se inicia en muros no confinados, es claramente visible en muros confinados, las piezas de mampostería sufren aplastamiento, se inicia el agrietamiento en las columnetas y vigas de confinamiento, existe deformación o inclinación del muro se debe asignar grado de daño fuerte o severo según sea el caso de acuerdo con Los siguientes niveles de daño. La presencia de agrietamientos en un muro reforzado no implica necesariamente la falla de éste, dicha falla dependerá del refuerzo que tenga, el cual puede hacer que el muro resista cargas bastante mayores a las del agrietamiento. En las siguientes fotografías se presentan ejemplos de daños en edificaciones de mampostería.

Niveles de Daño:

Ninguno / muy leve: Grietas pequeñas difícilmente visibles, con ancho menor a 0.2 mm, sobre la superficie del muro.

Leve: Agrietamiento perceptible a simple vista, con anchos entre 0.2 mm y 1.0 mm, sobre la superficie del muro.

Moderado: Agrietamiento diagonal incipiente, grietas con anchos entre 1.0 mm y 3.0 mm, en la superficie del muro. Algunas fisuras en columnetas y vigas de confinamiento. Inicio de la formación de agrietamiento diagonal en muros confinados

Fuerte: Agrietamiento diagonal severo, con anchos mayores a 3.0 mm y dislocación de piezas de mampostería.

Severo: Desprendimiento de partes de piezas, aplastamiento local de la mampostería, prolongación del agrietamiento diagonal en columnetas y vigas de

confinamiento, anchos mayores a 1.0 mm. Desplome o inclinación apreciable horizontal o vertical del muro.

En las siguientes fotografías se presentan ejemplos de daños en mampostería.

Fotografía 24. Daños en mampostería



a. Daño leve



b. Daño fuerte



c. Daño fuerte



d. Daño severo



e. Daño fuerte



f. Daño severo

2.7.3 Muros de tapia, adobe o bahareque

Las viviendas de adobe y tapia pisada son en general muy antiguas y muy vulnerables frente a los sismos, no cuentan con condiciones de sismo resistencia adecuadas además del deterioro que han sufrido las propiedades mecánicas de sus materiales por los años de uso. Algunas de las características constructivas que contribuyen a su vulnerabilidad son: la ausencia de un diafragma rígido de entrepiso, conexiones deficientes entre el sistema de cubierta o entrepiso y los muros portantes, entrepisos y techos demasiado pesados, ausencia de reforzamiento en muros, mala calidad de los materiales (adicional a las deficientes propiedades mecánicas de la tierra a tracción y cortante), aberturas de puertas y ventanas demasiado grandes y mal distribuidas, cimentaciones deficientes, etc. Los mecanismos de falla típicos en construcciones de adobe o tapia pisada son (Universidad de los Andes – Corporación Barrio La Candelaria, 2002):

- Fallas por flexión: Perpendicular al plano del muro con agrietamiento horizontal en la base o a una altura intermedia y agrietamientos verticales complementarios para combinar los mecanismos de falla. Este tipo de falla es frecuente en muros largos sin restricciones transversales.
- Perpendicular al plano del muro con agrietamiento vertical en la zona central, agrietamiento diagonal para conformar el mecanismos de fisuración en la parte superior por falta de refuerzo o confinamiento. Este tipo de falla se presenta principalmente en muros altos y cortos o muros muy largos con restricciones laterales poco espaciadas.
- Perpendicular al plano en las esquinas no confinadas de muros sueltos o en esquinas no conectadas efectivamente con los muros de restricción transversal al mismo.
- Fallas por cortante en el plano del muro asociadas a altos empujes horizontales. En muchos casos los agrietamientos están asociados a la presencia de aberturas de puertas y ventanas en los muros.
- Falla generada por la caída de la cubierta hacia el interior de la vivienda, por encontrarse mal apoyada sobre los muros, mal concebida estructuralmente, por deficiencias en las conexiones o con alto grado de avance en su deterioro por ataque de insectos o cambios de humedad.
- Una combinación de dos o más mecanismos anteriores.

Los muros de bahareque como elementos básicos individuales en general presentan una vulnerabilidad sísmica baja. La vulnerabilidad de este tipo de edificaciones está asociada principalmente con la estructuración, es decir, con la carencia de anclajes o conexiones estructuralmente eficaces de los muros entre sí y con los demás componentes de la construcción (cimentación, entrepisos y cubierta). Adicionalmente, siendo materiales naturales (guadua, tierra y madera) los constituyentes principales de la construcción en bahareque, el tiempo y la agresión ambiental, particularmente el agua, los insectos xilófagos y los hongos son factores deteriorantes que determinan en un alto grado la vulnerabilidad de este sistema

frente a las acciones sísmicas.

Los mecanismos de falla típicos en las construcciones de bahareque son: Inclinación, colapso parcial o total de muros, fallas por flexión, fallas por cortante en el plano del muro asociadas a altos empujes horizontales, desplazamiento de entrepisos, aplastamiento entre dos estructuras colindantes de materiales más pesados como mampostería o concreto o una combinación de dos o más mecanismos anteriores.

Niveles de Daño:

Ninguno / muy leve: Fisuras con ancho menor a 0.4 mm, casi imperceptibles sobre la superficie del muro.

Leve: Agrietamiento perceptible a simple vista con anchos entre 0.4 mm y 2.0 mm sobre la superficie del muro.

Moderado: Grietas moderadas (con anchos entre 2.0 mm y 4.0 mm) en la superficie del muro: horizontales en la base del muro o en la parte central o agrietamiento vertical en la zona central, combinado con grietas diagonales que se prolongan hacia los extremos del muro. Agrietamiento diagonal incipiente y pérdida del pañete ó revoque. Desprendimiento incipiente de elementos de unión entre muros.

Fuerte: Agrietamiento similar al nivel de daño moderado excepto que el ancho de las grietas es mayor a 4.0 mm, desplazamiento fuera del plano de unos pocos milímetros. Agrietamiento diagonal severo con pérdida notable del pañete en la superficie del muro. Pérdida de apoyo parcial de cubierta y/o entrepisos.

Severo: Aplastamiento local del muro, deformación, desplome o inclinación apreciable del muro. Pérdida generalizada de apoyos y elementos verticales.

En las siguientes fotografías se pueden observar un ejemplo de daños severos en estructuras de tapia y bahareque.

Fotografía 25. Daños severos en muros de tapia



Fotografía 26. Daños severos en muros de bahareque



2.7.4 Vigas, columnas y conexiones en estructuras de acero

La experiencia en diferentes sismos a nivel internacional muestra que la principal causa de daños y fallas en estructuras metálicas son las conexiones de los elementos estructurales, ya sean estas soldadas, remachadas o apernadas. Por lo cual es recomendable iniciar la revisión de los daños con las conexiones, tratando de detectar los sitios más vulnerables de acuerdo con la configuración y geometría de la estructura y los más accesibles para la revisión.

Las conexiones con soldadura pueden presentar diferentes tipos de fallas:

- En pórticos resistentes a momento: fractura completa de la soldadura, fractura parcial, fractura en el contacto con el patín de la columna con la soldadura y fractura en el contacto de los patines de la viga con la soldadura;
- En pórticos arriostrados: falla en la soldadura de conexión de las riostras a vigas y/o columnas.
- En pórticos en celosía: la falla más común es por pandeo en los elementos de las diagonales.

En las conexiones atornilladas, los tipos de falla más comunes son: por cortante, aplastamiento, desgarramiento o por sección insuficiente de las placas de conexión.

Los paneles de unión entre columnas y vigas en pórticos resistentes a momento son puntos importantes de analizar pues en este lugar se llevan a cabo un gran número de conexiones. Los daños más comunes son: 1. Fractura o pandeo de los atiesadores, 2. Fracturas en la soldadura de los atiesadores, 3. Fractura parcial en el alma de la columna, 4. Pandeo del alma y 5. Ruptura de la columna. Las grietas en la soldadura de los atiesadores y cualquier daño ocurrido en éstos no será de graves consecuencias para la estructura, siempre y cuando la fractura no se extienda y penetre el material de la columna. Si la grieta penetra el panel, ésta tiende a extenderse bajo la presencia de cargas adicionales resultando la separación completa de la parte superior de la columna con la inferior. Esta falla presenta un gran riesgo para la estructura, pues la columna pierde gran parte de su capacidad de resistencia.

Vigas: Los daños en vigas consisten principalmente en: fluencia, pandeo o fractura de los patines o alma en zonas cercanas a la conexión con la columna.

Columnas: Los daños típicos en columnas se puede identificar como: fracturas en el patín, desprendimiento de una sección del patín, desgarramiento laminar del patín o pandeo del patín.

En sistemas arriostrados los puntos críticos son las conexiones de las riostras y el posible pandeo de columnas y/o riostras.

Niveles de Daño:

Ninguno / muy leve: Sin defectos visibles.

Leve: Deformaciones menores casi imperceptibles.

Moderado: Deformaciones perceptibles a simple vista, pandeo incipiente de secciones.

Fuerte: Pandeo local, fractura o alguna evidencia de daño en secciones del elemento

estructural fuera de zonas de posible formación de articulaciones plásticas.

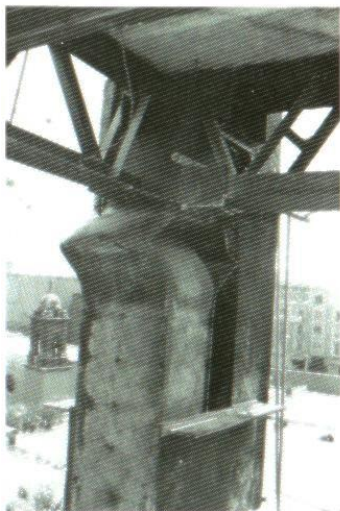
Severo: Pandeo local, fractura o alguna evidencia de daños en secciones del elemento estructural dentro de zonas de posible formación de articulaciones plásticas. Fractura de soldaduras, tornillos o remaches.

En las siguientes fotografías se observan ejemplos de daños en elementos metálicos.

Fotografía 27. Daños en estructuras metálicas



a. Daño fuerte



b. Daño severo



c. Daño fuerte

2.7.5 Vigas, columnas y uniones en estructuras de madera

Niveles de Daño:

Ninguno / muy leve: No se observa agrietamiento en el elemento.

Leve: Fisuración mínima en el elemento.

Moderado: Agrietamiento en el elemento. Desplazamiento insignificante en las uniones.

Fuerte: Agrietamiento notable en el elemento y deslizamiento o desplazamiento claramente perceptible en uniones.

Severo: Disminución de la sección transversal en el elemento, o rompimiento del elemento. Separación o desprendimiento del elemento del sistema estructural.

En las siguientes fotografías se muestran ejemplos de daños en construcciones de madera.

Fotografía 28. Daños en edificaciones de madera



a. Daño fuerte



b. Daño severo

2.7.6 Construcciones en material precario (sin sistema estructural)

Las edificaciones que han sido construidas con materiales no aptos tales como materiales de recuperación, láminas, cartón, desechos o similares o combinación de estas, presentan condiciones de muy alta vulnerabilidad frente a los sismos ya que no cuentan con condiciones de sismos resistencia al debido a la ausencia de diafragma rígido, conexiones eficientes, ausencia de elementos portantes, deficiencia en la calidad de los materiales, entre otros. Es decir, no cuentan con elementos estructurales. Sin embargo, se deberá evaluar el nivel de daño conforme a los siguientes criterios, sin considerar daños anteriores al sismo.

Niveles de Daño:

Ninguno / muy leve: Sin defectos visibles.

Leve: Deformaciones menores casi imperceptibles.

Moderado: deformaciones perceptibles a simple vista, pandeo incipiente, agrietamiento en los elementos. Desplazamiento insignificante en las uniones.

Fuerte: Pandeo local, evidencia de daño en los elementos que soporten cargas. Agrietamiento notable en los elementos y deslizamiento o desplazamiento claramente perceptible en uniones.

Severo: Rompimiento del elemento. Separación o desprendimiento del elemento que soporten cargas.

2.7.7 Entrepisos

Niveles de Daño:

Ninguno / muy leve: Algunas fisuras de ancho menor a 0.2 mm, casi imperceptibles sobre la superficie.

Leve: Fisuración perceptible a simple vista, con anchos entre 0.2 mm y 1.0 mm sobre la superficie.

Moderado: Grietas con anchos entre 1.0 y 2.0 mm en la superficie, pérdida incipiente del recubrimiento.

Fuerte: Agrietamiento apreciable, pérdida del recubrimiento en la superficie.

Severo: Degradación y aplastamiento del material, agrietamiento severo.

En las siguientes fotografías se da un ejemplo de daños en entrepisos.

Fotografía 29. Daños en entrepiso



a. Daño leve



a. Daño severo

2.7.8 Clasificación global del daño y de la habitabilidad por daños en elementos estructurales

De acuerdo con el sistema estructural de la edificación que se inspecciona, existen algunos elementos, cuya importancia dentro de la estructura es tan notable, que si estos han sufrido daños muy graves, aunque los demás elementos no presenten daños importantes, la edificación corre el riesgo de perder su estabilidad. Por lo tanto, puede ser necesario realizar la evacuación inmediata. Estos elementos según el sistema estructural que se evalúa se muestran en la Tabla 6. La calificación con daño severo de ciertos elementos “esenciales” puede comprometer toda la edificación y por lo tanto se dice hay una situación de saturación del daño global.

Tabla 6. Elementos que pueden saturar el daño a nivel global

Sistema Estructural	Elementos Estructurales
Pórtico en concreto reforzado	Nudos o columnas
Pórtico con muros estructurales en Concreto Reforzado	Muros, nudos o columnas
Estructuras Metálicas	Conexiones o Columnas
Estructuras en Madera	Conexiones o Columnas.
Mampostería no confinada	Muros de carga
Mampostería reforzada	Muros
Mampostería confinada	Muros (con columnetas y vigas de confinamiento)
Tapia, adobe y bahareque	Muros de soporte

En la Tabla 7 se observan los criterios de clasificación de posibilidad de uso de acuerdo a los daños en elementos estructurales, dependiendo del porcentaje de área afectada.

Tabla 7. Criterios de habitabilidad según el daño estructural

Nivel de daño	HABITABLE	USO RESTRINGIDO	NO HABITABLE	PELIGRO DE COLAPSO
1. Ninguno	$\leq 100\%$	-	-	-
2. Leve	$\leq 30\%$	$\geq 30\%$	-	-
3. Moderado	-	$\leq 30\%$	30% - 60%	$\geq 60\%$
4. Fuerte	-	$\leq 10\%$	10% - 30%	$\geq 30\%$
5. Severo	-	$\leq 5\%$	5% - 15%	$\geq 15\%$
Comentarios	Daños muy leves y muy puntuales o que no evidencia ningún tipo de daño estructural.	Los daños estructurales son tan puntuales que no reducen su capacidad global de resistencia ni ponen en peligro la estabilidad	Disminución de la Capacidad de resistir cargas verticales u horizontales pero no existe inestabilidad potencial	Disminución significativa de la capacidad para resistir cargas verticales o laterales en tal proporción que existe inestabilidad potencial

Para cada uno de los niveles de daño planteados en la tabla anterior, se estima el porcentaje de los elementos afectados de la edificación respecto al total de los elementos del piso de mayor daño. Dependiendo del análisis realizado, con base en los resultados de la evaluación, se definirá, única y exclusivamente para el criterio de daño en elementos estructurales de la edificación, la clasificación de la habitabilidad, considerando **el porcentaje de elementos afectados asociado al daño más crítico**. Esta clasificación de la habitabilidad corresponderá solo al ítem “D” asociado al daño en elementos estructurales de la edificación.

2.8 CLASIFICACIÓN DE LA HABITABILIDAD POR PROBLEMAS DEL ENTORNO

Complementariamente a las anteriores evaluaciones, se deben tener en consideración las edificaciones e infraestructura que rodea a la edificación en su evaluación, ya que estas pueden tener influencia en su comportamiento o afectar desfavorablemente en su vulnerabilidad, por ello, es necesario conocer de manera muy general las estructuras colindantes que se consideren de mayor relevancia para el comportamiento o la seguridad de la estructura en observación. En este apartado se debe determinar si una edificación o infraestructura vecina se encuentra en un nivel crítico de tal forma que pueda caer y afectar la edificación que se está evaluando o si puede presentarse algún evento adverso no identificado anteriormente y que debido a que es inminente o su ocurrencia es muy probable, pueda afectar la habitabilidad de la edificación. En la tabla siguiente se pueden observar las características que definen la calificación por problemas del entorno y la posibilidad de uso a partir de este análisis.

Tabla 8. Criterios de habitabilidad según problemas del entorno

Preguntas del formulario	HABITABLE	USO RESTRINGIDO	NO HABITABLE
22. Edificio o infraestructura vecina crítica que pueda caer y afectar estabilidad (1. No 2. Si 3. No se pudo determinar)	1	2	2 ó 3
23. Evento adverso inminente que puede afectar la habitabilidad de la edificación (1. No 2. Si)	1	2	2

Dependiendo del análisis realizado, conforme los resultados de la evaluación relacionados con la tabla anterior, se definirá, única y exclusivamente para el criterio de problemas del entorno, la clasificación de la habitabilidad, considerando el resultado **más crítico** de las preguntas formuladas. Esta clasificación de la habitabilidad corresponderá solo al ítem “E” asociado a problemas con el entorno.

2.9 CLASIFICACIÓN GLOBAL DEL DAÑO Y HABITABILIDAD DE LA EDIFICACIÓN

Después de realizada la inspección de la edificación y teniendo en cuenta el estado general, del entorno, la afectación tanto de los elementos arquitectónicos como estructurales y de las condiciones geotécnicas para poder evaluar realmente su capacidad para resistir cargas y si el peligro puede desaparecer al remover los elementos arquitectónicos afectados, se clasifica el uso y funcionamiento del mismo, en cuatro niveles: Habitable, Uso restringido, No habitable y Peligro de colapso.

Es importante considerar, que no es deseable provocar problemas innecesarios a los ocupantes al dictaminar la evacuación de una edificación con daños menores, pero por otro lado, es importante evitar exponerlos a riesgos innecesarios. Por lo tanto, a partir de un análisis del estado general de la edificación, de los daños en los elementos arquitectónicos, los problemas geotécnicos, los daños estructurales y los problemas del entorno se puede definir su habitabilidad.

El nivel de habitabilidad por lo tanto, estará definido por la clasificación de habitabilidad más conservadora definida entre las evaluaciones **A** a **E**. Es decir, con base en las “**consideraciones más críticas**” analizadas en el momento de la evaluación, para cada uno de los componentes: “A” por estado general de la edificación, “B” por problemas geotécnicos, “C” por daños en elementos no estructurales, “D” por daños en elementos estructurales y “E” por problemas del entorno.

Los criterios que se describen en la Tabla 9, amplían la clasificación de la posibilidad de uso.

Tabla 9. Clasificación del daño y habitabilidad de la edificación

CLASIFICACIÓN HABITABILIDAD (COLOR)	CLASIFICACIÓN DEL DAÑO	DESCRIPCIÓN
Habitable (Verde)	1. NINGUNO	Inmuebles que no sufrieron con el sismo y que no presentan evidencia de ningún tipo de daños
Habitable (Verde)	2. LEVE	Inmuebles que sufrieron daños leves y muy puntuales en elementos arquitectónicos, los cuales pueden ser reparados fácilmente y que no ofrecen peligro para la integridad de las personas que la ocupan
Uso restringido (Amarillo)	3. MODERADO	Inmuebles que sufrieron daños importantes en elementos arquitectónicos, su ocupación estaría condicionada al retiro o reparación de aquellos elementos que ofrezcan peligro de caerse
No habitable (Naranja)	4. FUERTE	Inmuebles que sufrieron daños estructurales, grietas grandes en vigas, columnas o muros. Presenta disminución en su capacidad para resistir cargas. Hay que evaluar la necesidad de apuntalar la edificación
Peligro de colapso (Rojo)	5. SEVERO	Inmuebles que sufrieron daños generalizados en su estructura, presentan peligro de colapso o derrumbe inminente. Es necesario evacuarlos totalmente y proteger calles y las edificaciones vecinas.
	6. COLAPSO TOTAL	El inmueble está totalmente en ruinas

En las edificaciones se deberán colocar los avisos de habitabilidad a la entrada de acuerdo con la calificación. En su defecto, se utilizará el material suministrado.

Figura 5. Avisos de habitabilidad

HABITABLE

Ocupación permitida

Esta edificación ha sido inspeccionada (como se indica en la parte inferior) y no se encontró ninguna amenaza aparente de la estructura.

☐ Inspeccionada en el Exterior Solamente
☐ Inspeccionada en el Interior y en el Exterior

Favor informar a las autoridades cualquier condición insegura, una nueva inspección puede ser requerida.

Comentarios: _____

No remueva, altere o cubra este aviso hasta que sea autorizado por una autoridad del gobierno central.

Nombre de la edificación y/o dirección: _____

INSPECTORES: _____

Fecha (d-m-a): _____

Hora (24:00): _____

(Cuidado: Las réplicas ocurridas después de la inspección pueden incrementar los daños y los riesgos)

USO RESTRINGIDO

No es permitida la entrada

Cuidado: Esta edificación ha sido inspeccionada y se encontraron los daños que se describen a continuación.

La entrada, ocupación y uso están restringidos como se indican a continuación:

No remueva, altere o cubra este aviso hasta que sea autorizado por una autoridad del gobierno central.

Nombre de la edificación y/o dirección: _____

INSPECTORES: _____

Fecha (d-m-a): _____

Hora (24:00): _____

(Cuidado: Las réplicas ocurridas después de la inspección pueden incrementar los daños y los riesgos)

NO HABITABLE

No es permitida la entrada

Esta edificación ha sido inspeccionada, se encontraron daños severos y es inseguro por lo tanto no puede ser ocupada, como se describen a continuación:

No entre, excepto si tiene una autorización por escrito de las autoridades Distritales. Al entrar pone en peligro su vida.

No remueva, altere o cubra este aviso hasta que sea autorizado por una autoridad del gobierno central.

Nombre de la edificación y/o dirección: _____

INSPECTORES: _____

Fecha (d-m-a): _____

Hora (24:00): _____

(Cuidado: Las réplicas ocurridas después de la inspección pueden incrementar los daños y los riesgos)

PELIGRO DE COLAPSO

No es permitida la entrada
(NO ES UNA ORDEN DE DEMOLICIÓN)

Esta edificación ha sido inspeccionada, se encontraron daños severos en la estructura, es inseguro por lo tanto no puede ser ocupada. Descripción o recomendaciones:

No entre, por ningún motivo. Al entrar pone en peligro su vida.

No remueva, altere o cubra este aviso hasta que sea autorizado por una autoridad del gobierno central.

Nombre de la edificación y/o dirección: _____

INSPECTORES: _____

Fecha (d-m-a): _____

Hora (24:00): _____

(Cuidado: Las réplicas ocurridas después de la inspección pueden incrementar los daños y los riesgos)

2.10 EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE DAÑOS EN LA EDIFICACIÓN

Con base en la metodología propuesta por el ATC-13 (Applied Technology Council, 1985) basada en estados de daño, que han sido obtenidos de relaciones demanda contra capacidad en términos de rigidez, resistencia y disipación de energía, se proponen los siguientes porcentajes de daño:

Tabla 10. Clasificación del daño y habitabilidad de la edificación

Caracterización de Daño	Rango de Daño %	Índice de Daño	Descripción
1. NINGUNO	0	0	Sin daño
2. LEVE	(0-10)	5	Daño menor localizado en algunos elementos que no requiere siempre reparación.
3. MODERADO	(10-30)	20	Daño menor localizado en muchos elementos que debe ser reparados.
4. FUERTE	(30-60)	45	Daño extensivo que requiere reparaciones mayores.
5. SEVERO	(60-100)	80	Daño grave generalizado que puede significar demolición de la estructura.
6. COLAPSO TOTAL	100	100	Destrucción total o colapso.

Esta información es de gran utilidad para definir la clasificación global del daño de la edificación y su habitabilidad, así como estimar las pérdidas económicas como se mencionó anteriormente.

2.11 CLASIFICACIÓN PREVIA

Se deberá indagar a los ocupantes o responsables de la edificación si previamente se ha llevado alguna clasificación de habitabilidad y cuál fue esa clasificación. Igualmente se deberá consultar quienes llevaron a cabo dicha inspección y si las condiciones físicas y del entorno han cambiado respecto a dicha visita. Esta y toda la información que sea considerada como relevante se deberá consignar en la casilla de comentarios.

3. RECOMENDACIONES, CONDICIONES PRE-EXISTENTES, EFECTOS Y COMENTARIOS

3.1 RECOMENDACIONES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD

Se debe establecer si se requiere una visita posterior por parte de algún especialista: ingeniero estructural en caso de que la comisión no cuente con una persona con la debida experiencia y existan dudas sobre la habitabilidad de la edificación y las recomendaciones a suministrar porque los daños estructurales son importantes o porque se cree que existen problemas de estabilidad de la edificación. De un ingeniero geotecnista en caso de problemas de estabilidad de taludes, asentamientos del suelo, licuación del suelo, etc., o representantes de las empresas de servicios públicos cuando existan fugas o cualquier tipo de daños importantes en este tipo de instalaciones.

Igualmente se debe señalar claramente el tipo de medidas de seguridad que deben ser tomadas por las diferentes autoridades como lo son: control físico por parte de la alcaldía local (relacionado con el control urbano), policía o ejército en caso de requerirse medidas de seguridad del área, tránsito en lo correspondiente a la restricción de paso vehicular o peatonal y los organismos de socorro.

Las medidas de seguridad que se contemplan se relacionan con las principales causas de los daños presentados en la edificación. En caso de daños estructurales se contemplan la posibilidad de restringir el tránsito vehicular o peatonal, apuntalar, evacuar la edificación, las edificaciones vecinas o restringir acceso. En la sección de comentarios y esquema se deberán especificar las medidas de seguridad donde se relacionen los elementos afectados (columnas, nudos, vigas o entrepisos) y la necesidad (reparar, apuntalar, barreras, etc.).

En ningún caso los evaluadores deberán recomendar la posible demolición. En estos casos, se deberá solicitar la visita de un experto y señalar la inminencia del peligro para que esta visita sea priorizada.

En el caso de que se presenten problemas geotécnicos, como medidas de seguridad se pueden recomendar restringir el tránsito vehicular o peatonal, evacuar la edificación, las edificaciones vecinas o restringir acceso, cubrir con plástico el área que este comprometida por un deslizamiento, solicitar el control de descargas de aguas de escorrentía sobre el talud afectado, solicitar la estabilización en pie de la ladera que se esté deslizando y la colocación de barreras para evitar acceso al talud.

En la sección comentarios se pueden considerar otras recomendaciones importantes que puedan controlar el avance del deslizamiento tales como taponamiento de grietas con material impermeable, contención provisional, reparación de acueducto y alcantarillado, desvíos temporales de aguas, captación y conducción de aguas, limpieza y mantenimiento de obras de control existentes, perfilado de talud, remoción de material (solamente si no existe potencial desconfinamiento de talud que genere un nuevo deslizamiento), no remoción de materiales en la base del deslizamiento, limpieza de causas taponadas, entre otras.

Finalmente, las medidas de seguridad relacionadas con el daño en elementos no

estructurales, se condicionan al tipo y gravedad del daño de los elementos inspeccionados, condicionando en algunos casos la habitabilidad y uso de la edificación o alguna área en particular con la aplicación de estas medidas. Como medidas de seguridad se pueden recomendar restringir el tránsito vehicular o peatonal, remover elementos en peligro de caer siempre y cuando no puedan provocar la caída de otros elementos, evacuar parcialmente la edificación y restringir acceso, desconectar los sistemas de suministro de energía, gas y acueducto, considerar la presencia de sustancias peligrosas, entre otros que pueden ampliarse en la sección de comentarios.

3.2 ESQUEMA

En esta sección se sugiere realizar un dibujo donde se muestre la ubicación de la edificación, su regularidad o irregularidad en planta o aquellos detalles sobre los daños que se consideren importantes como lo son especificar las medidas de seguridad donde se relacionen los elementos afectados (columnas, nudos, vigas o entrepisos) y la necesidad (reparar, apuntalar, barreras, etc.).

3.3 CONDICIONES PREEXISTENTES

Estos aspectos pueden ser o no incluidos dentro de la evaluación de daño según el criterio del evaluador, ya que en algunos casos el daño en elementos estructurales es tan grave, que la presencia de unas buenas condiciones preexistentes no ayudan a mejorar la valoración de la edificación. El objeto de evaluar las condiciones preexistentes es conocer la vulnerabilidad sísmica de la edificación, la cual depende de aspectos como las irregularidades presentes en la edificación, la configuración estructural, la calidad constructiva y otras consideraciones estructurales y geotécnicas.

3.3.1 Calidad de los materiales y de la construcción

Se definen tres categorías (1. Buena, 2. Regular, 3. Mala) para establecer si la edificación ha sido construida con requisitos de calidad y resistencia de los materiales y si se observa que se encuentra en buenas condiciones de mantenimiento, lo que debe evaluarse principalmente con base en la experiencia y criterio del evaluador.

Aquí se busca hacer una revisión de la calidad de los materiales utilizados, tales como concreto, refuerzo, acero, madera, mampostería, mortero de pega, dependiendo del sistema estructural con que cuenta la edificación. En el caso de concreto reforzado se debe observar la presencia de un recubrimiento suficiente para el refuerzo y el estado de las barras de refuerzo. Debe tenerse en cuenta el estado de oxidación o degradación que presentan los materiales, ya que estos pueden ser indicios de una reducción significativa en la resistencia. Es posible que los materiales se encuentren en pésimas condiciones, lo cual haría más grave la presencia de un daño en la estructura. En el caso de las edificaciones de mampostería se debe considerar la calidad, tipo y disposición de las unidades de mampostería, así como la presencia de instalaciones de servicios públicos que atraviesan muros portantes. En las siguientes fotografías se dan dos ejemplos de situaciones que ilustran mala calidad en la

construcción.

Fotografía 30. Ejemplos de mala calidad en la construcción



a. Defectos en la pega de las unidades de mampostería y tuberías que cruzan los elementos estructurales.



b. Falta de conectividad del refuerzo entre la columna y la cimentación.

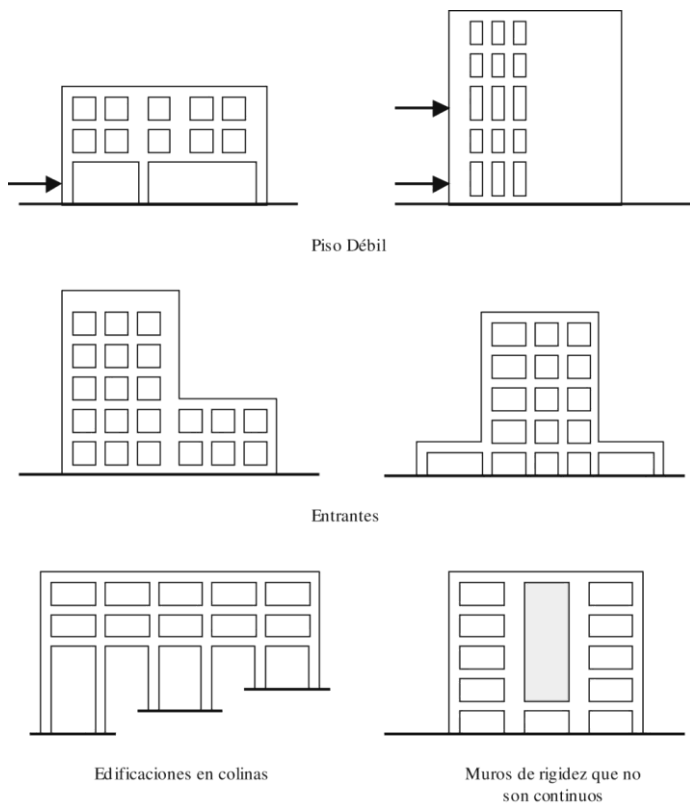
3.3.2 Posición de la edificación en la manzana

Esta variable es importante para conocer si hubo posibilidades de daño por golpeteo o fallas en edificios vecinos. Adicionalmente, es muy común que las edificaciones de esquina presenten daños importantes por golpeteo y por torsiones accidentales generadas por las irregularidades tanto en planta como altura.

3.3.3 Configuración en planta y altura

Con este aspecto se intenta que el evaluador valore las condiciones de irregularidad en planta y altura de la edificación, las cuales pueden generar concentraciones de esfuerzos en la estructura y ocasionar daños mayores o incluso el colapso. Dentro de las irregularidades en planta que deben ser observadas se encuentran: los retrocesos excesivos en las esquinas, irregularidad torsional, discontinuidades en el diafragma, desplazamientos del plano de acción de elementos verticales y sistemas no paralelos. En altura debe observarse si existe la condición de un piso débil, irregularidad en la distribución de las masas, irregularidad geométrica, desplazamientos dentro del plano de acción y discontinuidad en la resistencia. Algunas irregularidades de este tipo se ilustran en las figuras 6 y 7. En la fotografía 31 se presentan dos ejemplos de irregularidades.

Figura 6. Irregularidades en altura (Rodríguez, 1998)



Fotografía 31. Ejemplo de irregularidades

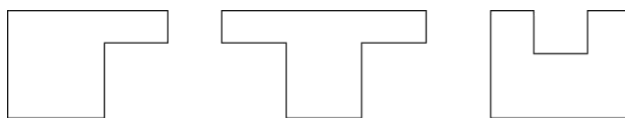


a. Piso débil con doble altura.



b. Piso débil en la primera planta

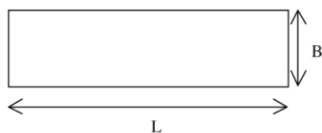
Figura 7. Irregularidades en planta (Rodríguez, 1998)



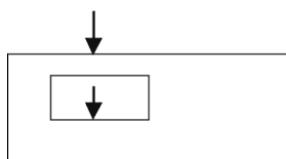
Asimetría en Planta



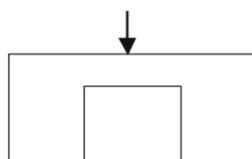
Formas Complejas



Formas Alargadas $L/B > 3.0$



Aberturas importantes en el diafragma



Diafragma débil



Asimetría en la disposición y rigidez de elementos estructurales

En la Tabla 11 y Tabla 12 se dan algunas sugerencias para evaluar las irregularidades en altura y en planta (Rodríguez, 1998).

Tabla 11. Criterios para evaluar regularidad en altura o vertical

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
BUENA	IE<2.5 No tiene ninguna condición correspondiente a la clasificación de mala.
REGULAR	Entre la clasificación buena y mala.
MALA	IE>4 Existencia de pórticos y muros de cortante que no son continuos hasta la cimentación. Presencia de columnas cortas. Presencia de piso débil. Algún piso tiene un área mayor o menor en un 70% que la del piso inferior (delimitada por los elementos resistentes verticales). Se excluyen de este criterio los voladizos y el último piso de la edificación.

IE = Índice de esbeltez = Relación entre la altura de la edificación (H) y la dimensión de la base (B)

Tabla 12. Criterios para evaluar regularidad en planta

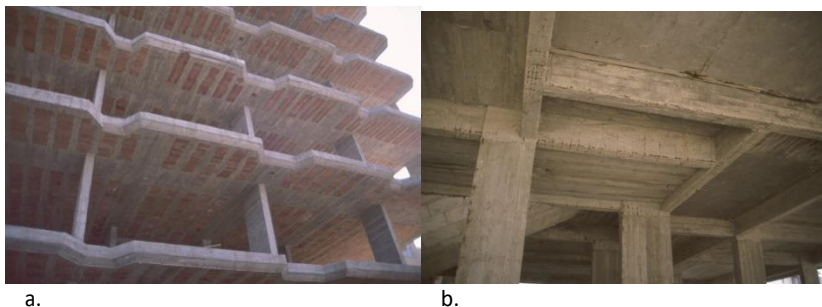
CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
BUENA	La distribución de masas con relación a los dos ejes ortogonales es aproximadamente simétrica en planta, así como muros y otros elementos resistentes. No tiene ninguna condición correspondiente a la clasificación de mala.
REGULAR	Entre la clasificación buena y mala.
MALA	En planta tiene entrantes y salientes cuya dimensión excede el 30% de la dimensión en planta, medida paralelamente a la dirección que se considera de la entrante o saliente. Aberturas en el diafragma mayores del 30% del área del piso. La relación de aspecto (largo a ancho) de la base es mayor que 3.

3.3.4 Configuración estructural

Con este aspecto se intenta identificar si existe o no redundancia estructural, excentricidad y continuidad de los elementos estructurales. Todos estos detalles pueden ser indicativos de una buena o mala concepción estructural, la cual en caso de ser deficiente puede contribuir a un mal comportamiento de la edificación en un sismo. Puede ocurrir que un daño en una estructura mal concebida sea más grave de lo que se esperaría. Una mala configuración puede favorecer la falla de los elementos estructurales e incluso el colapso. En las fotografías 32 a y b, se presentan dos ejemplos de deficiencias en la configuración estructural como son a) columnas

muy esbeltas en una de las direcciones y que algunas vigas no se conectan con las columnas, y b) columnas muy esbeltas en una de las direcciones y algunas vigas no se conectan con las columnas.

Fotografía 32. Fallas en la configuración estructural



- a) No hay pórtico en una dirección, la viga no se conecta a la columna, y
b) Columnas esbeltas en una dirección y algunas vigas no se conectan a columnas

3.3.5 Tipo de suelo

El tipo de suelo hace referencia al material que componen los diferentes estratos del suelo de fundación de la edificación y su entorno. Para la determinación del tipo de suelo se tienen en consideración los siguientes criterios con el fin de poder establecer su influencia en la vulnerabilidad de la edificación.

Tabla 13. Criterios para evaluar el tipo de suelo

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
DURO	El suelo de la cimentación es duro, no se evidencian grietas o asentamientos, no se siente vibración cuando pasa un vehículo pesado.
MEDIO	El suelo de cimentación es de mediana resistencia, se pueden presentar manifestaciones de hundimientos pequeños.
BLANDO	El suelo es blando o arena suelta, se siente la vibración cuando pasan vehículos pesados y la vivienda ha presentado asentamientos considerables desde su construcción. La mayoría de las viviendas en la zona presentan agrietamientos o hundimientos.

3.3.6 Tipo de cimentación

Se deberá de especificar el tipo de cimentación sobre la cual se desplanta la edificación. En el formato los tipos de cimentación se encuentran clasificados en dos grandes grupos: cimentaciones superficiales y cimentaciones profundas.

Cimentaciones superficiales: Aquellas cuya profundidad de desplante es relativamente

pequeña, en proporción con el ancho de la base de apoyo (losa o zapata), se les puede considerar como tal cuando la profundidad de desplante es menor o igual al ancho de la base o zapata (Peck y otros, 1988); generalmente se halla entre 0.5 y 4 m de profundidad.

Cimentaciones profundas: Aquellas cuya profundidad de desplante permite alcanzar capas resistentes profundas o distribuir la carga a lo largo del perímetro de la cimentación; y se pueden tomar como tales a aquellas en que la profundidad de desplante es igual o mayor que cuatro veces el ancho del elemento de apoyo (Peck y otros, 1988); por lo general están constituidas por pilas o pilotes de cimentación.

3.3.7 Calidad de la cimentación

Al igual que en el ítem de calidad de la construcción, para la definición de la calidad en la cimentación se definen tres categorías (1. Buena, 2. Regular, 3. Mala) para establecer si la cimentación (superficial o profunda) ha sido construida con requisitos de calidad y resistencia de los materiales y si se observa que se encuentra en buenas condiciones de mantenimiento, lo que debe evaluarse principalmente con base en la experiencia y criterio del evaluador y la información proporcionada por los habitantes de la edificación.

En caso de que la cimentación no se pueda observar a simple vista, se deberá anotar en el formulario la opción de “no se pudo determinar”.

3.3.8 Condiciones topográficas

De acuerdo a las características que se presenten en los alrededores inmediatos de la edificación, se debe elegir alguna de las configuraciones del terreno enumeradas en la lista. El objetivo de calificar la morfología del terreno es contar con elementos para ciertas caracterizaciones de posible vulnerabilidad como una fuerte pendiente del terreno que hace más susceptible a problemas de deslizamientos, etc. La proximidad a cuerpos de agua puede identificar posibles problemas por inundaciones, saturación del subsuelo, pérdida de terreno por erosión, problemas de humedad, etc.

Las principales configuraciones topográficas consideradas para estos fines se explican a continuación:

Tabla 14. Criterios para evaluar las condiciones topográficas

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Plano	Corresponde a una planicie o una gran área de terreno plana, sin variaciones de pendiente considerables en su extensión (inferior a 17° o 30%).
Cresta	Se refiere al sitio de cambio brusco de la pendiente en la parte superior del talud o ladera, también se le conoce como cabeza o cima. Cuando la pendiente de este punto hacia abajo es semi-vertical o de alta pendiente, se le denomina escarpe. Los escarpes pueden coincidir con coronas de deslizamientos. La forma de la cabeza generalmente es convexa.

Ladera	Declive lateral de un cerro, monte o montaña, cuya pendiente supere un porcentaje del 30% (17°) o pueda considerarse propicia para la generación de fenómenos de movimientos en masa superficiales o profundos.
Pie de ladera	El pie de ladera corresponde al sitio de cambio brusco de la pendiente en la parte inferior del talud o ladera. La forma del pie de una ladera es generalmente cóncava.
Valle	Un valle es una llanura entre dos montañas o elevaciones poco distantes entre sí, una depresión de la superficie terrestre entre dos vertientes que conforma una cuenca hidrográfica en cuyo fondo se aloja un curso fluvial.
Borde de canal, río o lago	Rivera u orilla de algún río, canal o lago que puede ser susceptible de ser inundada o socavada por la acción del propio cuerpo de agua al que se halla cercana.

3.3.9 Tipo de cubierta

La cubierta considerándose como el conjunto de la estructura del techo y sus materiales de acabado puede ser maciza o liviana. La cubierta maciza es aquella que por lo general está construida con una losa de concreto u otro material que tenga como fin que sobre ella pueda ocurrir el tránsito de personas y el acopio de materiales; generalmente esta soportada por todos lados de estructuras rígidas vinculadas al sistema estructural de la edificación. La cubierta liviana o ligera es aquella que se ha construido con materiales que no están fabricados para soportar el tránsito de personas ni el acopio de materiales.

3.3.10 Condiciones de amarre de la cubierta

La forma como la cubierta esté amarrada a la estructura que la soporta y a su vez la forma como la estructura que soporta esté amarrada al resto de la estructura, al igual que el peso de la misma, determinan su vulnerabilidad. Cuando la cubierta de una edificación es muy pesada, esta se moverá como un péndulo invertido causando esfuerzos y tensiones muy severas en los elementos sobre los cuales esta soportada

Tabla 15. Criterios para evaluar las condiciones de amarre de la cubierta

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
BUENA	La cubierta es liviana y está debidamente amarrada y apoyada a la estructura de soporte. Existen conexiones o elementos similares que amarran el techo a los muros. Hay arriostramiento de las vigas y la distancia entre vigas no es muy grande.
REGULAR	Se cumplen parcialmente algunos de los requisitos anteriores.
MALA	La mayoría de los requisitos de anclaje de tejas y anclaje de la estructura que soporta la cubierta no se cumplen. La cubierta es pesada y no está debidamente soportada o arriostrada.

3.3.11 Efecto de columna corta

Uno de los problemas más comunes de configuración estructural es el conocido efecto de columna corta, que se caracteriza porque la columna no está cautiva por los tabiques de relleno en toda su altura, usualmente para permitir una ventana en la parte alta del tabique. Dicha columna tiende a fallar en forma frágil al ser sometida a esfuerzos cortantes excesivos que se generan por estar impedida su deformación hasta la altura de los tabiques.

Fotografía 33. Falla por efecto de columna corta



3.3.12 Continuidad en columnas y vigas

La falta de continuidad de los elementos estructurales como viga y columna, pueden incidir en el mal funcionamiento de la edificación durante la ocurrencia de un sismo. Este aspecto puede favorecer la generación de un mecanismo de falla que lleve a la estructura al colapso. En las siguientes fotografías, se presentan dos ejemplos de falta de continuidad como son a), b) no hay continuidad en las columnas, desplazándose de la vertical en el primer piso.

Fotografía 34. Fallas en la configuración estructural



a.

b.

- a) Falta de continuidad en las columnas de los pisos superiores con los inferiores
- b) Falta de continuidad en las columnas de primer piso

3.3.13 Evidencia de anclaje de elementos no estructurales

Cuando los objetos y en general los elementos no estructurales no se encuentran debidamente anclados y son sometidos a fuerzas sísmicas, dependiendo de su localización, tamaño, forma y orientación pueden sufrir caída, volcamiento, deslizamiento o vaivén. Consecuentemente, parapetos, recubrimientos exteriores, equipos suspendidos, particiones internas, estanterías o cielo rasos muy pesados son los más susceptibles a este tipo de solicitaciones, por lo cual deben estar debidamente anclados a la estructura principal de la edificación.

Fotografía 35. Evidencia de falla en el anclaje de elementos no estructurales



3.3.14 Daños por sismos anteriores

La evaluación de los daños por sismos anteriores y la reparación o no de los mismos, permite determinar si la estructura ya se encontraba debilitada previamente o hubo intervenciones que no disminuyeron la vulnerabilidad de la misma y por el contrario, generaron problemas de rigidez o configuración estructural adicionales.

3.3.15 Reforzamiento estructural anterior

Al igual que la evidencia respecto a la reparación por sismos anteriores, se requiere que indagar acerca si la edificación había tenido previamente alguna modificación estructural en particular si se había llevado a cabo algún reforzamiento estructural producto o no de daños por sismos anteriores.

3.4 EFECTO EN LOS OCUPANTES

Aunque la recopilación de esta información es normalmente responsabilidad de los organismos de socorro, es importante consignar en el formulario los efectos en la salud y la vida de los ocupantes, ya que esta información sirve para evaluar parámetros de vulnerabilidad de las diferentes tipologías estructurales. Igualmente se deberá consignar el número de afectados relacionado con el número de personas que no puedan permanecer en las edificaciones por considerarse en peligro.

3.5 OCUPACIÓN DE LA EDIFICACIÓN Y PERSONA PARA CONTACTO

Para efectos de aplicación de las recomendaciones y medidas de seguridad, se debe conocer si la edificación está o no ocupada en el momento de la evaluación. En caso de estar ocupado y requerir evacuación debe quedar muy claro en las recomendaciones y en los comentarios.

El “número de unidades residenciales o comerciales existentes”, sirve para conocer cuántos apartamentos o locales existen y aproximadamente cuantas familias y negocios ocupan la edificación y el “número de unidades residenciales o comerciales no habitables” indica el número de apartamentos o locales gravemente afectados. Esto permite estimar posteriormente el porcentaje de la edificación que tuvo que ser evacuado. La información del número de unidades no habitables sirve para conocer aproximadamente el número de familias que quedaron desprotegidas y probablemente estén bajo la figura de autoalbergue o requieran alojamientos temporales.

El nombre, teléfono y correo electrónico (email) de una persona para contacto en la edificación, sirve para cualquier diligencia posterior que se deba realizar, ya que se pueden requerir planos, autorización para futuras visitas, etc., por lo tanto se debe consignar el nombre del administrador de la edificación o del propietario del inmueble.

3.6 COMENTARIOS

Tal como aparece en el formulario, en esta sección se debe ampliar la evaluación con observaciones que ayuden a darle claridad al formulario y a explicar los motivos principales de la clasificación global y posibles causas del daño. Se deben indicar los elementos donde los daños fueron más importantes y ampliar las recomendaciones.

3.7 INSPECTORES Y FECHA DE INSPECCIÓN

Cada comisión de evaluadores debe tener un código el cual se coloca en el recuadro correspondiente a “código de la comisión”. Se debe colocar el número así como el nombre del líder de la comisión con su firma y el nombre del segundo evaluador.

En la parte derecha del formulario se debe indicar el año (número de cuatro dígitos), el mes (dos dígitos) y el día (dos dígitos). Esta información se complementa colocando la hora en formato 24:00, por ejemplo 15:35. Cuando se presentan réplicas fuertes puede haber daños adicionales en la estructuras y la información sobre la hora de la evaluación permitirá conocer si ésta fue realizada antes o después de la ocurrencia de determinada réplica o de la realización de alguna intervención en la edificación.

3.8 CONSIDERACIONES FINALES

Finalmente, en el momento de culminar la inspección de la edificación, se deberá mencionar lo siguiente a los ocupantes y responsables del predio inspeccionado:

Mensaje para la comunidad: La presente evaluación y sus recomendaciones están basadas en el reconocimiento de campo de las condiciones físicas de la edificación y su entorno efectuado durante la visita; por tal razón, pueden existir situaciones no previstas y que se escapan de su alcance. Por lo tanto, el responsable de la edificación y sus residentes, deben tener presente que esta evaluación permite establecer una recomendación de habitabilidad con el fin de salvaguardar la vida y no exime a los mismos de la responsabilidad de llevar a cabo los estudios y reparaciones que deban ser adelantadas en el predio. Igualmente, el responsable de la edificación debe considerar que las condiciones de estabilidad de la edificación y de su entorno pueden variar y en dicho caso se deberá solicitar una nueva evaluación a las autoridades competentes.

4. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. 2001. Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismorresistente de viviendas de mampostería. AIS. Bogotá D.C.

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. 2003. Manual de campo para la inspección de edificaciones después de un sismo. Alcaldía de Manizales. AIS. Manizales.

Applied Technology Council, 1989. Procedures for postearthquake safety evaluation of buildings, ATC-20. Redwood City, CA.

Applied Technology Council, 1989. Field manual: Postearthquake safety evaluation of buildings, ATC-20-1. Redwood City, CA.

Applied Technology Council, 1995. Addendum to the ATC-20 postearthquake building safety evaluation procedures, ATC-20-2. Redwood City, CA.

Applied Technology Council, 1996. Cases studies in rapid postearthquake safety evaluation of buildings, ATC-20-3. Redwood City, CA.

Applied Technology Council, 1985. Earthquake damage evaluation data for California, ATC-13. Redwood City, CA.

Applied Technology Council, 1996. Evaluating the seismic resistance of existing buildings, ATC-14. Redwood City, CA.

Campos Ana. 1999. Memoria técnica del censo de inmuebles afectados por el sismo del 25 de enero de 1999 en el eje cafetero. Ministerio de Desarrollo. Bogotá D.C.

Cardona, Omar D., 2000. Estimación Holística del Riesgo Sísmico Utilizando Sistemas Dinámicos Complejos. Tesis Doctoral Universidad Politécnica de Cataluña – UPC – Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería – CIMNE, Barcelona.

Cardona, Omar D., 1999. Vulnerabilidad sísmica de hospitales. Fundamentos para ingenieros y arquitectos. Monografías de ingeniería sísmica. Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.

Carreño, Martha L., 2001. Sistema experto para la evaluación del daño postsísmico en edificios, Tesis de Maestría, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad de los Andes. Bogotá, D.C.

Centro Nacional de Prevención de Desastres. 1996. Norma para la Evaluación del Nivel de Daño por Sismo en Estructuras y Guía Técnica de Rehabilitación (Estructuras de Concreto Reforzado). Cuadernos de Investigación, Numero 37, México, D.F.

Coburn, Andrew y Spence, Robin, 1992. Earthquake Protection. Wiley, Londres.

Federal Emergency Management Agency. 1999. Evaluation of Earthquake Damaged

- Concrete and Masonry Wall Building. Basic Procedures Manual. FEMA 306. Washington.
- Federal Emergency Management Agency. 1999. Repair of Earthquake damaged concrete and masonry wall buildings. FEMA-308. Washington..
- Earthquake Engineering Research Institute – EERI. 1994. Ad Hoc Committee on Seismic Performance. Expected Seismic Performance of Buildings, Oakland.
- Earthquake Engineering Research Institute – EERI. 1996. Post-Earthquake Investigation Field Guide. Oakland.
- Federal Emergency Management Agency. 1992. NEHRP Handbook for the seismic evaluation of existing buildings. FEMA-178. Washington..
- Gómez S., C., Barbat, A. H., Oller, S. 2000. Vulnerabilidad de puentes de autopista. Un estado del arte. Monografías de Ingeniería Sísmica. Editor A. H. Barbat. Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería, Barcelona.
- Hose, Yael, Silva P., y Seible, F. 2000. Development of a Performance Evaluation Database for Concrete Bridge Components and Systems under Simulated Seismic Loads. Earthquake Spectra. EERI, Volume16, Oakland.
- INGEOMINAS, UPES, Universidad de los Andes. 1997. Microzonificación sísmica de Santa Fe de Bogotá, D.C.
- Iglesias, Jesús. Reparación de estructuras de concreto y mampostería. Boletín técnico No. 42. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, Bogotá D.C..
- Kircher, Charles A., Nassar, A., Kustu, O., y Holmes, W. 1997. Earthquake Spectra. The Professional Journal of the Earthquake Engineering Research Institute. Volume13, Number 4, EERI, Oakland.
- Hammond David J. 1992. Patterns Structure collapse and Hazard Identification. Structural Engineer.
- López Oscar y Teshigawana Masaomi. 1997. Cuadernos de Investigación No 40: Informe de Daños en edificaciones durante el Sismo de Colima del 9 de Octubre de 1995 en la Zona Epicentral. Centro Nacional de Prevención de Desastres. México, D.F.
- Maldonado R., E, Casas, J.R., Canas, J.A.. 2000. Utilización de los Conjuntos Difusos en Modelos de Vulnerabilidad Sísmica. Monografías de Ingeniería Sísmica. Editor A. H. Barbat. Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería, Barcelona.
- Ministerio de Desarrollo, 1999. Memoria Técnica del Censo de Inmuebles Afectados por el Sismo del 25 de Enero de 1999 en El Eje Cafetero. Ministerio de Desarrollo Económico. Bogotá, D.C.
- Ministerio de vivienda y Urbanismo MINVU. Santiago de Chile. 2014. Instructivo para la evaluación técnica de daños en viviendas post desastres.

Oaks S.D y Kornfield L.M. 1991. Technical and Policy Related Issues in The application of ATC-20 Postearthquake Safety Evaluation Guidelines After The Loma Prieta Earthquake.

Ramírez Armando. 1996. Formularios Para Evaluación Postsísmica. Elaborado para el Proyecto para la Mitigación del Riesgo Sísmico. CARDER, Pereira.

Red Nacional de Evaluadores CENAPRED. México 2011. Joel Aragón Cárdenas, Leonardo E. Flores Corona, Óscar A. López Bátiz. Manual del formato de captura de datos para evaluación estructural.

Rodríguez, Mario y Castrillón, Enrique. 1995. Instituto Nacional de Ingeniería UNAM. Manual de Evaluación Postsísmica de la Seguridad Estructural de Edificaciones. Basado en investigaciones Realizadas para el Departamento del Distrito Federal. Series del Instituto de Ingeniería 569. México,D.F.

Rodríguez M. et al. 1998. Manual de Evaluación Postsísmica de la Seguridad Estructural de Edificaciones. Sociedad Mexicana de Ingeniería sísmica, Secretaría de Obras y Servi- cios Gobierno del Distrito Federal. México D.F.

Rodríguez Edgar. 1993. Plan de Evaluación Post-Sísmica PETS. INGEOMINAS.

Singhal, Ajay y Kiremidjian, Anne. 1997. A method for earthquake motion-damage relationships with application to reinforced concrete frames. Stanford University.

Sistema Nacional de Protección Civil. México 2011. Centro Nacional de Prevención de Desastres. Manual del formato de captura de datos para evaluación estructural. Red nacional de Evaluadores.

Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, 1998. A.C. Secretaria de Obras y Servicios Gobierno del Distrito Federal. Manual de Evaluación Postsísmica de la Seguridad Estructural de Edificaciones. México D.F.

Sundararajan, C. (Raj), 1995. Probabilistic Structural Mechanics Handbook. Theory and Industrial Applications.

Subdpto. Ingeniería y Construcción División Edificación Pública. Santiago de Chile. 2014. Dirección de arquitectura. Ficha de evaluación de daños para inspección rápida de edificios públicos. Versión 2.

Takeshi Jumonji. 1996. Norma Para la Evaluación del Nivel de Daño por Sismo en Estructuras y Guía Técnica de Rehabilitación (estructuras de concreto reforzado). Cuaderno de Investigación No 37. Centro Nacional de Prevención de Desastres. México,D.F.

Williams, Martin S., Sexsmith, Robert G. 1995. Seismic Damage Indices for Concrete Structures: A State-of-the-art Review. Earthquake Spectra. The Professional Journal of the Earthquake Engineering Research Institute. Volume11, Number 2.



@IDIGER



IDIGERBogota



C/IDIGER



idiger



idigerbogota

Diagonal 47 No.77A-09 Bogotá, Colombia

Teléfono: (57-1) 4 29 28 00

www.idiger.gov.co

Impresión: Subdirección Imprenta Distrital - D.D.I.



Asociación Colombiana de
Ingeniería Sísmica AIS