



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales

Informe: EIC-Lanamme-INF-0957-2023

INFORME DE ASESORÍA TÉCNICA PARA LA ASAMBLEA LEGISLATIVA,
DESPACHO LEGISLATIVO DEL DIPUTADO WALDO AGÜERO SANABRIA

EVALUACIÓN TÉCNICA DE VULNERABILIDAD Y VIABILIDAD
PARA LA FINALIZACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS
EN EL CTP JOSÉ MARÍA ZELEDON BRENES



Preparado por:

Programa de Ingeniería Estructural

Documento generado con base en el Art. 6, inciso b) de la Ley 8114 y lo señalado en el Capít.7, Art. 68 Reglamento al Art. 6 de la precitada ley, publicado mediante decreto DE-37016-MOPT, así como el artículo 84 de la Constitución Política de Costa Rica.

San José, Costa Rica, 21 de julio, 2023



Página intencionalmente dejada en blanco



1. Informe: EIC-Lanamme-INF-0957-2023		2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: INFORME DE ASESORIA TÉCNICA PARA LA ASAMBLEA LEGISLATIVA, DESPACHO LEGISLATIVO DEL DIPUTADO WALDO AGÜERO SANABRIA, CON RESPECTO A LA EVALUACIÓN TÉCNICA DE VULNERABILIDAD Y VIABILIDAD PARA LA FINALIZACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS EN EL CTP JOSÉ MARÍA ZELEDON BRENES		4. Fecha del Informe 21 de Julio, 2023
5. Organización y dirección: Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. Tel: (506) 2511-2500		
6. Información general Este informe, corresponde a una emisión de criterio técnico con respecto a la evaluación técnica de vulnerabilidad y viabilidad para la finalización de la construcción de edificios del CTP José María Zeledón Brenes cuya construcción se encuentra detenida, el cual es un producto del Programa de Ingeniería Estructural (PIE) – Lanamme UCR. Esto se realiza mediante la solicitud de la Asamblea Legislativa, específicamente mediante gestión emitida por el despacho del Diputado Waldo Agüero Sanabria, de conformidad con las competencias asignadas al Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LanammeUCR), mediante la Ley n.º 8114 y su reforma mediante la Ley 8603, así como lo establecido en el Decreto Ejecutivo número 37016 – MOPT, y el artículo 84 de la Constitución Política de la República de Costa Rica, en sintonía con los principios de eficiencia y eficacia en cuanto al uso del erario.		
7. Palabras clave 2023, Ingeniería Estructural, Vulnerabilidad Sísmica, Inspección, Construcción, Asesoría, FEMA, Rehabilitación, Edificación Educativa, EIC-Lanamme-INF-0957-2023.		8. Nivel de seguridad: Ninguno
9. Informe realizado por: Ingeniero Programa de Ingeniería Estructural	10. Revisado y aprobado por: Coordinador A.I del Programa de Ingeniería Estructural	11. Revisión legal por: Asesoría Legal LanammeUCR



Página intencionalmente dejada en blanco



RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe brinda una evaluación técnica de vulnerabilidad estructural de Nivel 1 y 2, para determinar el proceso a seguir con el fin de lograr la finalización de la construcción de los edificios de aulas No.3 y No.4, cuya construcción fue detenida en el año 2016, ubicados en el Colegio Técnico Profesional (CTP) José María Zeledón Brenes, localizado en el sector de El Llano, de San Miguel de Desamparados, de la provincia de San José.

Se realizó una revisión de la información técnica correspondiente del proyecto como lo son los planos y la bitácora de obra. Posteriormente, el Programa de Ingeniería Estructural (PIE) del LanammeUCR realizó una inspección en sitio para corroborar y analizar el estado actual de las edificaciones. Toda la información recopilada se utilizó para plantear una evaluación de vulnerabilidad estructural sísmica de nivel 1 y 2, partir de la guía del FEMA P-154.

A partir del análisis de documentación técnica provista, no hay evidencia de que se llevaran a cabo labores de control de calidad de manera continua a lo largo del proceso constructivo. Adicionalmente, a partir de la visita en sitio, se realizaron hallazgos en cuanto a daños constructivos que necesitan reparaciones, entre los que se destaca: fisuras, hormigueos, ausencia de mortero de pega en bloques, acero de refuerzo expuesto y oxidado, entre otros.

Respecto a los análisis de vulnerabilidad estructural de nivel 1 y 2, las estructuras indican que presentarán una probabilidad de falla menor que la requerida por el Código Sísmico de Costa Rica 2010 (revisión 2014). Sin embargo, se encontró la posibilidad de que, las columnas en los ejes de muros que poseen aberturas, no cumplan con los requerimientos de columna corta establecidos en el CSCR, lo que revela la necesidad de requerir una evaluación estructural, más detallada, para abordar los hallazgos conceptuales de diseño.

Por lo tanto, se recomienda que a los edificios de aulas se les realice una evaluación de vulnerabilidad estructural minuciosa, en la que se incluya extracción de núcleos, uso de pachómetros, así como dispositivos para la detección de acero y picas, para valorar el estado real actual de los materiales en las partes constructivas de la obra que ya fueron finalizadas. Adicionalmente, se recomienda que se determine y presente un plan de reparación de los daños constructivos encontrados, así como establecer un plan de control de calidad de los materiales para las etapas del proceso constructivo restantes, aspecto que deberá estar definido previo a la reanudación de las obras constructivas.



Página intencionalmente dejada en blanco



TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	4
TABLA DE CONTENIDO	7
1. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1 Objetivo General.....	10
1.2 Objetivos específicos.....	10
1.3 Alcance y limitaciones	10
1.3.1 Alcance.....	10
1.3.2 Limitaciones	12
2. ANTECEDENTES.....	14
2.1 Descripción del proyecto constructivo.....	14
2.1.1 Edificio de aulas no.3.....	15
2.1.2 Edificio de aulas no.4.....	18
2.2 Línea de tiempo de la etapa constructiva del proyecto	22
2.3 Información de bitácora de obra	23
2.4 Recomendaciones derivadas del estudio de los antecedentes	25
3. VISITA E INSPECCIÓN EN SITIO DE LOS EDIFICIOS DE AULAS NO.3 Y NO.4 DEL CTP JOSÉ MARÍA ZELEDÓN BRENES.....	26
4. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL SÍSMICA PRELIMINAR (NIVEL 1 Y 2) DE LAS EDIFICACIONES.....	28
4.1 Aspectos clave a tener en cuenta al completar el formulario	28
4.2 Completado del formulario del FEMA P-154.....	34
4.3 Análisis de resultados.....	36
5. CONCLUSIONES	37
6. RECOMENDACIONES.....	38



7. REFERENCIAS	39
APÉNDICE A: HALLAZGOS DE DAÑOS CONSTRUCTIVOS DETECTADOS A PARTIR DE LA VISITA EN SITIO DE LOS EDIFICIOS DE AULAS NO.3 Y NO.4, DEL CTP JOSÉ MARÍA ZELEDÓN BRENES,	40
APÉNDICE B: ENCUESTA DE EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL EDIFICIO DE AULAS NO.3 y NO.4 DEL CTP JOSÉ MARÍA ZELEDÓN BRENES	51
ANEXO A: CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DADOS POR LA PUBLICACIÓN FEMA P-154 RAPID VISUAL SCREENING OF BUILDINGS FOR POTENTIAL SEISMIC HAZARDS: A HANDBOOK	59



1. INTRODUCCIÓN

El presente informe brinda una evaluación técnica de vulnerabilidad estructural preliminar, conocida como de Nivel 1 y 2, para determinar el proceso a seguir con el fin de lograr la finalización de la construcción de edificios cuya obra fue detenida en el año 2016, ubicados en el Colegio Técnico Profesional (CTP) José María Zeledón Brenes, ubicado en el sector de El Llano, de San Miguel de Desamparados, de la provincia de San José.

La necesidad de aprovechar los recursos financieros limitados existentes, han motivado la solicitud de colaboración del CTP, en conjunto con la Dirección de Infraestructura Educativa (DIE) del Ministerio de Educación Pública (MEP), la cual fue canalizada por el actual diputado de la Asamblea Legislativa el señor Waldo Agüero Sanabria, y posteriormente remitida al Programa de Ingeniería Estructural (PIE) del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR) mediante correo electrónico del jueves 27 de abril a través de la asesora parlamentaria Giannina Padilla Ceciliano.

Para llevar a cabo este informe, se procedió a realizar una revisión de la información técnica correspondiente del proyecto como lo son los planos y la bitácora de obra. Posteriormente, el PIE realizó una inspección en sitio para corroborar y analizar el estado actual de las edificaciones. Toda la información recopilada se utilizó para plantear una evaluación de vulnerabilidad estructural sísmica, la cual abarca los aspectos relacionados a la conceptualización estructural, lo que se conoce como estudio de nivel 1 y 2, lo cual se realiza a partir del uso de normativa internacional avalada para estos fines. Por último, se destacan hallazgos en cuanto a daños o riesgos, en cuanto a la parte estructural ya construida, que se detectaron en sitio y que requieren una posible intervención de reparación o sustitución a llevarse a cabo durante el proceso constructivo.

Cabe destacar que los hallazgos y las recomendaciones presentadas en este informe se basan en la información recopilada hasta la fecha de inspección de las estructuras por parte del PIE, la cual fue realizada el 11 de mayo del 2023. Por lo tanto, las posteriores decisiones que se tomen en cuanto a las intervenciones que se realicen en las edificaciones, deben ir acompañadas de una verificación tendiente a que el estado de las estructuras se mantengan y no hayan desmejorado.



1.1 Objetivo General

Determinar si existe la necesidad de realizar un estudio de evaluación de vulnerabilidad estructural detallado (Nivel 3) en los edificios cuya construcción se encuentra detenida, ubicados en el CTP José María Zeledón Brenes, con el propósito de obtener un análisis integral de las condiciones actuales de las estructuras y evaluar los posibles riesgos y la viabilidad de retomar la construcción.

1.2 Objetivos específicos

- a) Revisar la documentación técnica del proyecto con el fin de comprender el proceso constructivo.
- b) Realizar una inspección visual del estado actual de la infraestructura educativa abandonada, a fin de identificar posibles riesgos o daños que hayan surgido a lo largo del tiempo, proporcionando una evaluación preliminar de las condiciones actuales de las edificaciones
- c) Evaluar la vulnerabilidad sísmica de la infraestructura educativa utilizando metodologías de nivel 1 y 2, a través de formularios estandarizados respaldados a nivel internacional para la evaluación, con el fin de determinar si la infraestructura cumple con las mejores prácticas para reducir los niveles de riesgo estructural y resistencia de las estructuras ante eventos sísmicos.
- d) Elaborar conclusiones y recomendaciones técnicas específicas para abordar los problemas estructurales identificados en la infraestructura educativa abandonada.

1.3 Alcance y limitaciones

1.3.1 Alcance

Para determinar si existe la necesidad de realizar un estudio de evaluación y vulnerabilidad estructural detallado (Nivel 3) en los edificios cuya construcción fue abandonada, en el CTP José María Zeledón Brenes, se hace uso del siguiente esquema de trabajo:



- Revisión de los antecedentes del proyecto: para esta etapa se hace una revisión de la documentación técnica del proyecto a la que se tuvo acceso: contratos de la etapa constructiva, minutas de reuniones entre el contratista, inspectores, y la junta educativa administradora del proyecto, oficios, carteles de licitación, bitácora de la obra, informes de laboratorios de control de calidad de los materiales, planos de la obra.
- Inspección en sitio de las obras abandonadas: Se realizó una visita de inspección el día 11 de mayo del 2023, en la cual se realizó un recorrido completo por cada una de las estructuras. La información recolectada es posteriormente utilizada para realizar un análisis del proceso constructivo, con el fin de determinar posibles riesgos o daños que hayan surgido a lo largo del tiempo, y que requieran ser subsanados.
- Evaluación de vulnerabilidad sísmica estructural de Nivel 1 y 2: Para determinar si la estructura cumple adecuadamente con los procesos de conceptualización para el correcto comportamiento del conjunto ante un evento sísmico, se procedió a hacer uso del documento Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook (FEMA P-154) del 2015, el cual presenta un procedimiento para realizar evaluaciones sísmicas en edificios mediante un "examen visual rápido", con el fin de identificar si la conceptualización estructural de las edificaciones fue inadecuada, lo que se conoce como un estudio de nivel 1 y 2, y por ende, determinar si se requiere de un estudio más detallado, el cual correspondería a uno de nivel 3. A partir de la puntuación que se obtenga, esta se correlaciona con una probabilidad de colapso. En secciones posteriores del presente informe se ahonda en los detalles del estudio realizado.

Una vez realizadas todas las etapas previamente descritas, se emite una serie de conclusiones y recomendaciones de carácter técnico, basadas en los hallazgos obtenidos, incluyendo posibles acciones ante los daños constructivos que se hayan detectado, que requieran mejoras estructurales o medidas de seguridad para retomar la construcción, y que a su vez permitan delimitar la necesidad de realizar una evaluación estructural detallada.



1.3.2 Limitaciones

El presente estudio abarcó únicamente las estructuras inconclusas a nivel constructivo de los edificios de aulas no.3 y no.4, que se encuentran en el CTP José María Zeledón Brenes. No se evaluó las estructuras correspondientes al área de comedor, baterías sanitarias, laguna de retención y muros de retención que forman parte integral de todo el proyecto constructivo.

La información utilizada para investigar los antecedentes del proyecto fue provista por la DIIE y la Junta Directiva del centro educativo. En donde se destaca que se tuvo acceso a una única bitácora de obra, la cual abarca el periodo constructivo que va del 11 de agosto del 2016 hasta el 30 de noviembre del 2016. Adicionalmente, se destaca que se tuvo acceso a un único estudio de control de calidad de materiales de la obra, cuyo informe fue entregado el 5 de enero del 2017, y el muestreo de los materiales ocurrió el 20 de diciembre del 2016.

No se realizaron entrevistas o consultas al personal encargado de llevar a cabo el proyecto constructivo como lo fue el maestro de obras, los inspectores de la obra, ni personal complementario como operarios, albañiles, peones, entre otros, así como tampoco se realizaron consultas a los ingenieros encargados de la parte del diseño estructural. Las únicas entrevistas o consultas realizadas fueron directamente a la junta directora del centro educativo, y al ing. German Alpizar Alfaro de la DIIE, los cuales no formaron parte del personal que dio seguimiento al proceso constructivo de las obras.

La evaluación de la vulnerabilidad sísmica se realiza mediante los formularios estandarizados de nivel 1 y nivel 2 del FEMA P-154, correspondiente a un análisis de conceptualización estructural., Igualmente, al ser esta encuesta de origen estadounidense, deben tomarse en cuenta las diferencias y limitaciones bajo las cuales se expresan los conocimientos técnicos en dicho país y Costa Rica, las cuales se destacan a continuación:

- La encuesta de la FEMA P-154 corresponde a una evaluación rápida y visual de los módulos estructurales definidos, cuyo proceso de elección está sujeto a algunos criterios que en ocasiones pueden resultar ambiguos. Un ejemplo de esto es el juicio con el que evalúa cada encuestador para determinar la existencia de un problema, y el asumir que una situación se presenta en todo el edificio cuando se observa en



uno o varios puntos. Sin embargo, la encuesta FEMA P-154 tiene más de 25 años de uso, en la que basado en los criterios de las miles de encuestas realizados en dicho periodo de tiempo, ha permitido incluir bastantes mejoras que minimizan la incertidumbre sujeta a las ambigüedades del método.

- La encuesta de la FEMA P-154 al ser de origen estadounidense, presenta diferencias bajo las cuales se expresan los conocimientos técnicos en dicho país y Costa Rica. En donde se destaca que estos expresan los parámetros de amenaza sísmica de forma diferente a la establecida en el Código Sísmico de Costa Rica. Para sobrepasar esta limitación se requirió equiparar la amenaza sísmica de Costa Rica al establecido por los formularios. Otra situación similar sucede con el tipo de suelo, para el cual se deben hacer uso de parámetros como la velocidad de corte o datos de ensayos como el SPT.
- A nivel de aplicación regional, es importante mencionar que esta encuesta ya ha sido utilizada en otros países como Ecuador por ejemplo (Cando, Jaramillo, Bucheli y Paredes, 2018), por lo cual, se verifica la posibilidad de que la encuesta puede ser utilizada apropiadamente en otros países aparte del de su origen.

Adicionalmente, para la evaluación realizada, y como se destacó al inicio de esta sección del informe, no se cuenta, de manera general, con ensayos de control de calidad de los materiales de la construcción, por lo que se deberá verificar la calidad de los materiales utilizados en los edificios evaluados, previo a retomar la posible construcción de los edificios abandonados.

Por último, cabe mencionar que la evaluación realizada es de carácter estructural, por lo tanto, no se llevó a cabo una evaluación exhaustiva de todos los otros aspectos relacionados que se pueden requerir para la finalización de los edificios abandonados, como lo son por ejemplo aspectos legales, estudios de impacto ambiental, análisis del sistema eléctrico y mecánico de los edificios, entre otros.



2. ANTECEDENTES

2.1 Descripción del proyecto constructivo

El proyecto desarrollado en el CTP José María Zeledón Brenes consistió en la construcción de cuatro edificios de dos plantas cada uno, los cuales corresponden a estructuras de muros de mampostería confinados con un marco de vigas y columnas de concreto reforzado, la ubicación de los edificios se detalla en la Figura 1. En cada edificio se van a ubicar 10 aulas, cinco aulas en el primer nivel, y cinco aulas en el segundo nivel, con el fin de dotar al colegio con la suficiente cantidad de aulas para impartir las materias técnicas y evitar el hacinamiento, ante la alta matrícula que posee el centro educativo.

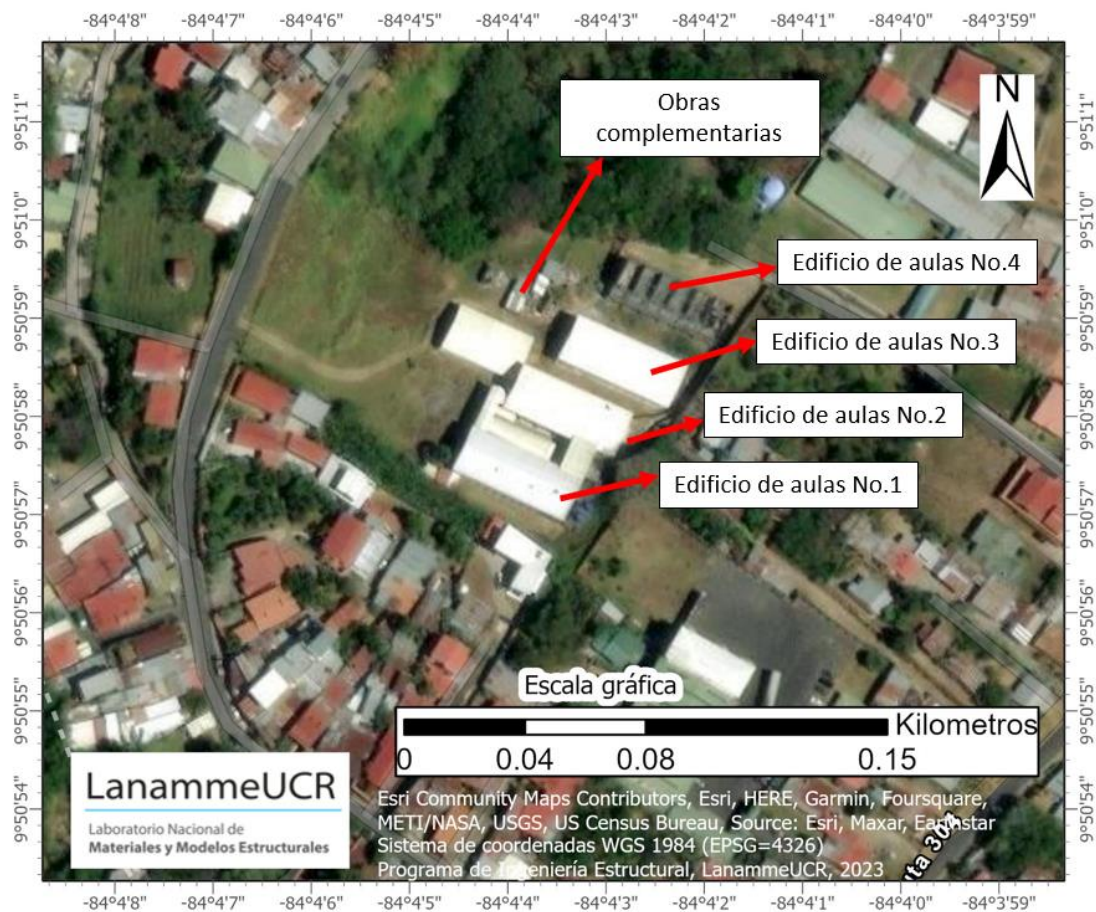


Figura 1. Vista satelital de ubicación de los edificios de aulas en el CTP José María Zeledón Brenes.

(Adaptado de Open Street Maps, 2023)



Cada edificio de aulas, adicionalmente, cuenta con dos baterías sanitarias, rampas de acceso y escaleras, adicionalmente, existe la posibilidad de utilizar aulas como oficinas administrativas.

Del total de cuatro edificios de aulas, los edificios No.1 y No.2 ya fueron construidos y entregados, por otro lado, los edificios No.3 y No.4 son aquellos cuya construcción fue detenida, con porcentajes de avance de construcción distintos. El detalle de estas edificaciones se destaca a continuación:

2.1.1 Edificio de aulas no.3

El edificio de aulas no.3 que forma parte del proyecto de infraestructura del CTP José María Zeledón Brenes tiene las siguientes características:

- Edificio de dos niveles, el cual posee un sistema estructura de tipo mampostería con refuerzo integral y confinado por columnas y vigas de concreto, en el cual los muros son construidos mediante uso de bloque tipo A, y las columnas y vigas son elaboradas con concreto reforzado. La cimentación se compone de placas corridas de concreto reforzado, ubicadas en todo el perímetro interno y externo de la estructura. La estructura de techo corresponde a una de tipo liviana compuesta por cerchas y clavadores de perfiles de acero laminados en frío y cubierta de lámina de hierro galvanizado, en el que a los costados se produce un cerramiento compuesto por un tapichel con mampostería reforzada.
- El diseño del edificio proviene de planos tipo, elaborados por la Dirección de Infraestructura Educativa del Ministerio de Educación Pública, los cuales corresponden a planos constructivos y estructurales estandarizados, para la construcción de espacios físicos. En la Figura 2 y 3 se adjunta la vista en planta, y la elevación longitudinal y elevación lateral transversal, respectivamente, que provienen de dichos planos.

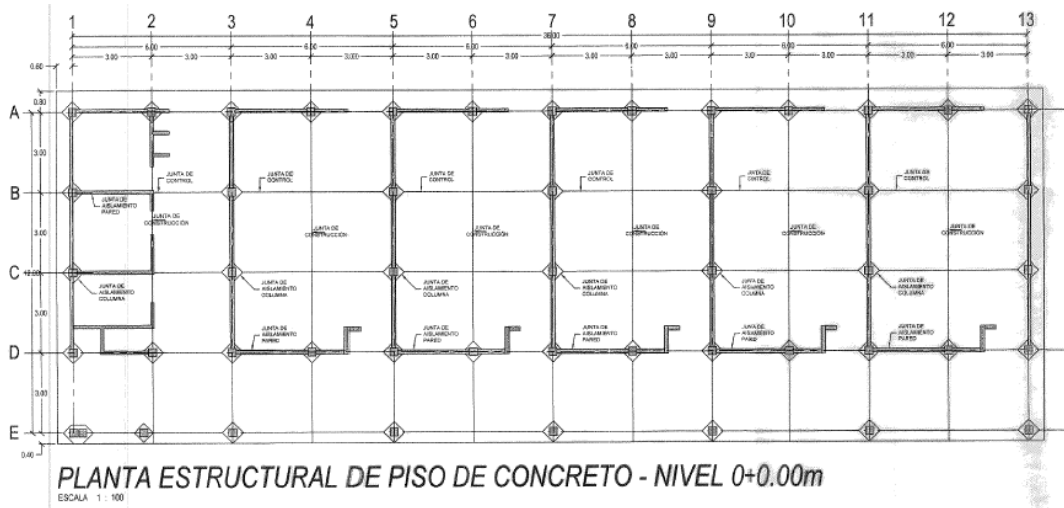


Figura 2. Vista en planta del primer nivel del edificio de aulas No.3 del CTP José María Zeledón Brenes, según planos constructivos

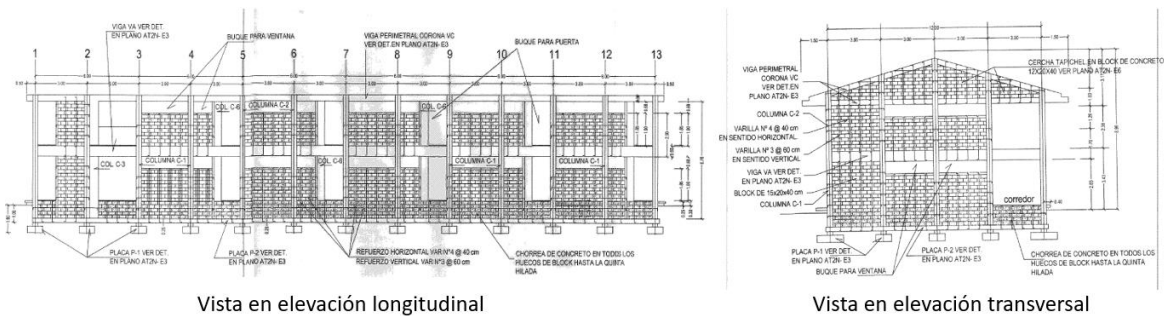


Figura 3. Vista en elevación longitudinal y transversal del primer nivel del edificio de aulas No.3 del CTP José María Zeledón Brenes, según planos constructivos

- A nivel de avance constructivo, la estructura se encuentra prácticamente completa a nivel de obra gris, lo que se encuentra pendiente de finalizar corresponde al colado de losa de contrapiso, la cual ya cuenta, en apariencia, con el relleno compactado. La obra muestra muy poco avance a nivel de acabados, lo único que se observa es un avance en el colocado de los repellos. En las Figuras 4, 5 y 6 se muestran los niveles de avance constructivos de manera ilustrativa.



Figura 4. Vista panorámica exterior frontal del grado de avance constructivo del edificio de aulas No.3 del CTP José María Zeledón Brenes



Figura 5. Vista panorámica exterior posterior del grado de avance constructivo del edificio de aulas No.3 del CTP José María Zeledón Brenes



Figura 6. Vista interior del grado de avance constructivo del edificio de aulas No.3 del CTP José María Zeledón Brenes

2.1.2 Edificio de aulas no.4

El edificio de aulas no.4 que forma parte del proyecto de infraestructura del CTP José María Zeledón Brenes tiene las siguientes características:

- Edificio de dos niveles, el cual posee un sistema estructura de tipo mampostería confinada, en el cual los muros son construidos mediante uso de bloque tipo A de Pedregal, y las columnas y vigas son elaboradas con concreto reforzado. La cimentación se compone de placas corridas de concreto reforzado, ubicadas en todo el perímetro interno y externo de la estructura. La estructura de techo corresponde a una de tipo liviana compuesta por cerchas y clavadores mediante perfiles acero en frío de hierro galvanizado, en el que a los costados se produce un cerramiento compuesto por un tapichel con mampostería reforzada.

- El diseño del edificio proviene de planos tipo, elaborados por la Dirección de Infraestructura Educativa del Ministerio de Educación Pública, los cuales corresponden a planos constructivos y estructurales estandarizados, para la construcción de espacios físicos. En la Figura 7 y 8 se adjunta la vista en planta, y la elevación longitudinal y elevación lateral transversal, respectivamente, que provienen de dichos planos.

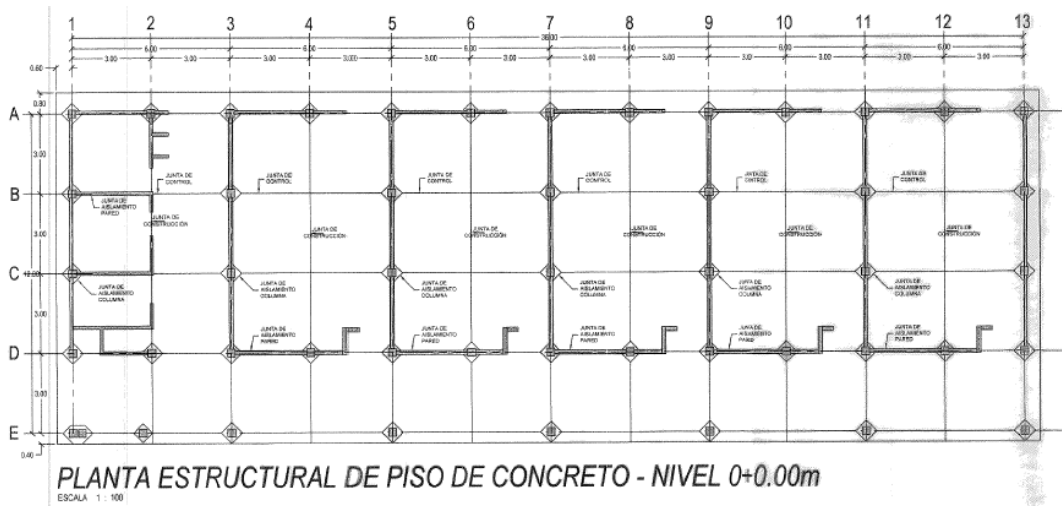
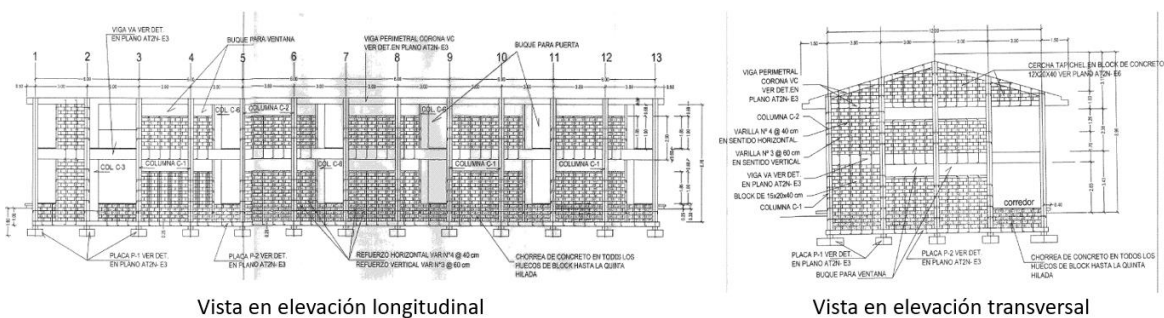


Figura 7. Vista en planta del primer nivel del edificio de aulas No.4 del CTP José María Zeledón Brenes, según planos constructivos



Vista en elevación longitudinal

Vista en elevación transversal

Figura 8. Vista en elevación longitudinal y transversal del primer nivel del edificio de aulas No.4 del CTP José María Zeledón Brenes, según planos constructivos



- A nivel de avance constructivo, la estructura se encuentra incompleta en estado de obra gris. Entre lo que ya se encuentra finalizado se destaca las cimentaciones, muros y columnas del primer nivel, entrepiso del segundo nivel, y lo que son las paredes y muros del segundo nivel muestran un nivel avanzado de avance. Está pendiente de finalizar algunas columnas y vigas que se encuentra con formaleta inclusive, colar compactar y colar los elementos del contrapiso y finalizar la cubierta de techo. En las Figuras 9, 10, 11 y 12 se muestran los niveles de avance constructivos de manera ilustrativa.



Figura 9. Vista panorámica exterior frontal del grado de avance constructivo del edificio de aulas No.4 del CTP José María Zeledón Brenes



Figura 10. Vista panorámica exterior posterior del grado de avance constructivo del edificio de aulas No.4 del CTP José María Zeledón Brenes



Figura 11. Vista interior del grado de avance constructivo del primer nivel del edificio de aulas No.4 del CTP José María Zeledón Brenes



Figura 12. Vista interior del grado de avance constructivo del segundo nivel del edificio de aulas No.4 del CTP José María Zeledón Brenes

2.2 Línea de tiempo de la etapa constructiva del proyecto

La construcción de todo el proyecto de edificios de aulas y las obras complementarias del CTP José María Zeledón Brenes ha estado sujeto a una serie de eventos que han conllevado a que en la actualidad la construcción de dos de los cuatro edificios principales se mantenga inconclusa. Por lo tanto, se procedió a analizar el contexto que ha conllevado a la situación descrita, a partir de la revisión documental del expediente técnico del proyecto, el cual fue compartido por la Junta Administrativa del CTP, y se extraen los siguientes hitos a continuación:

- El CTP empezó obras de la primera etapa constructiva de la infraestructura educativa, la cual contemplaba inicialmente la construcción del primer edificio de aulas, entre finales del 2012 e inicios del 2013.
- El 09 de marzo del 2017 se recomendó la suspensión técnica de las obras debido a que, a nivel de gestión administrativa, se determinó el incumplimiento de los objetivos del proyecto, entre los problemas señalados, los cuales se detallan en documento oficial de la junta administrativa del CTP, con fecha del miércoles 10 de mayo del 2017, se indica que se debe a múltiples incumplimientos en el cuidado de los materiales, propiedad pública y atrasos en los plazos de avance y cronograma convenidos en el contrato.



- El 26 de mayo del 2017, según oficio DIIE-DEC-0798-2017, se indica que se está empezando a notar deterioro en las obras inconclusas, donde se destaca que se informa acerca de afectación importante en los materiales adquiridos previo a la suspensión de las obras. Adicionalmente, se resalta la siguiente frase: *"en el momento de activación de las obras se deba hacer una valoración del estado de las obras y características de sus componente para determinar si esos elementos cumplen con los requisitos mínimos que se estipulan en códigos y normas para este tipo de obras y sus componentes"*.
- En oficio del 31 de mayo del 2019, DVM-DIEE-DEC-0918-2019, se levanta la suspensión técnica de las obras, y se ordena la continuación de las obras pendientes del edificio de aulas No.2. Para el caso de los edificios de aulas No.3 y No.4, se deberá de realizar una contratación independiente para determinar el estado estructural de las obras, para determinar su adecuado acondicionamiento y terminación.
- Por medio de oficio DVM-A-DIEE-DEC-0116-2020, el 21 de enero del 2020, se informa la finalización de la construcción del edificio 2.
- En el 2022, se publica cartel de licitación para realizar una evaluación estructural de las obras inconclusas, donde se busca realizar un estudio de vulnerabilidad estructural de los dos edificios de aulas de dos niveles pendientes, con sus respectivas obras complementarias, aspecto fundamental para retomar las obras, las cuales ya cuentan con mano de obra adjudicada. Sin embargo, a la fecha de elaboración del presente informe, no se indica si hubo oferente y/o ya se realizó el estudio.

2.3 Información de bitácora de obra

Se procedió a revisar y analizar el expediente técnico del proyecto de construcción de los edificios de aulas No.3 y No.4 en el CTP José María Zeledón Brenes, que incluye una única bitácora de obra disponible y un único estudio de control de calidad de los materiales. Esto se realizó para complementar los posteriores análisis de los hallazgos de daños o riesgos presentes en las edificaciones, así como para identificar lugares de interés que requieren atención especial previo a la visita que se realizó al sitio de las obras.



Se destacan los siguientes hallazgos que han quedado documentados en el expediente técnico del proyecto, así como en el documento de la bitácora de la obra EG-003614:

- En la página 4 de la bitácora de obra se menciona la colocación de columnas en las baterías de los baños, que no forman parte de los planos constructivos, y no se presentó el respectivo diseño y análisis para determinar que no afectan el comportamiento íntegro de la estructura.
- En la página 48 de la bitácora de obra se indican incumplimientos en cuanto a los tiempos de colocación del mortero de pega de bloques, aspecto que puede influir en la formación de grietas en los muros.
- En la página 48 de la bitácora de obra se destaca que se han usado instrumentos incorrectos para colocar el concreto de relleno de las celdas y que quede debidamente compactado. Adicionalmente en la página 59 se menciona que se realizaron 15 pruebas a los bloques de mampostería debajo del nivel de piso terminado, es decir subterráneas, para detectar si el concreto colado dentro de ellas fue vertido correctamente. A partir de ello el 33% (5 de 15) de las pruebas realizadas salieron defectuosas debido a que había celdas que se encontraban totalmente vacías, cuando debían contar con concreto de relleno. Se menciona en la bitácora que este tipo de detalles pueden derivar en posteriores manchas de filtraciones de agua en los bloques de mampostería cercanos a la cimentación.
- En la página 50 de la bitácora de obra se indica la importancia de realizar pruebas de control de calidad de los materiales, en específico para el caso mencionado correspondiente a las resistencias de los concretos. Adicionalmente, en la página 54, se solicita el plan de control de calidad que se debe aplicar a los materiales colocados y los que se vayan a colocar, previo a esto no se contaba con uno.
- En la página 56 de la bitácora de obra se menciona la aparición de “hormigueros” en los elementos de concreto, en el cual se señala como una de las posibles causas la altura a la que se están colando los elementos, por ende, se procedió a limitar este parámetro.



- En el oficio DIEE-DEC-0798-2017, elaborado por la DIE, se externa la preocupación ante el deterioro del material que ha quedado a la intemperie como lo son los morteros, el cemento, aislantes térmicos de techos y tuberías PVC.

2.4 Recomendaciones derivadas del estudio de los antecedentes

A partir de la revisión de los antecedentes de la estructura se deduce lo siguiente:

- Se recomienda que todo aquel material que haya quedado a la intemperie desde la fecha de paralización de las obras y hasta el día en que se reanuden las obras, no se haga uso de ellos y se deseche. La única excepción a esta anotación corresponde a las piezas de acero, las cuales pueden ser limpiadas y tratadas para seguir siendo utilizadas, aspecto que debe ser aprobado por profesionales calificados.
- Como a nivel de expediente técnico del proyecto, se cuenta con evidencia de un único estudio de control de calidad de materiales, de una zona muy puntual (es decir que no abarca el proyecto a nivel global), con el fin de que se pueda continuar con las obras que se encuentran paralizadas de la manera apropiada, es fundamental que se realicen pruebas de control de calidad de los materiales a los elementos que ya se encuentran contruidos en los edificios de aulas no. 3 y no. 4, así como a los materiales que se lleguen a utilizar para su culminación.



3. VISITA E INSPECCIÓN EN SITIO DE LOS EDIFICIOS DE AULAS NO.3 Y NO.4 DEL CTP JOSÉ MARÍA ZELEDÓN BRENES.

El Programa de Ingeniería Estructural del LanammeUCR procedió a realizar una inspección en sitio de la edificación con el fin de detectar posibles daños constructivos y deterioros presentes en las estructuras de los edificios de aulas No.3 y No.4 que se hayan podido desarrollar en el tiempo en el que la obra se ha mantenido inconclusa. La visita se llevó a cabo el día 11 de mayo del 2023.

Los hallazgos, obtenidos producto de dicha inspección se enlistan de forma breve a continuación, si se quiere ahondar en el detalle de cada una de las deficiencias, así como las fotografías que las ilustran, se debe consultar el Apéndice A del presente informe.

Para el caso del edificio de aulas No.3, se detectó lo siguiente:

- Agrietamiento en esquinas de columnas.
- Perdida de protección anticorrosiva en cerchas de techo.
- Desprendimientos de concreto.
- Hormiguo en elementos de concreto.
- Agrietamiento vertical en muros de mampostería.
- Corte inadecuado de bloques de mampostería.
- Falla por retracción del mortero en muro de mampostería.
- Filtraciones en borde inferior de los muros de mampostería.
- Prevista eléctrica embebida incorrectamente.
- Viga con pérdida de recubrimiento.
- Viga y muro con agrietamiento en zona cercana al tapichel.

Para el caso del edificio de aulas No.4, se detectó lo siguiente:

- Agrietamiento en esquinas de columnas.
- Perdida de protección anticorrosiva en cerchas de techo.
- Bloques sin mortero de pega.
- Columna falseada.
- Escombros en zona de futura colocación del contrapiso.



- Agrietamiento en bloques de mampostería.
- Hormiguo en elementos de concreto.
- Hongos en bloques de estereofon del entrepiso.
- Acero de refuerzo expuesto oxidado/corroído.

A nivel general, los hallazgos a nivel constructivo detectados en los edificios de aulas No.3 y No.4, del CTP José María Zeledón Brenes, se considera que son daños que no requieren de la realización de un estudio de vulnerabilidad detallado (Nivel 3) para que estos puedan ser solventados y reparados, sin que estos lleguen a comprometer los elementos aledaños de las que se componen las edificaciones. Eso sí, las soluciones finales para resolver cada hallazgo detectado deberán de ser aprobados por un profesional calificado.

De la situación mencionada en el párrafo anterior, se debe destacar una única excepción, y corresponde al agrietamiento detectado en las esquinas de las columnas que se encuentran en las aberturas de los ventanales, y las baterías sanitarias de la edificación, dado que por la forma en que se visualiza su conceptualización puede que con el tiempo se pueda presentar un efecto de columna corta, lo que a la postre si puede derivar en daños severos en la edificación. Acerca de este último punto, se ahonda con más detalle en la siguiente sección del presente informe. Por lo tanto, para este tipo de hallazgo se recomienda que se verifique con el diseñador de los planos tipo de esta obra, si este fenómeno fue contemplado en la conceptualización de la obra. En caso de que no haya sido así, se debe plantear la posibilidad de un estudio de vulnerabilidad detallado, para solventar este hallazgo.



4. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL SÍSMICA PRELIMINAR (NIVEL 1 Y 2) DE LAS EDIFICACIONES

Para determinar la viabilidad técnica de finalización de la construcción de los edificios de aulas que quedaron inconclusos, se procedió a analizar la vulnerabilidad sísmica preliminar (Nivel 1 y 2) de la estructura, esto con el fin de detectar si esta fue conceptualizada de manera correcta en su diseño. Para ello, como se indicó en secciones anteriores, que esto se realiza mediante la aplicación del documento “*Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook (FEMA P-154)*” del 2015.

4.1 Aspectos clave a tener en cuenta al completar el formulario

La evaluación del FEMA se realiza mediante un formulario pre-evento a edificios con el fin de determinar un indicador preliminar de la probabilidad de colapso ante un evento sísmico.

La encuesta se divide en dos partes: el Nivel 1 y el Nivel 2. Ambos niveles fueron creados con la idea de que fuera una metodología rápida de realizar a través de una inspección visual, sin necesidad de hacer análisis estructural profundo. Sin embargo, el Nivel 2 es más detallado y requiere de más conocimiento técnico por parte de los analistas. Eso sí, se debe destacar que el formulario de Nivel 2, requiere como insumo inicial, la calificación que se haya otorgado en el formulario de Nivel 1, de ahí que se vuelve necesario completar ambos formularios.

Para cada nivel de evaluación se establecen cinco tipos de versiones distintas de los formularios del FEMA, basados en el tipo de región sísmica donde se está aplicando el formulario, el cual puede ser baja, moderada, moderadamente alta, alta y de muy alta sismicidad, lo cual se define a través de la aceleración espectral.

El sistema propuesto por la FEMA consiste en asignar una puntuación a diferentes características, como, por ejemplo, el año en que fueron construidos los edificios al compararlo con el año en que se creó una legislación que regula el diseño sísmico en el país. Abarca también el material con el que fue construido y diferentes irregularidades físicas de las estructuras, como, por ejemplo, que los niveles de un edificio tengan diferente altura o edificios en planta con forma de "L". En las Figuras 13 y 14 se observa a manera



de ejemplo los formularios utilizados por el FEMA P-154, para el caso de una zona de riesgo sísmico alto.

**Level 1
HIGH Seismicity**

**Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards
FEMA P-154 Data Collection Form**

PHOTOGRAPH

SKETCH

Address: _____ Zip: _____

Other Identifiers: _____

Building Name: _____

Use: _____

Latitude: _____ Longitude: _____

St: _____ St: _____

Screener(s): _____ Date/Time: _____

No. Stories: Above Grade: _____ Below Grade: _____ Year Built: EST

Total Floor Area (sq. ft.): _____ Code Year: _____

Additions: None Yes, Year(s) Built: _____

Occupancy: Assembly Commercial Emer. Services Historic Shelter
Industrial Office School Government
Utility Warehouse Residential, # Units: _____

Soil Type: A Hard B Avg C Dense D Stiff E Soft F Poor DNK
Rock Rock Soil Soil Soil Soil
DNK assume Type D.

Geologic Hazards: Liquefaction: Yes/No/DNK Landslide: Yes/No/DNK Surf. Rupt.: Yes/No/DNK

Adjacency: Pounding Falling Hazards from Taller Adjacent Building

Irregularities: Vertical (type/severity) _____
 Plan (type) _____

Exterior Falling Hazards: Unbraced Chimneys Heavy Cladding or Heavy Veneer
 Parapets Appendages
 Other: _____

COMMENTS: _____

Additional sketches or comments on separate page

BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL LEVEL 1 SCORE, S _{L1}																		
FEMA BUILDING TYPE	Do Not Know	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM NF)	C1 (MRF)	C2 (BR)	C3 (URM NF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
Basic Score		3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.6	2.0	1.7	1.5	2.0	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	1.0	1.5
Severe Vertical Irregularity, V ₁		-1.2	-1.2	-1.2	-1.0	-1.0	-1.1	-1.0	-0.8	-0.9	-1.0	-0.7	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.7	NA
Moderate Vertical Irregularity, V ₂		-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	NA
Plan Irregularity, P ₁		-1.1	-1.0	-1.0	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.5	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	-0.4	NA
Pre-Code		-1.1	-1.0	-0.9	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.5	-0.3	-0.5	-0.5	0.0	-0.1
Post-Benchmark		1.6	1.9	2.2	1.4	1.4	1.1	1.9	NA	1.9	2.1	NA	2.0	2.4	2.1	2.1	NA	1.2
Soil Type A or B		0.1	0.3	0.5	0.4	0.6	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.6	0.4	0.5	0.5	0.3	0.3
Soil Type E (1-3 stories)		0.2	0.2	0.1	-0.2	-0.4	0.2	-0.1	-0.4	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4
Soil Type E (> 3 stories)		-0.3	-0.6	-0.9	-0.6	-0.6	NA	-0.6	-0.4	-0.5	-0.7	-0.3	NA	-0.4	-0.5	-0.6	-0.2	NA
Minimum Score, S _{min}		1.1	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0

FINAL LEVEL 1 SCORE, S_{L1} ≥ S_{min}:

EXTENT OF REVIEW	OTHER HAZARDS	ACTION REQUIRED
Exterior: <input type="checkbox"/> Partial <input type="checkbox"/> All Sides <input type="checkbox"/> Aerial Interior: <input type="checkbox"/> None <input type="checkbox"/> Visible <input type="checkbox"/> Entered Drawings Reviewed: <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No Soil Type Source: _____ Geologic Hazards Source: _____ Contact Person: _____	Are There Hazards That Trigger A Detailed Structural Evaluation? <input type="checkbox"/> Pounding potential (unless S _{L2} > cut-off, if known) <input type="checkbox"/> Falling hazards from taller adjacent building <input type="checkbox"/> Geologic hazards or Soil Type F <input type="checkbox"/> Significant damage/deterioration to the structural system	Detailed Structural Evaluation Required? <input type="checkbox"/> Yes, unknown FEMA building type or other building <input type="checkbox"/> Yes, score less than cut-off <input type="checkbox"/> Yes, other hazards present <input type="checkbox"/> No Detailed Nonstructural Evaluation Recommended? (check one) <input type="checkbox"/> Yes, nonstructural hazards identified that should be evaluated <input type="checkbox"/> No, nonstructural hazards exist that may require mitigation, but a detailed evaluation is not necessary <input type="checkbox"/> No, no nonstructural hazards identified <input type="checkbox"/> DNK
LEVEL 2 SCREENING PERFORMED? <input type="checkbox"/> Yes, Final Level 2 Score, S _{L2} _____ <input type="checkbox"/> No Nonstructural hazards? <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No		

Where information cannot be verified, screener shall note the following: EST = Estimated or unreliable data OR DNK = Do Not Know

Legend: MRF = Moment-resisting frame RC = Reinforced concrete URM NF = Unreinforced masonry infill MH = Manufactured Housing PD = Flexible diaphragm
BR = Braced frame SW = Shear wall TU = Tilt up LM = Light metal RD = Rigid diaphragm

Figura 13. Formulario de nivel 1, para zona sísmica de riesgo alto, de acuerdo al FEMA P-154

Fuente: Federal Emergency Management Agency, 2015



Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards

Level 2 (Optional)
HIGH Seismicity

FEMA P-154 Data Collection Form

Optional Level 2 data collection to be performed by a civil or structural engineering professional, architect, or graduate student with background in seismic evaluation or design of buildings.

Bldg Name:	Final Level 1 Score: $S_{L1} =$	$S_{L1} =$	(do not consider S_{MN})
Screened:	Level 1 Irregularity Modifiers: $V_{L1} =$	Vertical Irregularity, $V_{L1} =$	Plan Irregularity, $P_{L1} =$
Date/Time:	ADJUSTED BASELINE SCORE: $S' = (S_{L1} - V_{L1} - P_{L1}) =$		

STRUCTURAL MODIFIERS TO ADD TO ADJUSTED BASELINE SCORE

Topic	Statement (If statement is true, circle the "Yes" modifier, otherwise cross out the modifier.)	Yes	Subtotals
Vertical Irregularity, V_{L2}	Sloping Site	W1 building: There is at least a full story grade change from one side of the building to the other.	-1.2
	Weak and/or Soft Story (circle one maximum)	Non-W1 building: There is at least a full story grade change from one side of the building to the other.	-0.3
		W1 building cripple wall: An unbraced cripple wall is visible in the crawl space.	-0.6
	W1A building open front: There are openings at the ground story (such as for parking) over at least 50% of the length of the building.	W1 house over garage: Underneath an occupied story, there is a garage opening without a steel moment frame, and there is less than 8' of wall on the same line (for multiple occupied floors above, use 16' of wall minimum).	-1.2
		Non-W1 building: Length of lateral system at any story is less than 50% of that at story above or height of any story is more than 2.0 times the height of the story above.	-0.9
		Non-W1 building: Length of lateral system at any story is between 50% and 75% of that at story above or height of any story is between 1.3 and 2.0 times the height of the story above.	-0.5
	Setback	Vertical elements of the lateral system at an upper story are outboard of those at the story below causing the diaphragm to cantilever at the offset.	-1.0
		Vertical elements of the lateral system at upper stories are inboard of those at lower stories.	-0.5
	Short Column/ Pier	There is an in-plane offset of the lateral elements that is greater than the length of the elements.	-0.3
		C1, C2, C3, PC1, PC2, RM1, RM2: At least 20% of columns (or piers) along a column line in the lateral system have height/depth ratios less than 50% of the nominal height/depth ratio at that level.	-0.5
C1, C2, C3, PC1, PC2, RM1, RM2: The column depth (or pier width) is less than one half of the depth of the spandrel, or there are infill walls or adjacent floors that shorten the column.		-0.5	
Split Level	There is a split level at one of the floor levels or at the roof.	-0.5	
	Other	There is another observable severe vertical irregularity that obviously affects the building's seismic performance.	-1.0
Plan Irregularity, P_{L2}	Irregularity	There is another observable moderate vertical irregularity that may affect the building's seismic performance.	-0.5
	Torsional irregularity: Lateral system does not appear relatively well distributed in plan in either or both directions. (Do not include the W1A open front irregularity listed above.)	Non-parallel system: There are one or more major vertical elements of the lateral system that are not orthogonal to each other.	-0.7
		Reentrant corner: Both projections from an interior corner exceed 25% of the overall plan dimension in that direction.	-0.4
		Diaphragm opening: There is an opening in the diaphragm with a width over 50% of the total diaphragm width at that level.	-0.4
		C1, C2 building out-of-plane offset: The exterior beams do not align with the columns in plan.	-0.2
Other irregularity: There is another observable plan irregularity that obviously affects the building's seismic performance.	-0.4		
Redundancy	The building has at least two bays of lateral elements on each side of the building in each direction.	-0.7	
Pounding	The building is separated from an adjacent structure by less than 1% of the height of the shorter of the building and adjacent structure and:	-0.3	
	The floors do not align vertically within 2 feet.	-1.0	
S2 Building	One building is 2 or more stories taller than the other.	-1.0	
	The building is at the end of the block.	-0.5	
C1 Building	"K" bracing geometry is visible.	-1.0	
PC1/RM1 Bldg	Flat plate serves as the beam in the moment frame.	-0.4	
PC1/RM1 Bldg	There are roof-to-wall ties that are visible or known from drawings that do not rely on cross-grain bending. (Do not combine with post-benchmark or retrofit modifier.)	-0.3	
URM	The building has closely spaced, full height interior walls (rather than an interior space with few walls such as in a warehouse).	-0.4	
MH	Gable walls are present.	-1.2	
Retrofit	There is a supplemental seismic bracing system provided between the carriage and the ground.	+1.4	
	Comprehensive seismic retrofit is visible or known from drawings.		

FINAL LEVEL 2 SCORE, $S_{L2} = (S' + V_{L2} + P_{L2} + M) \geq S_{MIN}$ (Transfer to Level 1 form)

There is observable damage or deterioration or another condition that negatively affects the building's seismic performance: Yes No
If yes, describe the condition in the comment box below and indicate on the Level 1 form that detailed evaluation is required independent of the building's score.

OBSERVABLE NONSTRUCTURAL HAZARDS				
Location	Statement (Check "Yes" or "No")	Yes	No	Comment
Exterior	There is an unbraced unreinforced masonry parapet or unbraced unreinforced masonry chimney.			
	There is heavy cladding or heavy veneer.			
	There is a heavy canopy over exit doors or pedestrian walkways that appears inadequately supported.			
	There is an unreinforced masonry appendage over exit doors or pedestrian walkways.			
	There is a sign posted on the building that indicates hazardous materials are present.			
	There is a taller adjacent building with an unanchored URM wall or unbraced URM parapet or chimney.			
Interior	Other observed exterior nonstructural failing hazard:			
	There are hollow clay tile or brick partitions at any stair or exit corridor.			
	Other observed interior nonstructural failing hazard:			
Estimated Nonstructural Seismic Performance (Check appropriate box and transfer to Level 1 form conclusions)				
<input type="checkbox"/> Potential nonstructural hazards with significant threat to occupant life safety → Detailed Nonstructural Evaluation recommended <input type="checkbox"/> Nonstructural hazards identified with significant threat to occupant life safety → But no Detailed Nonstructural Evaluation required <input type="checkbox"/> Low or no nonstructural hazard threat to occupant life safety → No Detailed Nonstructural Evaluation required				
Comments:				

Figura 14. Formulario de nivel 2, para zona sísmica de riesgo alto, de acuerdo al FEMA P-154

Fuente: Federal Emergency Management Agency, 2015



Según este diagnóstico de Nivel 1 y 2, entre mayor sea la puntuación obtenida, menos vulnerable a sismos es la estructura. Si se obtiene un puntaje de 2, esto representa que hay una probabilidad 10^2 es decir de 1 en 100, de que el edificio colapse en un sismo con aceleraciones similares a las de diseño; si se obtiene un puntaje de 3, sería una probabilidad de 10^3 , probabilidad de 1 en 1000, y así sucesivamente.

Para entender la significancia que tiene la probabilidad de colapso mencionada previamente, esta correspondería a incumplir el que la estructura se mantenga operativa, para un sismo cuya máxima aceleración espectral varía en función de tipo de zona sísmica que está evaluando:

- Para zona sísmica baja, un valor de aceleración espectral de 0.25 g.
- Para zona sísmica moderada, un valor de aceleración espectral de 0.50 g.
- Para zona sísmica moderadamente alta, un valor de aceleración espectral de 1.0 g.
- Para zona sísmica alta, un valor de aceleración espectral de 1.5 g.
- Para zona sísmica muy alta, un valor de aceleración espectral mayor a 1.5 g.

En cuanto a los criterios que se utilizan para definir si las estructuras presentan irregularidades en planta, irregularidades en altura, o presentan riesgo de golpeteo, estos se adjuntan en el Anexo A. En las Figuras 15 y 16, se presenta un ejemplo del tipo de irregularidades en altura y planta que se evalúan en los formularios, respectivamente.



	Vertical Irregularity	Severity	Level 1 Instructions
Sloping Site		Varies	Apply if there is more than a one-story slope from one side of the building to the other. Evaluate as Severe for W1 buildings as shown in Figure (a); evaluate as Moderate for all other building types as shown in Figure (b).
Unbraced Cripple Wall		Moderate	Apply if unbraced cripple walls are observed in the crawlspace of the building. This applies to W1 buildings. If the basement is occupied, consider this condition as a soft story.
Weak and/or Soft Story		Severe	Apply: Figure (a): For a W1 house with occupied space over a garage with limited or short wall lengths on both sides of the garage opening. Figure (b): For a W1A building with an open front at the ground story (such as for parking). Figure (c): When one of the stories has less wall or fewer columns than the others (usually the bottom story). Figure (d): When one of the stories is taller than the others (usually the bottom story).
Out-of-Plane Setback		Severe	Apply if the walls of the building do not stack vertically in plan. This irregularity is most severe when the vertical elements of the lateral system at the upper levels are outboard of those at the lower levels as shown in Figure (a). The condition in Figure (b) also triggers this irregularity. If nonstacking walls are known to be nonstructural, this irregularity does not apply. Apply the setback if greater than or equal to 2 feet.

Figura 15. Ejemplo de irregularidades en altura evaluadas en el FEMA P-154

Fuente: Federal Emergency Management Agency, 2015

Plan Irregularity		Level 1 Instructions
Torsion	<p>(a) (b)</p>	Apply if there is good lateral resistance in one direction, but not the other, or if there is eccentric stiffness in plan (as shown in Figures (a) and (b); solid walls on two or three sides with walls with lots of openings on the remaining sides).
Non-Parallel Systems		Apply if the sides of the building do not form 90-degree angles.
Reentrant Corner		Apply if there is a reentrant corner, i.e., the building is L, U, T, or + shaped, with projections of more than 20 feet. Where possible, check to see if there are seismic separations where the wings meet. If so, evaluate for pounding.
Diaphragm Openings		Apply if there is an opening that has a width of over 50% of the width of the diaphragm at any level.
Beams do not align with columns		Apply if the exterior beams do not align with the columns in plan. Typically, this applies to concrete buildings, where the perimeter columns are outboard of the perimeter beams.

Figura 16. Ejemplo de irregularidades en planta evaluadas en el FEMA P-154

Fuente: Federal Emergency Management Agency, 2015

En la siguiente sección se muestra el análisis realizado para las estructuras del edificio de aulas no.3 y no.4 que se encuentran inconclusos, en donde se destaca que los formularios al evaluar directamente aspectos de conceptualización, que como se detalló previamente corresponden a características como irregularidades en planta y en altura, y al ser las estructuras a evaluar habiéndose concebido bajo el mismo diseño, dado que utilizan platos tipo de la DIIE, implica que se puede llenar un único formulario de Nivel 1 y Nivel 2, para evaluar ambas estructuras.



4.2 Completado del formulario del FEMA P-154

Para el completado del formulario del FEMA P-154, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para el tipo de suelo, dado que no se cuenta con estudio de suelo, el Código Sísmico de Costa Rica (CSCR, 2010), en su sección 2.2 define que “*Cuando las propiedades del sitio no se conozcan con suficiente detalle se supone un sitio de cimentación tipo S3, salvo que el profesional responsable del diseño considere que el tipo S4*”. Por lo tanto, se decidió hacer uso de las características de un suelo tipo S3.
- Para homologar el tipo de suelo seleccionado en el punto anterior, con respecto a los seis tipos de suelo que propone el FEMA P-154, esta publicación en su sección 2.8.6 permite establecer la comparación a partir de datos como lo son la velocidad de corte, el número de golpes del ensayo de penetración estándar y la resistencia al corte no drenada. Una vez aplicados los criterios del FEMA P-154, se obtiene un tipo de suelo E.
- Con el fin de homologar los tipos de zona sísmica entre el CSCR (2014) y el FEMA P-154, se procedió a construir un gráfico de aceleración espectral contra periodo, para ello se consideró lo siguiente: los valores del FED son los correspondientes a los de una zona sísmica de tipo III con suelo S3, y un factor de importancia igual a 1, dado que se trata de un centro educativo con más de 300 estudiantes. A partir de estos datos se crea el espectro que se muestra en la Figura 17, para el cual se obtiene un valor de periodo de onda corta de 0,9 g, mientras que para la onda larga es de 0,36 g, parámetros que son equivalentes al de una zona sísmica alta, de acuerdo a los criterios del FEMA P-154, en su sección 2.6.2.

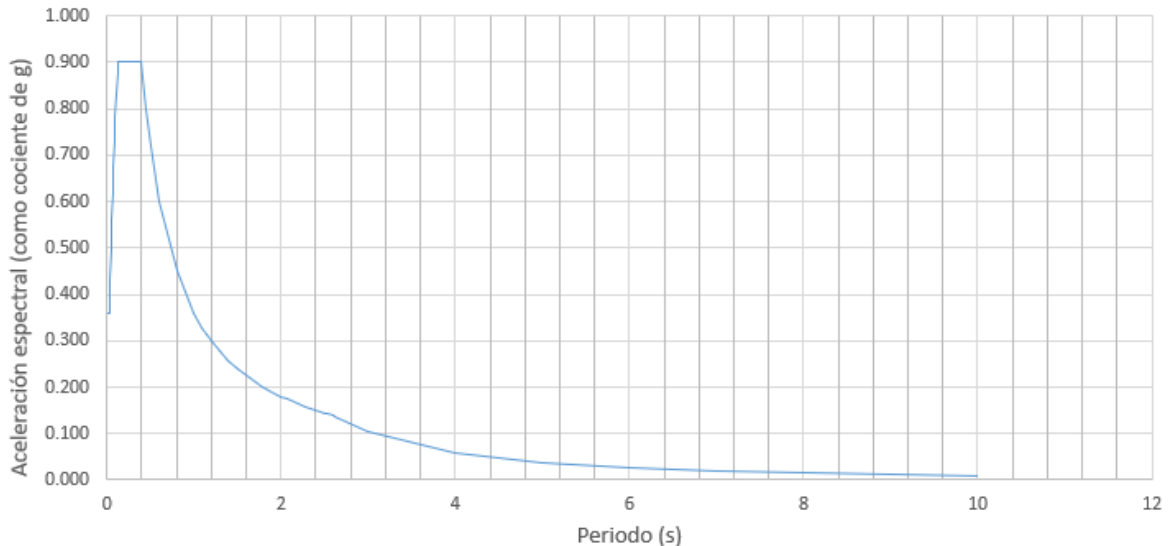


Figura 17. Espectro utilizado para definir el periodo de onda corta y larga

- Para seleccionar adecuadamente las puntuaciones para la calificación del estado de vulnerabilidad sísmica de la estructura, estas se definen de acuerdo al tipo de edificio que se tenga, según la sección 2.6.3 del FEMA P-154, los cuales incluyen concreto, acero, madera, mampostería, prefabricado, híbridos, entre otros. Para este caso en particular se selecciona el de tipo RM2, correspondiente a mampostería reforzada con diafragma rígido.

A partir de los datos anteriores se procede a obtener las distintas puntuaciones para determinar la calificación de probabilidad de colapso, la cual se asocia a la vulnerabilidad sísmica de la estructura, a partir de los criterios del FEMA P-154, de tipo nivel 1 y nivel 2 para una edificación de tipo RM2, si se quiere ahondar en el detalle de cada parámetro que fue evaluado para llegar a la calificación final, los formularios y tablas utilizados en el proceso se pueden consultar en el Apéndice B.

A continuación, se presenta un resumen de las calificaciones finales obtenidas:

- Para el formulario de nivel 1, se obtuvo una calificación de 2.1, lo cual implica una probabilidad de colapso de 1 en 125 (0,8 %).
- Para el formulario de nivel 2, se obtuvo una calificación de 2.3, lo cual implica una probabilidad de colapso de 1 en 200 (0,5 %).



4.3 Análisis de resultados

Como se detalló en la sección anterior, se obtuvo que las calificaciones obtenidas son 2,1 y 2,3, es decir, que la estructura posee una probabilidad de colapso de entre 0,8% y 0,5%. El FEMA P-154, en su sección 5.3, establece que las calificaciones admisibles mínimas que debe tener un edificio totalmente nuevo es de 2,5, y para un edificio existente, una calificación mínima de 2.

Por lo tanto, a pesar de que la edificación se encuentra de manera inconclusa a nivel constructivo, el resultado de las evaluaciones de nivel 1 y nivel 2 indica que, a nivel global, las estructuras cumplen conceptualmente los requerimientos sísmicos, y que, a nivel de calificación obtenida, arroja que no se requiere una evaluación estructural detallada.

Cabe mencionar que uno de las características que aportan mayor peso en la calificación obtenida es el haber sido diseñada y construida posterior a los últimos cambios que se hizo en la normativa sísmica de Costa Rica, que fue en el 2010, la cual es la versión de la normativa que se tuvo que haber utilizado para que los planos de diseño fueran avalados para su construcción mediante el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA).

Las principales deducciones en la calificación otorgada a los edificios de aulas, se debe a que se tiene la posibilidad de presencia de irregularidades torsionales y posibilidades de que se desarrolle el fenómeno de columna corta, en aquellos casos en que queda una abertura entre el final del muro de un nivel y el entrepiso del siguiente nivel, dado que no hay indicios en los que se observe que estos elementos fueran concebidos más bien como una columna corta protegida, es decir, cuando la columna queda protegida en toda su altura por los muros circundantes. Por lo tanto, se recomienda que se verifique con el diseñador de los planos tipo de esta obra si estos fenómenos fueron contemplados en la conceptualización de la obra. En caso de que no haya sido así, se debe plantear la posibilidad de un estudio de vulnerabilidad detallado (Nivel 3), para solventar estos hallazgos.



5. CONCLUSIONES

A partir de toda la información recolectada y analizada se concluye lo siguiente:

- A nivel de la información contenida en la bitácora de obra del proyecto de infraestructura educativa del CTP José María Zeledón Brenes, se destaca que, a partir de la inspección y documentación analizada, se tienen hallazgos significativos en los edificios, como lo es la ausencia de pruebas de control de calidad, incumplimientos en algunos procesos constructivos como por ejemplo la pega de bloques, y el deterioro de materiales expuestos a la intemperie.
- Los edificios de aulas No.3 y No.4 del proyecto de ampliación de infraestructura educativa del CTP José María Zeledón Brenes presentan la necesidad de desarrollar una evaluación de vulnerabilidad estructural detallada (Nivel 3) que permita subsanar la falta de control de calidad ante la falta de ensayos que garanticen la resistencia y durabilidad de los materiales ya colocados, y los que se coloquen a futuro. De esta manera el estudio, en caso de que se detecten problemas en la calidad de los materiales ya colocados, puede brindar las soluciones requeridas para subsanar dichos hallazgos.
- En la inspección en sitio de los edificios de aulas inconclusos del CTP José María Zeledón Brenes se presentan hallazgos a nivel de defectos constructivos que requieren intervenciones técnicas para garantizar la seguridad, estabilidad y durabilidad de las estructuras. El agrietamiento en las esquinas de las columnas, la pérdida de protección anticorrosiva en las cerchas de techo, los “hormigueros” en elementos de concreto y las deficiencias en los muros de mampostería son aspectos clave que deben abordarse de manera prioritaria en ambos edificios, antes de retomar las labores de construcción.
- A partir de las calificaciones obtenidas en la evaluación de vulnerabilidad sísmica de nivel 1 y nivel 2, en el CTP José María Zeledón Brenes, estos indican la posibilidad de requerir desarrollar una evaluación de vulnerabilidad estructural más detallada que permita subsanar, en caso de que así se determine y confirme con los profesionales respectivos, los hallazgos conceptuales de diseño en cuanto a una posible irregularidad vertical (efecto de columna corta) y en planta (excentricidades que pueden derivar en efectos torsionales) del diseño del sistema sismo resistente.



6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda llevar a cabo una evaluación de vulnerabilidad estructural detallado (Nivel 3) en los edificios de aulas no.3 y no.4, con el objetivo de subsanar la falta de aplicación de ensayos de laboratorio que permita controlar la calidad de los materiales utilizados en las obras y se pueda garantizar su resistencia y durabilidad, y así detectar que estos no se hayan deteriorado con el paso del tiempo en el que se ha dejado inconclusa la obra.
- Se recomienda verificar con el o los diseñadores de los planos tipo de los edificios de aulas que se construyen en el CTP José María Zeledón Brenes, si en la conceptualización de la obra fue contemplado y revisado que no se presentan en la estructura los fenómenos de columna corta e irregularidades torsionales significativas. En caso de que no se hayan contemplado, se requerirá realizar una evaluación de vulnerabilidad estructural detallada (Nivel 3), para así implementar mejoras significativas en la seguridad y funcionalidad de los edificios.
- Establecer un plan de control de calidad de materiales antes de continuar con las obras, de manera que en el proceso constructivo se realicen pruebas de resistencia en la mampostería, concreto y acero, y así se garantice el cumplimiento de los estándares de calidad requeridos para la obra.
- Asimismo, se requiere de un plan de reparación de daños que presenta la estructura como lo son: “hormigueros”, óxido en elementos de metal, sellado de fisuras, y otros detectados en la visita al sitio.
- Finalmente, se recomienda descartar y no utilizar los materiales que hayan quedado expuestos a la intemperie, incluyendo morteros, cemento, aislantes térmicos de techos y tuberías PVC, como se mencionaba en la bitácora de obra del proyecto. Se debe valorar si las piezas de acero se pueden continuar utilizando posterior a un proceso de limpieza e inspección.



7. REFERENCIAS

1. Cando, W., Jaramillo, O., Bucheli, J. y Paredes, X. (2018). *Evaluación técnico-visual de estructuras según NEC-SE-RE en el sector "La Armenia 1" para la determinación de riesgo ante fenómenos naturales específicos*. Recuperado de <http://www.revistapuce.edu.ec/index.php/revpuce/article/view/132>
2. Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. (2016). *Código Sísmico de Costa Rica 2010. Revisión 2014*. Cartago, Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica
3. Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. (2016). *Comentarios al Código Sísmico de Costa Rica 2010*. Cartago, Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
4. Federal Emergency Management Agency (2015). *Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook (FEMA P-154)*. California, Estados Unidos: Federal Emergency Management Agency.
5. Junta administradora del CTP José María Zeledón Brenes (2016). *Expediente técnico del proyecto de infraestructura educativa de ampliación del CTP José María Zeledón Brenes*. San José, Costa Rica.



**APÉNDICE A: HALLAZGOS DE DAÑOS CONSTRUCTIVOS
DETECTADOS A PARTIR DE LA VISITA EN SITIO DE LOS
EDIFICIOS DE AULAS NO.3 Y NO.4, DEL CTP JOSÉ MARÍA
ZELEDÓN BRENES,**



Tabla 1. Hallazgos a nivel constructivo detectados en la inspección de sitio realizada por el LanammeUCR al edificio de aulas no.3

Hallazgo	Comentario	Evidencia fotográfica	Acciones recomendadas
Agrietamiento en esquinas de columnas	Como se explicó en la sección 3.1.2 se encontró varias columnas que presentan agrietamiento en las zonas de colindancia con los muros y vigas perimetrales, las cuales se pueden deber a efectos de retracción térmica, pero también podría deberse a efectos de columna corta.	Figura 18.A	Verificar con el diseñador de los planos tipo que este fenómeno fue contemplado en el diseño de la obra. En caso de que no haya sido así, si debe plantear la posibilidad de un estudio de vulnerabilidad detallado, para solventar este hallazgo. Entre las posibles soluciones se puede plantear el reforzar la columna para que soporte las fuerzas cortantes generadas en su longitud libre, la segunda es desligar las paredes de mampostería de los marcos de concreto y la tercera es rellenar toda la altura del nivel con un muro de mampostería o de concreto. El efecto sobre la estructura de esta última opción se le conoce como columna corta protegida.
Perdida de protección anticorrosiva en cerchas de techo	En el perímetro externo de la edificación se logró observar que las cerchas de la estructura de techo están empezando a perder la protección a la corrosión, lo que las vuelve susceptibles a problemas por oxidación y/o corrosión.	Figura 18.B	En caso de que se encuentre que solo están oxidadas, se puede realizar una limpieza y posteriormente recubrirlas con una nueva capa de protección. En caso de que se encuentren corroídas se deberá de reemplazar la pieza.
Desprendimientos de concreto	Se observaron desprendimientos del concreto en muros y columnas de manera puntual. Adicionalmente, se detectó una columna con un desprendimiento en el cual se observa un dado de concreto.	Figura 18.C	Reparación de las zonas dañadas
Hormigqueo en elementos de concreto	Se detectaron zonas con "hormigueros" en los elementos de concreto, los cuales se pueden deber a una inadecuada vibración al momento de haber sido coladas	Figura 18.D	Reparación de las zonas dañadas
Agrietamiento vertical en muros de mampostería	Se detectó un patrón de agrietamiento vertical en los muros de mampostería perimetrales del primer nivel del sector posterior de la edificación, este se pudo deber a efectos de retracción térmica, sin embargo, tampoco se descarta que se pueda deber a un asentamiento diferencial en dicha zona.	Figura 19.E	Determinar que esto no se trate de un problema secundario como lo puede ser un asentamiento diferencial en dichas zonas. Posteriormente, se deben de sellar las grietas.



**Tabla 1. Hallazgos a nivel constructivo detectados en la inspección de sitio realizada por el LanammeUCR al edificio de aulas no.3
(Cont.)**

Hallazgo/deficiencia	Comentario	Evidencia fotográfica	Acciones recomendadas
Corte inadecuado de bloques de mampostería	Se detectó en el buque de la puerta de una de las aulas en las que se cortaron los bloques de mampostería para posiblemente cumplir con las dimensiones que requieren para colocar la puerta, sin embargo, esto lo hicieron de tal forma que dejaron expuesto el concreto de relleno.	Figura 19.F	Reemplazar los bloques dañados, y construir en su lugar una mocheta de concreto reforzado.
Falla por retracción del mortero en muro de mampostería	Se detectaron grietas en forma de L en los muros de mampostería de una de las baterías sanitarias, las cuales se pueden deber a falla del mortero por retracción	Figura 19.G	Sellar las grietas.
Filtraciones en borde inferior de los muros de mampostería	Se observaron manchas de posibles filtraciones en las zonas cercanas a las cimentaciones de los muros de mampostería, como se observa en la Figura 21. Esta situación puede deberse a que haya zonas donde las celdas de los bloques no se encuentran rellenas apropiadamente, aspecto que ya había sido señalado en la bitácora de obra del proyecto por parte de los inspectores.	Figura 19.H	En caso de que la causa sea por celdas sin concreto de relleno, se recomienda seguir el plan de reparación descritos en la página 63 y 64 de la bitácora de obra.
Prevista eléctrica embebida incorrectamente	En el segundo nivel de la edificación se detectó una prevista eléctrica que compromete el comportamiento adecuado de una columna y el muro tapichel, al haberse adosado de manera incorrecta dentro de ellas.	Figura 20.I	Mover la prevista del lugar y reparar o reemplazar los elementos dañados.
Viga con pérdida de recubrimiento	En el segundo nivel de la edificación, se detectó una viga construida incorrectamente de manera que ha perdido el recubrimiento y acero de refuerzo de los aros ya se encuentra expuesto y oxidado.	Figura 20.J	Reparar o reemplazar el elemento dañado
Viga y muro con agrietamiento en zona cercana al tapichel	En las zonas cercanas al tapichel se detectaron grietas en vigas y en los bloques de mampostería de los muros.	Figura 20.K	Reparar las zonas dañadas, y buscar determinar si la grieta en la viga no se debe a una sobrecarga del tapichel que se apoya sobre la viga.



Tabla 2. Hallazgos a nivel constructivo detectados en la inspección de sitio realizada por el LanammeUCR al edificio de aulas no.4

Hallazgo/deficiencia	Comentario	Evidencia fotográfica	Acciones recomendadas
Agrietamiento en esquinas de columnas	Como se mencionó en los hallazgos detectados en el edificio de aulas No.3, dada las aberturas que tienen los ventanales de las aulas y las baterías sanitarias, es muy probable que se presente con el tiempo la misma deficiencia en cuanto agrietamiento en las esquinas.	Figura 21.A	Verificar con el diseñador de los planos tipo que este fenómeno fue contemplado en el diseño de la obra. En caso de que no haya sido así, si debe plantear la posibilidad de un estudio de vulnerabilidad detallado, para solventar este hallazgo. Entre las posibles soluciones se puede plantear el reforzar la columna para que soporte las fuerzas cortantes generadas en su longitud libre, la segunda es desligar las paredes de mampostería de los marcos de concreto y la tercera es rellenar toda la altura del nivel con un muro de mampostería o de concreto. El efecto sobre la estructura de esta última opción se le conoce como columna corta protegida.
Perdida de protección anticorrosiva en cerchas de techo	En el perímetro externo de la edificación se logró observar que las cerchas de la estructura de techo están empezando a perder la protección, y se observan signos de oxidación, y no se logra corroborar si ya presentan corrosión.	Figura 21.B	En caso de que se encuentre que solo están oxidadas, se puede realizar una limpieza y posteriormente recubrirlas con una nueva capa de protección. En caso de que se encuentren corroidas se deberá de reemplazar la pieza.
Bloques sin mortero de pega	En varios de los muros de mampostería del perímetro externo del edificio se detectó varias hiladas de bloques que fueron pegadas con mortero de pega de manera parcial, es decir no se rellenó totalmente el espacio de la ciza, o del todo no se agregó el mortero de pega.	Figura 21.C	Reparar o reemplazar las zonas dañadas
Columna falseada	Se detectó un caso puntual en el que una de las columnas que se construyeron en el segundo nivel de la edificación, la cual todavía cuenta con la formaleta, ya falló producto de una posible sobrecarga.	Figura 22.D	Demoler y reemplazar el elemento dañado



Tabla 2. Hallazgos a nivel constructivo detectados en la inspección de sitio realizada por el LanammeUCR al edificio de aulas no.4 (Cont.)

Hallazgo/deficiencia	Comentario	Evidencia fotográfica	Acciones recomendadas
Escombros en zona de futura colocación del contrapiso	Se observó que muchos de los escombros que surgieron en la etapa constructiva activa de la obra fueron depositados en la zona donde posteriormente se debe colocar el relleno de terreno previo a la colocación del contrapiso. Esto puede acarrear una serie de consecuencias a futuro, en caso de que no se remuevan, como lo pueden ser asentamientos diferenciales del suelo, que a su vez puede llevar a agrietamiento de la losa de contrapiso y daño en los acabados.	Figura 22.E	Remover todo escombro, de manera que se pueda colocar adecuadamente el material de relleno.
Agrietamiento en bloques de mampostería	Se detectaron muros de mampostería en el que varios de los bloques presentan agrietamientos en diversos puntos. Esto se puede deber a una colocación incorrecta de la varilla de refuerzo dentro de la celda del bloque, también se puede deber a que se cuenta con cizas con ancho inadecuado, mayor a lo máximo permitido por el CSCR, así como la colocación de bloques de mampostería incompletos (con modulación diferente), cortado de manera incorrecta.	Figura 22.F	Reparación de las zonas dañadas
Hormigqueo en elementos de concreto	Se detectaron zonas con hormigqueo en los elementos de concreto, los cuales se pueden deber a una inadecuada vibración al momento de haber sido coladas	Figura 23.G	Reparación de las zonas dañadas
Hongos en bloques de estereofon del entrepiso	Se observó un caso puntual en el que uno de los bloques de estereofon que componen el entrepiso presenta un posible ataque de hongos, por lo que se debe velar que este no llegue a afectar la sección de concreto reforzado que se encuentra por encima del bloque de estereofon.	Figura 23.H	Remover bloque de estereofon, y verificar que el concreto del entrepiso no se haya visto afectado.
Acero de refuerzo expuesto oxidado/corroído	En los elementos de vigas, columnas y muros del segundo nivel se detectó una gran cantidad de acero de refuerzo expuesto, sin ningún tipo de protección, con una oxidación muy marcada, y se debe valorar en cuales casos existe ya corrosión.	Figura 23.I	Cepillar el acero de manera que se pueda detectar si está muy escamado, en caso de que, si se debe reemplazar, en caso de que no se debe limpiar toda la superficie.

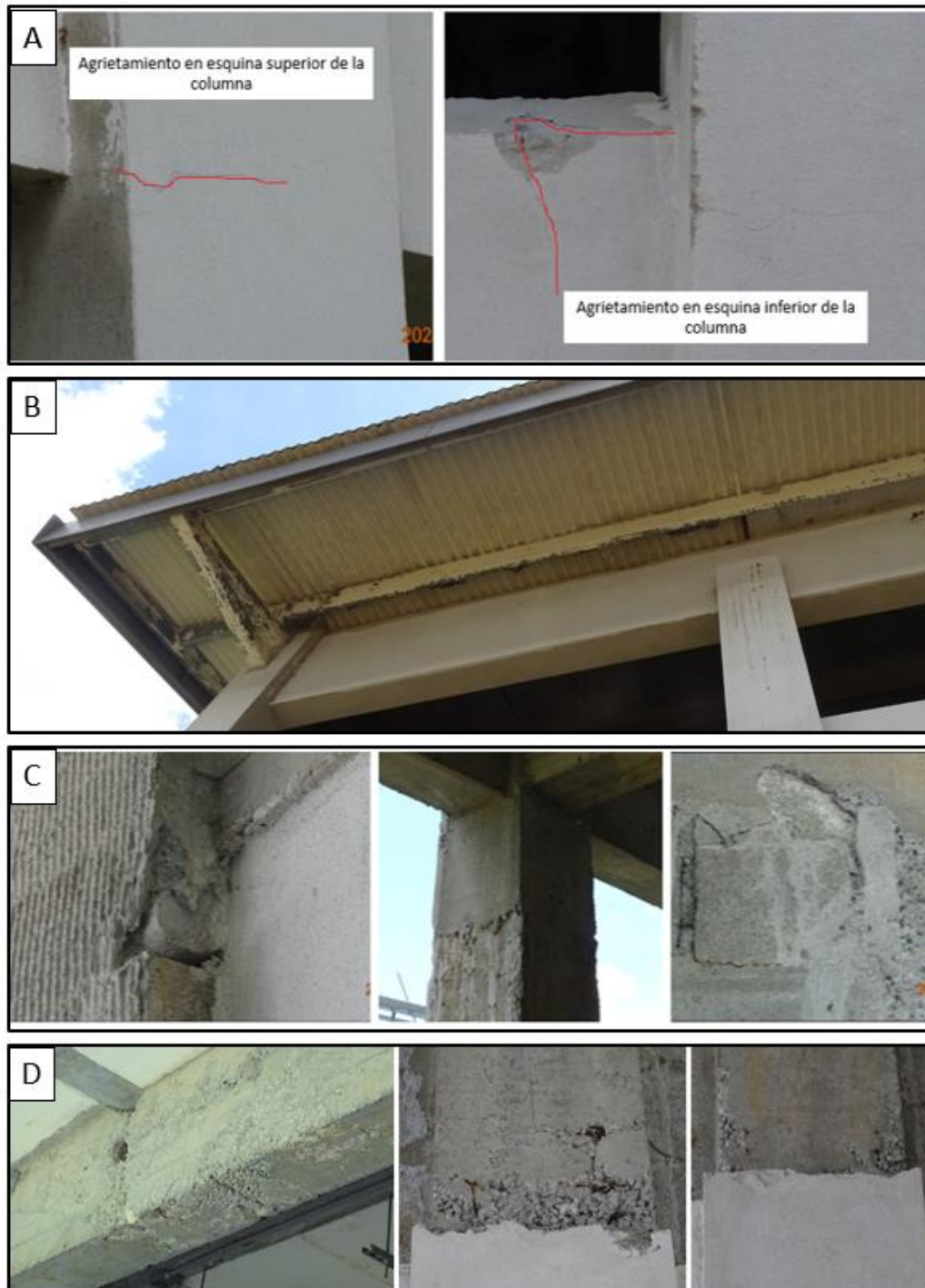


Figura 18. Deficiencia constructiva de (A) Agrietamiento en esquinas de columnas, (B) Perdida de protección anticorrosiva en cerchas de techo, (C) Desprendimientos de concreto,



y (D) Hormigqueo en elementos de concreto, del edificio de aulas no.3 del CTP José María Zeledón Brenes



Figura 19. Deficiencia constructiva de (E) Agrietamiento vertical en muros de mampostería, (F) Corte inadecuado de bloques de mampostería, (G) Falla por retracción del mortero en muro de mampostería, y (H) Filtraciones en borde inferior de los muros de mampostería, del edificio de aulas no.3 del CTP José María Zeledón Brenes

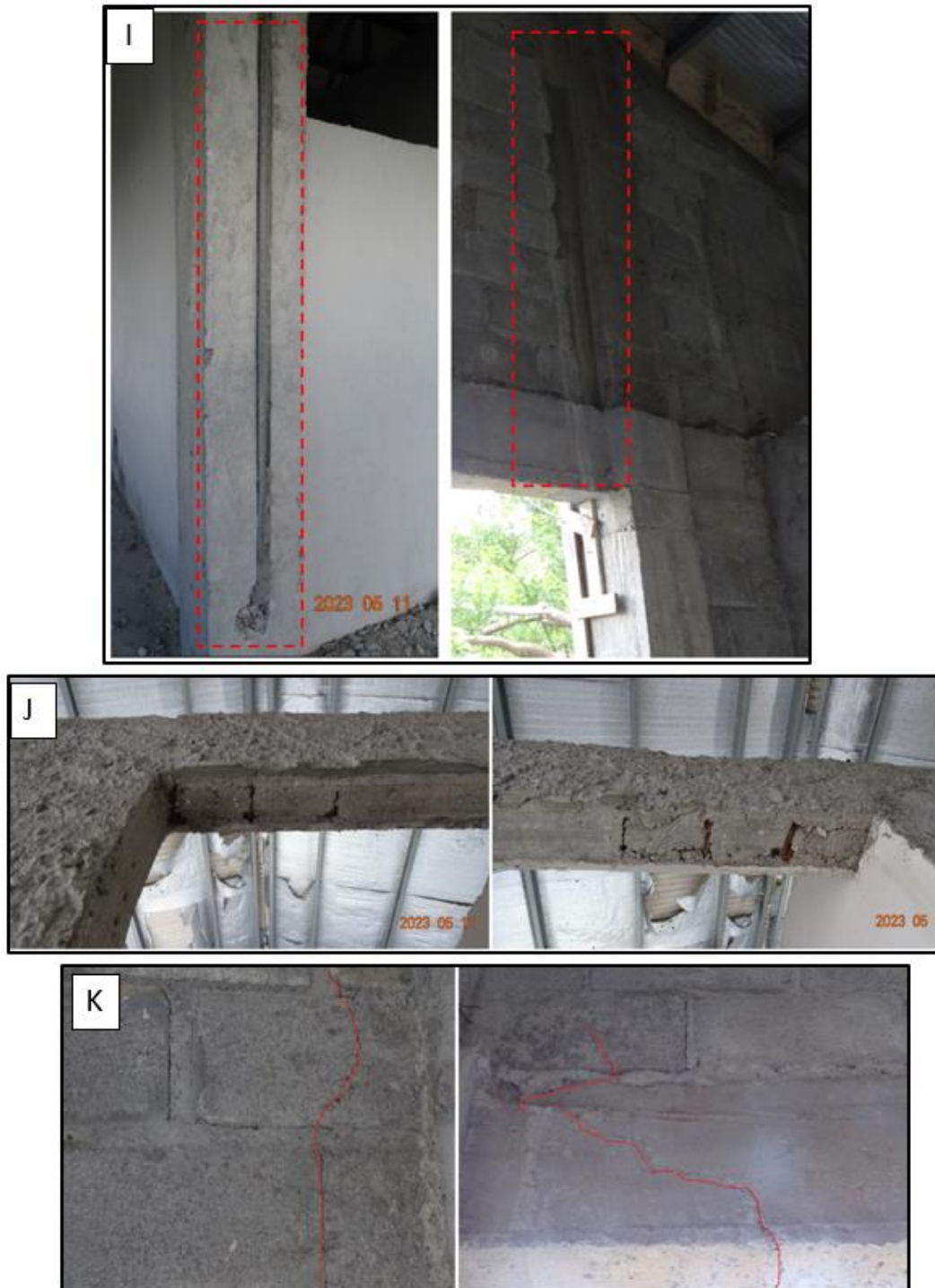


Figura 20. Deficiencia constructiva de (I) Prevista eléctrica embebida incorrectamente, (J) Viga con pérdida de recubrimiento, (K) Viga y muro con agrietamiento en zona cercana al tapichel, del edificio de aulas no.3 del CTP José María Zeledón Brenes

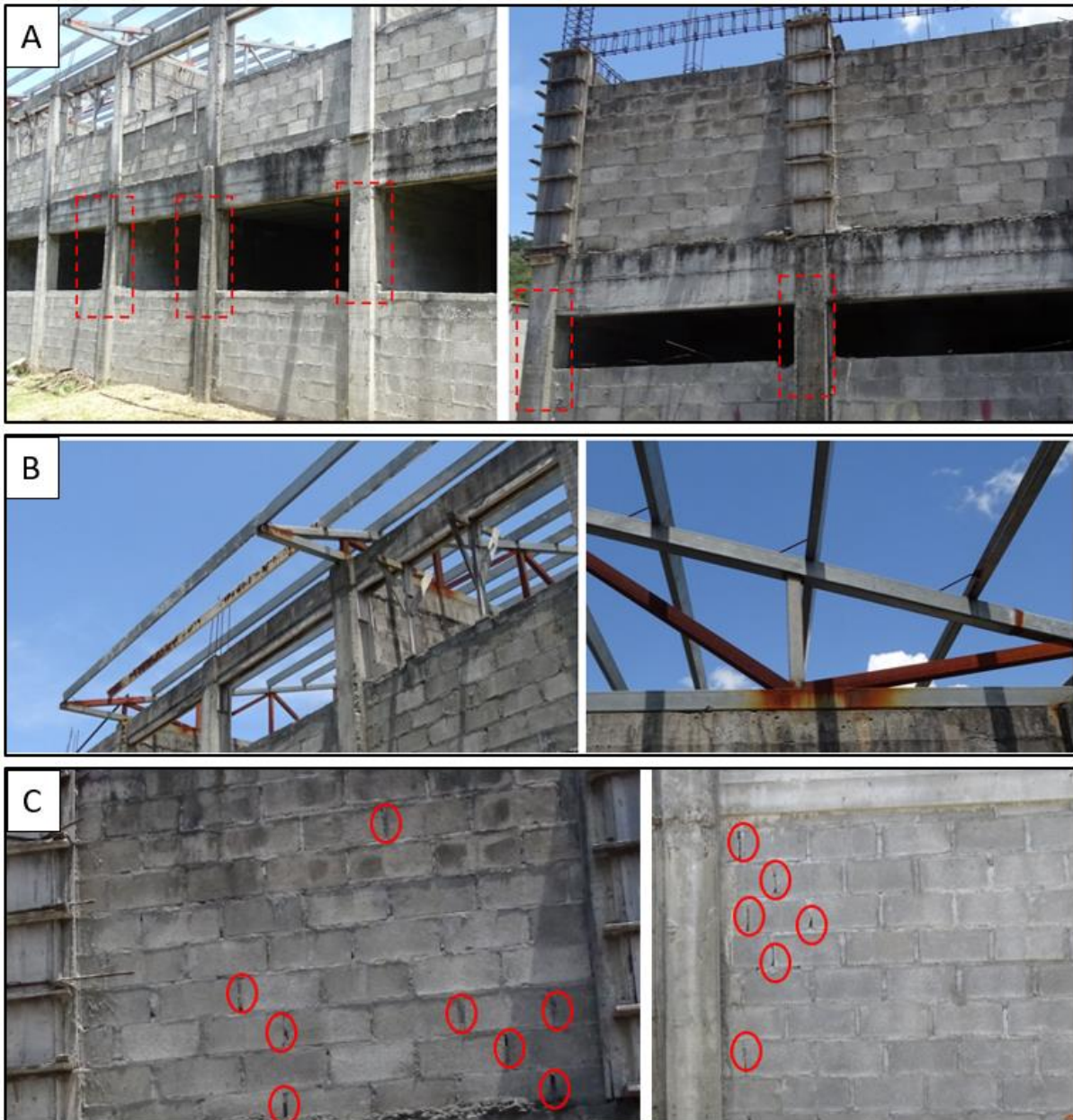


Figura 21. Deficiencia constructiva de (A) Agrietamiento en esquinas de columnas, (B) Perdida de protección anticorrosiva en cerchas de techo, (C) Bloques sin mortero de pega, del edificio de aulas no.4 del CTP José María Zeledón Brenes

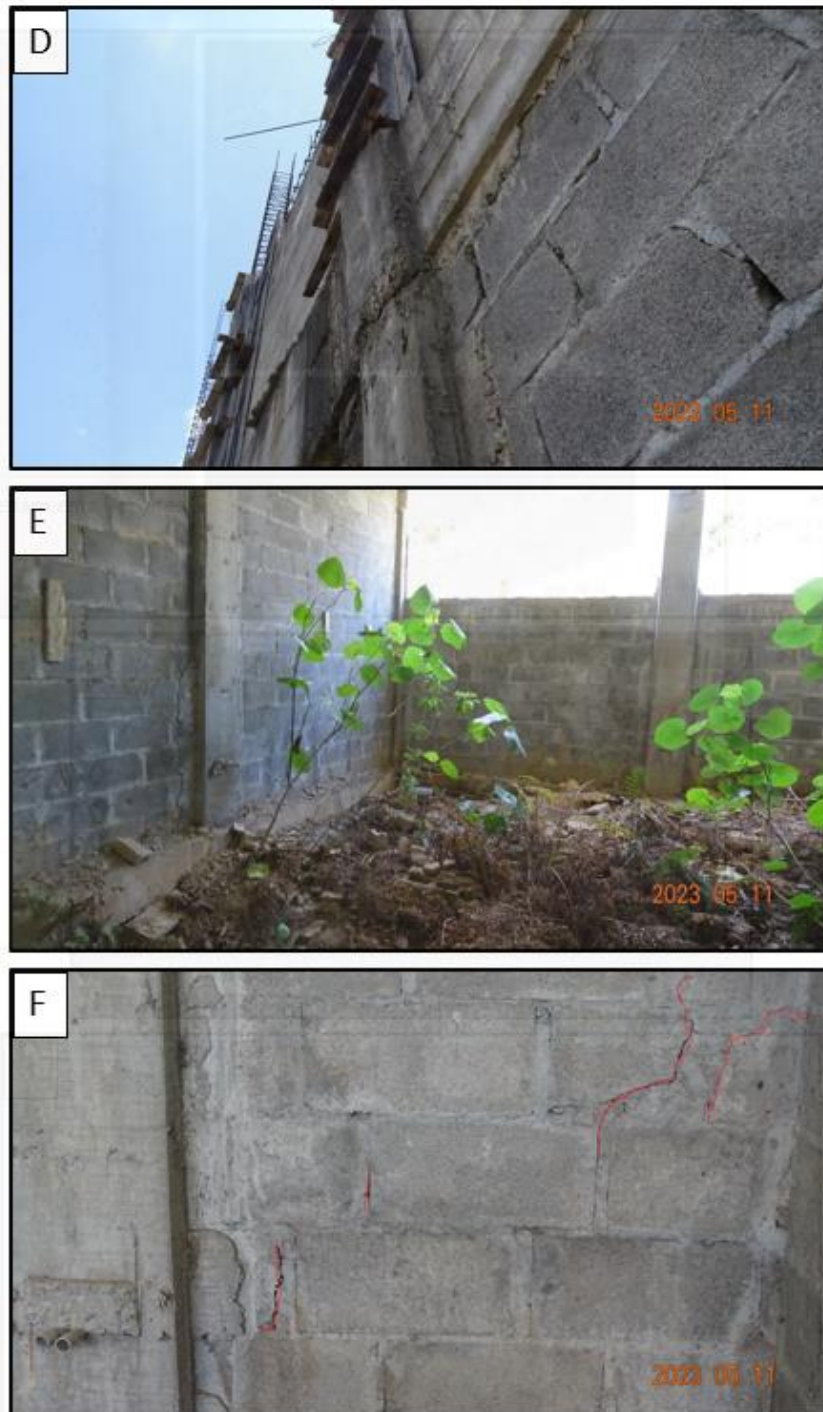


Figura 22. Deficiencia constructiva de (D) Columna falseada, (E) Escombros en zona de futura colocación del contrapiso, (F) Agrietamiento en bloques de mampostería, del edificio de aulas no.4 del CTP José María Zeledón Brenes

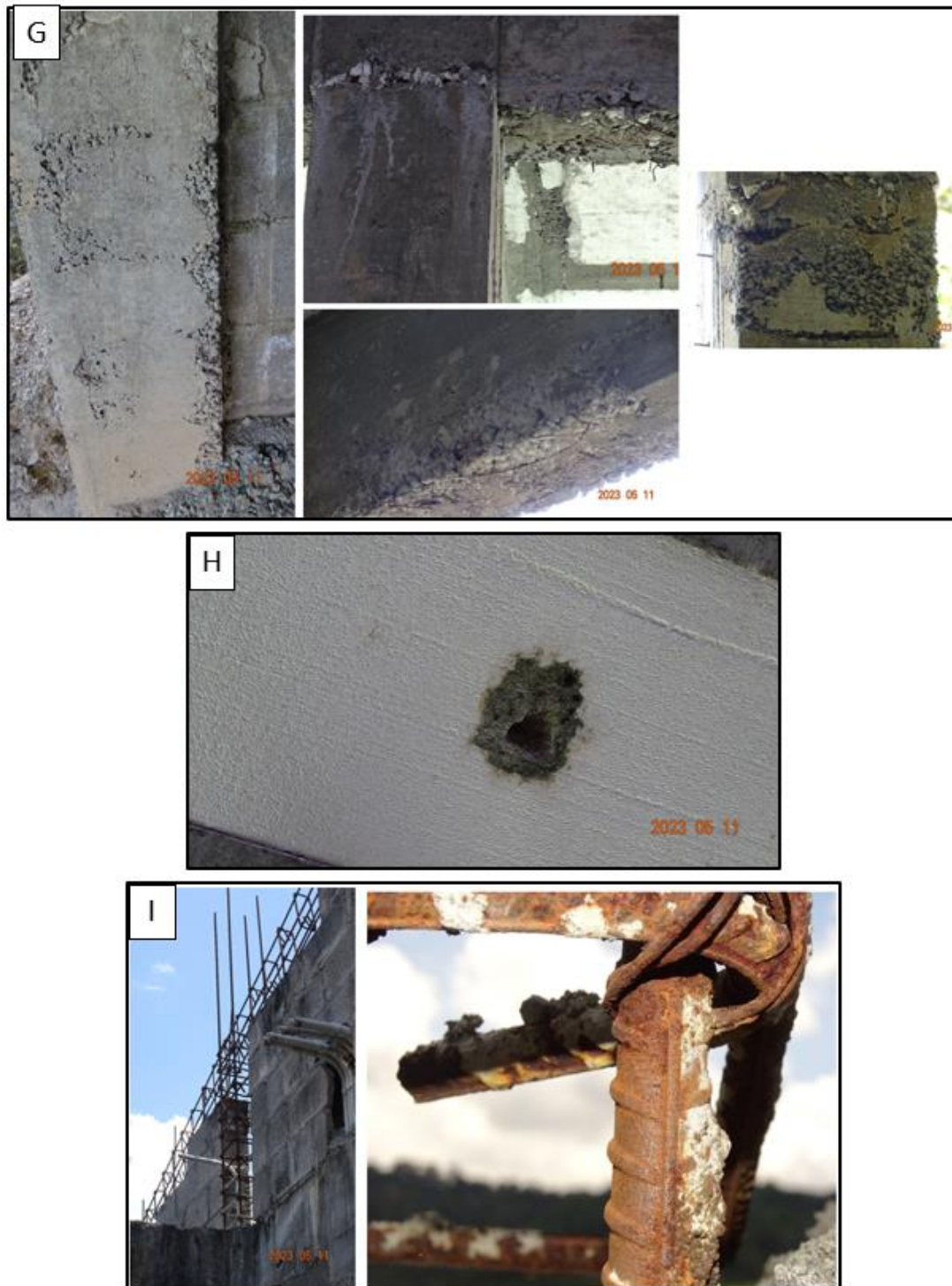


Figura 23. Deficiencia constructiva de (G) Hormigqueo en elementos de concreto, (H) Hongos en bloques de estereofon del entrepiso, (I) Acero de refuerzo expuesto oxidado/corroído, del edificio de aulas no.4 del CTP José María Zeledón Brenes



**APÉNDICE B: ENCUESTA DE EVALUACIÓN DE
VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL EDIFICIO DE AULAS NO.3 y
NO.4 DEL CTP JOSÉ MARÍA ZELEDÓN BRENES**



En la Tabla 3 y 4, se presentan los resultados traducidos de aplicación de los formularios del FEMA P-154 para un nivel de evaluación de vulnerabilidad estructural de Nivel 1 y 2. En las Figuras 24, 25, 26 y 27 se presentan los formularios originales utilizados.

Tabla 3. Obtención de probabilidad de colapso, de tipo nivel 1, para el edificio de aulas No.3 y No.4 del CTP José María Zeledón Brenes

Parámetro	Comentarios	Calificación, según criterios del FEMA P-154	Calificación acumulada
Puntuación básica	Se selecciona la correspondiente a una edificación de tipo RM2	1.7	1.7
Irregularidad vertical severa	A lo largo y ancho de toda la edificación se presenta la irregularidad de columna corta	-0.9	0.8
Irregularidad vertical moderada	No se presentan irregularidades de carácter moderado	No aplica	0.8
Irregularidad en planta	Existe la posibilidad de que se presente una irregularidad torsional dada la falta de muros en pabellones, aunado a muros de diferente altura en los sectores de los ventanales de los ventanales y las aulas.	-0.7	0.1
Construcción pre código	No aplica	No aplica	0.1
Construcción post Código	Si aplica	2.1	2.2
Tipo de suelo A o B	No aplica	No aplica	2.2
Tipo de suelo E (1-3 pisos)	Si aplica	-0.1	2.1
Tipo de suelo E (mayor a 3 niveles)	No aplica	No aplica	2.1
Puntuación mínima	Puntuación obtenida mayor a la mínima, por lo tanto, no se requiere corrección.	0.3, no aplica	2.1
Puntuación final total.			2.1
Probabilidad de colapso			1 en 125 (0,8%)





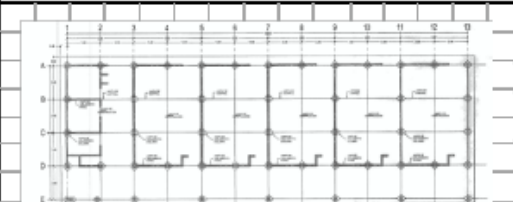
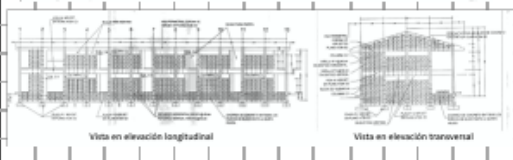
Tabla 4. Obtención de probabilidad de colapso, de tipo nivel 2, para el edificio de aulas No.3 y No.4 del CTP José María Zeledón Brenes

Parámetro	Comentarios	Calificación, según criterios del FEMA P-154	Calificación acumulada
Puntuación obtenida en el nivel 1	Sin comentarios	2.1	2.1
Puntuación base en el nivel 2	Esta parte de la puntuación de nivel 1 obtenida, a la cual se le eliminan los factores de castigo de irregularidad en planta y vertical previamente determinados, para poder aplicar nuevos factores en el nivel 2.	+1.6	3.7
Irregularidad vertical	Al menos 20% de las columnas del sistema lateral tienen una razón de altura/ancho menor al 50% de la razón entre altura nominal/ancho en cada nivel.	-0.5	3.2
	Hay presencia de muros, sin elementos que la desliguen, atados a las columnas que producen un acortamiento de la columna	-0.5	2.7
Irregularidad en planta	Posibilidad de irregularidad torsional	-0.7	2.0
Redundancia	Se presenta en la edificación dos líneas de elementos sismo resistentes, en este caso se presentan muros de corte en las dos direcciones principales de la edificación	+0.3	2.3
Puntuación final total.			2.3
Probabilidad de colapso			1 en 200 (0,5%)



Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards
FEMA P-154 Data Collection Form

Level 1
HIGH Seismicity

SKETCH

Address: El Llano de San Miguel de Desamparados, Provincia de San José.
Zip: —

Other Identifiers: CTP José María Zeledón Brenes

Building Name: Edificio de aulas No.3

Use: Escolar

Latitude: 9.849437699807076 Longitude: -84.0683134200765

Sr: _____ Sr: _____

Screeners(s): Ing. Alexander Oviedo Campos Date/Time: 11/05/2023, 10:00 a.m

No. Stories: Above Grade: 2 Below Grade: 0 Year Built: 2016 EST
Total Floor Area (.): 432 m2 Code Year: 2010, rev 2014.

Additions: None Yes, Year(s) Built: _____ No Aplica

Occupancy: Assembly Commercial Emer. Services Historic Shelter
Industrial Office School Government
Utility Warehouse Residential, # Units: _____

Soil Type: A Hard Rock B Avg Rock C Dense Soil D Stiff Soil E Soft Soil F Poor Soil DNK If DNK, assume Type D.

Geologic Hazards: Liquefaction: Yes/No DNK Landslide: Yes/No DNK Surf. Rupt.: Yes/No DNK

Adjacency: Pounding Falling Hazards from Taller Adjacent Building

Irregularities: Vertical (type/severity) Columna corta, severa
 Plan (type) Centro de masa y centro de rigidez

Exterior Falling Hazards: Unbraced Chimneys Heavy Cladding or Heavy Veneer
 Parapets Appendages
 Other: _____

COMMENTS:
La estructura se encuentra inconclusa a nivel constructivo. Los diseños corresponden a planos prototipo de la DIBE del MEP, sin embargo, no se evidencia que estos hayan previsto de manera conceptual los riesgos de contar con columnas cortas en las zonas de ventanales de los baños y aulas. Adicionalmente se observa una irregularidad en planta dado que el perímetro del pabellón no cuenta con muros de mampostería, lo cual produce una excentricidad en el centro de masa y rigidez de la estructura. La estructura no cuenta con estudio de suelos, por lo que el tipo de suelo se obtiene en razón de lo observado en sitio y lo diseñado a nivel de cimentación en los planos constructivos.

Additional sketches or comments on separate page

BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL LEVEL 1 SCORE, S_{L1}																		
FEMA BUILDING TYPE	Do Not Know	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
Basic Score		3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.6	2.0	1.7	1.5	2.0	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	1.0	1.5
Severe Vertical Irregularity, V_{1r}		-1.2	-1.2	-1.2	-1.0	-1.0	-1.1	-1.0	-0.8	-0.9	-1.0	-0.7	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.7	NA
Moderate Vertical Irregularity, V_{1r}		-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	NA
Plan Irregularity, P_{1r}		-1.1	-1.0	-1.0	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.5	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	-0.4	NA
Pre-Code		-1.1	-1.0	-0.9	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.5	-0.3	-0.5	-0.5	0.0	-0.1
Post-Benchmark		1.6	1.9	2.2	1.4	1.4	1.1	1.9	NA	1.9	2.1	NA	2.0	2.4	2.1	2.1	NA	1.2
Soil Type A or B		0.1	0.3	0.5	0.4	0.6	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.6	0.4	0.5	0.5	0.3	0.3
Soil Type E (1-3 stories)		0.2	0.2	0.1	-0.2	-0.4	0.2	-0.1	-0.4	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4
Soil Type E (> 3 stories)		-0.3	-0.6	-0.9	-0.6	-0.6	NA	-0.6	-0.4	-0.5	-0.7	-0.3	NA	-0.4	-0.5	-0.8	-0.2	NA
Minimum Score, S_{min}		1.1	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0

FINAL LEVEL 1 SCORE, $S_{L1} \geq S_{min}$: 2.1

EXTENT OF REVIEW	OTHER HAZARDS	ACTION REQUIRED
Exterior: <input type="checkbox"/> Partial <input checked="" type="checkbox"/> All Sides <input type="checkbox"/> Aerial Interior: <input type="checkbox"/> None <input checked="" type="checkbox"/> Visible <input type="checkbox"/> Entered Drawings Reviewed: <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No Soil Type Source: <u>No se cuenta con estudio de suelos</u> Geologic Hazards Source: <u>No aplica</u> Contact Person: <u>No aplica</u>	Are There Hazards That Trigger A Detailed Structural Evaluation? <input type="checkbox"/> Pounding potential (unless $S_{L2} >$ out-off, if known) <input type="checkbox"/> Falling hazards from taller adjacent building <input type="checkbox"/> Geologic hazards or Soil Type F <input type="checkbox"/> Significant damage/deterioration to the structural system	Detailed Structural Evaluation Required? <input type="checkbox"/> Yes, unknown FEMA building type or other building <input type="checkbox"/> Yes, score less than cut-off <input checked="" type="checkbox"/> Yes, other hazards present <input type="checkbox"/> No Detailed Nonstructural Evaluation Recommended? (check one) <input type="checkbox"/> Yes, nonstructural hazards identified that should be evaluated <input type="checkbox"/> No, nonstructural hazards exist that may require mitigation, but a detailed evaluation is not necessary <input checked="" type="checkbox"/> No, no nonstructural hazards identified <input type="checkbox"/> DNK

Where information cannot be verified, screener shall note the following: EST = Estimated or unreliable data OR DNK = Do Not Know

Legend: MRF = Moment-resisting frame RC = Reinforced concrete URM INF = Unreinforced masonry infill MH = Manufactured Housing FD = Flexible diaphragm
BR = Braced frame SW = Shear wall TU = Tilt up LM = Light metal RD = Rigid diaphragm

Figura 24. Formulario de evaluación de vulnerabilidad estructural para el edificio de aulas No.3 (Parte 1 de 2)



Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards

Level 2 (Optional)

FEMA P-154 Data Collection Form

HIGH Seismicity

Optional Level 2 data collection to be performed by a civil or structural engineering professional, architect, or graduate student with background in seismic evaluation or design of buildings.

Bldg Name: Edificio de aulas No.3	Final Level 1 Score: $S_{L1} = 2.1$	(do not consider S_{MIN})
Screener: Ing. Alexander Oviedo Campos	Level 1 Irregularity Modifiers: Vertical Irregularity, $V_{L1} = -0.3$	Plan Irregularity, $P_{L1} = -0.7$
Date/Time: 11/05/2023, 10:00 a.m	ADJUSTED BASELINE SCORE: $S^* = (S_{L1} - V_{L1} - P_{L1}) = 3.7$	

STRUCTURAL MODIFIERS TO ADD TO ADJUSTED BASELINE SCORE

Topic	Statement (If statement is true, circle the "Yes" modifier; otherwise cross out the modifier.)	Yes	Subtotals
Vertical Irregularity, V_{L2}	Sloping Site	W1 building: There is at least a full story grade change from one side of the building to the other.	-1.2
	Weak and/or Soft Story (circle one maximum)	Non-W1 building: There is at least a full story grade change from one side of the building to the other.	-0.3
		W1 building cripple wall: An unbraced cripple wall is visible in the crawl space.	-0.6
	Setback	W1 house over garage: Underneath an occupied story, there is a garage opening without a steel moment frame, and there is less than 8' of wall on the same line (for multiple occupied floors above, use 18' of wall minimum).	-1.2
		W1A building open front: There are openings at the ground story (such as for parking) over at least 50% of the length of the building.	-1.2
		Non-W1 building: Length of lateral system at any story is less than 50% of that at story above or height of any story is more than 2.0 times the height of the story above.	-0.9
	Short Column/ Pier	Non-W1 building: Length of lateral system at any story is between 50% and 75% of that at story above or height of any story is between 1.3 and 2.0 times the height of the story above.	-0.5
		Vertical elements of the lateral system at an upper story are outboard of those at the story below causing the diaphragm to cantilever at the offset.	-1.0
		Vertical elements of the lateral system at upper stories are inboard of those at lower stories.	-0.5
	Split Level	There is an in-plane offset of the lateral elements that is greater than the length of the elements.	-0.3
		There is a split level at one of the floor levels or at the roof.	-0.5
	Other Irregularity	C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: At least 20% of columns (or piers) along a column line in the lateral system have height/depth ratios less than 50% of the nominal height/depth ratio at that level.	-0.5
C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: The column depth (or pier width) is less than one half of the depth of the spandrel, or there are infill walls or adjacent floors that shorten the column.		-0.6	
Plan Irregularity, P_{L2}	There is another observable severe vertical irregularity that obviously affects the building's seismic performance.	-1.0	
	There is another observable moderate vertical irregularity that may affect the building's seismic performance.	-0.5	
	Torsional irregularity: Lateral system does not appear relatively well distributed in plan in either or both directions. (Do not include the W1A open front irregularity listed above.)	-0.7	
	Non-parallel system: There are one or more major vertical elements of the lateral system that are not orthogonal to each other.	-0.4	
	Reentrant corner: Both projections from an interior corner exceed 25% of the overall plan dimension in that direction.	-0.4	
	Diaphragm opening: There is an opening in the diaphragm with a width over 50% of the total diaphragm width at that level.	-0.2	
Redundancy	C1, C2 building out-of-plane offset: The exterior beams do not align with the columns in plan.	-0.4	
	There is another observable plan irregularity that obviously affects the building's seismic performance.	-0.7	
Pounding	The building has at least two bays of lateral elements on each side of the building in each direction.	-0.3	
	Building is separated from an adjacent structure by less than 1% of the height of the shorter of the building and adjacent structure and:		
S2 Building	The floors do not align vertically within 2 feet.	-1.0	
	One building is 2 or more stories taller than the other.	-1.0	
C1 Building	The building is at the end of the block.	-0.5	
	"K" bracing geometry is visible.	-1.0	
PC1/RM1 Bldg	Flat plate serves as the beam in the moment frame.	-0.4	
	There are roof-to-wall ties that are visible or known from drawings that do not rely on cross-grain bending. (Do not combine with post-benchmark or retrofit modifier.)	+0.3	
PC1/RM1 Bldg	The building has closely spaced, full height interior walls (rather than an interior space with few walls such as in a warehouse).	+0.3	
	Gable walls are present.	-0.4	
URM	There is a supplemental seismic bracing system provided between the carriage and the ground.	+1.2	
	Comprehensive seismic retrofit is visible or known from drawings.	+1.4	
FINAL LEVEL 2 SCORE, $S_{L2} = (S^* + V_{L2} + P_{L2} + M) \geq S_{MIN}: 2.3$			(Transfer to Level 1 form)
There is observable damage or deterioration or another condition that negatively affects the building's seismic performance: <input type="checkbox"/> Yes <input checked="" type="checkbox"/> No			
If yes, describe the condition in the comment box below and indicate on the Level 1 form that detailed evaluation is required independent of the building's score.			


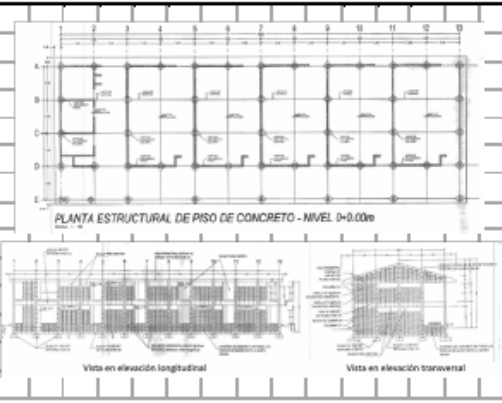
OBSERVABLE NONSTRUCTURAL HAZARDS				
Location	Statement (Check "Yes" or "No")	Yes	No	Comment
Exterior	There is an unbraced unreinforced masonry parapet or unbraced unreinforced masonry chimney.			
	There is heavy cladding or heavy veneer.			
	There is a heavy canopy over exit doors or pedestrian walkways that appears inadequately supported.			
	There is an unreinforced masonry appendage over exit doors or pedestrian walkways.			
	There is a sign posted on the building that indicates hazardous materials are present.			
	There is a taller adjacent building with an unanchored URM wall or unbraced URM parapet or chimney.			
Interior	Other observed exterior nonstructural falling hazard:			
	There are hollow clay tile or brick partitions at any stair or exit corridor.			
Other observed interior nonstructural falling hazard:				
Estimated Nonstructural Seismic Performance (Check appropriate box and transfer to Level 1 form conclusions)				
<input type="checkbox"/> Potential nonstructural hazards with significant threat to occupant life safety → Detailed Nonstructural Evaluation recommended				
<input type="checkbox"/> Nonstructural hazards identified with significant threat to occupant life safety → But no Detailed Nonstructural Evaluation required				
<input checked="" type="checkbox"/> Low or no nonstructural hazard threat to occupant life safety → No Detailed Nonstructural Evaluation required				

Comments: Si bien existe un deterioro en los elementos que han estado a la intemperie por varios años, estos pueden ser fácilmente rescatados mediante la aplicación de reparaciones menores a la estructura, de ahí que se decide no realizar la respectiva penalización.

Figura 25. Formulario de evaluación de vulnerabilidad estructural para el edificio de aulas No.3 (Parte 2 de 2)



Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards **Level 1**
FEMA P-154 Data Collection Form **HIGH Seismicity**

PLANTA ESTRUCTURAL DE PISO DE CONCRETO - NIVEL D=0.00m

Vista en elevación longitudinal Vista en elevación transversal

SKETCH

Address: El Llano de San Miguel de Desamparados, Provincia de San José.
Zip: -

Other Identifiers: CTP José María Zeledón Brenes

Building Name: Edificio de aulas No.4

Use: Escolar

Latitude: 9.849437699807076 **Longitude:** -84.0683134200765

Screeners(s): Ing. Alexander Oviedo Campos **Date/Time:** 11/05/2023, 11:00 am

No. Stories: Above Grade: 2 Below Grade: 0 **Year Built:** 2016 EST
Total Floor Area (J): 432 m² **Code Year:** 2010, rev. 2014.

Additions: None Yes, Year(s) Built: _____ No Aplica

Occupancy: Assembly Commercial Emer. Services Historic Shelter
 Industrial Office School Government
 Utility Warehouse Residential, # Units: _____

Soil Type: A Hard Rock B Avg Rock C Dense Soil D Stiff Soil E Soft Soil F Poor Soil DNK If DNK, assume Type D.

Geologic Hazards: Liquefaction: Yes No DNK Landslide: Yes No DNK Surf. Rupt: Yes No DNK

Adjacency: Pounding Falling Hazards from Taller Adjacent Building

Irregularities: Vertical (type/severity) Columna corta, severa
 Plan (type) Centro de masa y centro de rigidez

Exterior Falling Hazards: Unbraced Chimneys Heavy Cladding or Heavy Veneer
 Parapets Appendages
 Other: _____

COMMENTS:
 La estructura se encuentra inconclusa a nivel constructivo, y no está techada. Los diseños corresponden a planos prototipo de la DIBB del MEP, sin embargo, no se evidencia que estos hayan previsto de manera conceptual los riesgos de contar con columnas cortas en la zonas de ventanales de los baños y aulas. Adicionalmente se observa una irregularidad en planta dado que el perímetro del pabellón no cuenta con muros de mampostería, lo cual produce una excentricidad en el centro de masa y rigidez de la estructura. La estructura no cuenta con estudio de suelos, por lo que el tipo de suelo se obtiene en razón de lo observado in sitio y lo diseñado a nivel de cimentación en los planos constructivos.

Additional sketches or comments on separate page

BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL LEVEL 1 SCORE, S _{L1}																		
FEMA BUILDING TYPE	Do Not Know	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
Basic Score		3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.6	2.0	1.7	1.5	2.0	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	1.0	1.5
Severe Vertical Irregularity, V _{L1}		-1.2	-1.2	-1.2	-1.0	-1.0	-1.1	-1.0	-0.8	-0.9	-1.0	-0.7	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.7	NA
Moderate Vertical Irregularity, V _{L1}		-0.7	-0.7	-0.7	-0.8	-0.8	-0.7	-0.8	-0.5	-0.5	-0.8	-0.4	-0.8	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	NA
Plan Irregularity, P _{L1}		-1.1	-1.0	-1.0	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.8	-0.8	-0.5	-0.7	-0.8	-0.7	-0.8	-0.7	-0.4	NA
Pre-Code		-1.1	-1.0	-0.9	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.5	-0.3	-0.5	-0.5	0.0	-0.1	
Post-Benchmark		1.8	1.9	2.2	1.4	1.4	1.1	1.9	NA	1.9	2.1	NA	2.0	2.4	2.1	2.1	NA	1.2
Soil Type A or B		0.1	0.3	0.5	0.4	0.8	0.1	0.8	0.5	0.4	0.5	0.3	0.8	0.4	0.5	0.5	0.3	0.3
Soil Type E (1-3 stories)		0.2	0.2	0.1	-0.2	-0.4	0.2	-0.1	-0.4	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4
Soil Type E (> 3 stories)		-0.3	-0.8	-0.9	-0.8	-0.8	NA	-0.8	-0.4	-0.5	-0.7	-0.3	NA	-0.4	-0.5	-0.8	-0.2	NA
Minimum Score, S _{MIN}		1.1	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0

FINAL LEVEL 1 SCORE, S_{L1} ≥ S_{MIN}: 2.1

EXTENT OF REVIEW	OTHER HAZARDS	ACTION REQUIRED
Exterior: <input type="checkbox"/> Partial <input checked="" type="checkbox"/> All Sides <input type="checkbox"/> Aerial Interior: <input type="checkbox"/> None <input checked="" type="checkbox"/> Visible <input type="checkbox"/> Entered Drawings Reviewed: <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No Soil Type Source: No se cuenta con estudio de suelos Geologic Hazards Source: No aplica Contact Person: No aplica	Are There Hazards That Trigger A Detailed Structural Evaluation? <input type="checkbox"/> Pounding potential (unless S _{L1} > cut-off, if known) <input type="checkbox"/> Falling hazards from taller adjacent building <input type="checkbox"/> Geologic hazards or Soil Type F <input checked="" type="checkbox"/> Significant damage/deterioration to the structural system	Detailed Structural Evaluation Required? <input type="checkbox"/> Yes, unknown FEMA building type or other building <input type="checkbox"/> Yes, score less than cut-off <input checked="" type="checkbox"/> Yes, other hazards present <input type="checkbox"/> No Detailed Nonstructural Evaluation Recommended? (check one) <input type="checkbox"/> Yes, nonstructural hazards identified that should be evaluated <input type="checkbox"/> No, nonstructural hazards exist that may require mitigation, but a detailed evaluation is not necessary <input checked="" type="checkbox"/> No, no nonstructural hazards identified <input type="checkbox"/> DNK

Where information cannot be verified, screener shall note the following: EST = Estimated or unreliable data OR DNK = Do Not Know

Legend: MRF = Moment-resisting frame RC = Reinforced concrete URM INF = Unreinforced masonry infill MH = Manufactured Housing FD = Flexible diaphragm
 BR = Braced frame SW = Shear wall TU = Tilt up LM = Light metal RD = Rigid diaphragm

Figura 26. Formulario de evaluación de vulnerabilidad estructural para el edificio de aulas No.4 (Parte 1 de 2)



Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards

Level 2 (Optional)

FEMA P-154 Data Collection Form

HIGH Seismicity

Optional Level 2 data collection to be performed by a civil or structural engineering professional, architect, or graduate student with background in seismic evaluation or design of buildings.

Table with 4 columns: Bldg Name, Final Level 1 Score, Level 1 Irregularity Modifiers, and ADJUSTED BASELINE SCORE. Includes values for S1,1, V1,1, P1,1, and S*.

Main structural modifiers table with columns: Topic, Statement, Yes, Subtotals. Includes categories like Vertical Irregularity, Plan Irregularity, Redundancy, Pounding, etc.

Table for OBSERVABLE NONSTRUCTURAL HAZARDS with columns: Location, Statement, Yes, No, Comment. Includes exterior and interior hazard checks.

Comments: Al no haberse construido la estructura de facho en el edificio, ha ocasionado que las varillas de acero se hayan oxidado, y en algunos casos cuentan con corrosión. Adicionalmente, el encofrado de una de las columnas del segundo nivel acumulo con el paso del tiempo, posiblemente por la acumulación de lluvia, para la cual se debe demoler y volver a reconstruir esa sección. Se detectaron muros de mampostería con bloques sueltos en el respectivo módulo, para cuyo caso también se recomienda eliminar dicha sección.

Figura 27. Formulario de evaluación de vulnerabilidad estructural para el edificio de aulas No.4 (Parte 2 de 2)



Página intencionalmente dejada en blanco



**ANEXO A: CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD
SÍSMICA DADOS POR LA PUBLICACIÓN FEMA P-154 RAPID
VISUAL SCREENING OF BUILDINGS FOR POTENTIAL SEISMIC
HAZARDS: A HANDBOOK**



Appendix B

Data Collection Forms and Reference Guides

B.1 Level 1 and Level 2 Forms for Very High, High, Moderately High, Moderate, and Low Seismicity

Electronic versions of these forms are also available for download at www.atcouncil.org.



Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards FEMA P-154 Data Collection Form

Level 1 VERY HIGH Seismicity

PHOTOGRAPH

Address: _____ Zip: _____

Other Identifiers: _____

Building Name: _____

Use: _____

Latitude: _____ Longitude: _____

Sr: _____ Sr: _____

Screeners(s): _____ Date/Time: _____

No. Stories: Above Grade: _____ Below Grade: _____ Year Built: _____ EST

Total Floor Area (sq. ft.): _____ Code Year: _____

Additions: None Yes, Year(s) Built: _____

Occupancy: Assembly _____ Commercial _____ Emer. Services _____ Historic _____ Shelter _____
 Industrial _____ Office _____ School _____ Government _____
 Utility _____ Warehouse _____ Residential, # Units: _____

Soil Type: A Hard Rock B Avg Rock C Dense Soil D Stiff Soil E Soft Soil F Poor Soil DNK # DNK, assume Type D.

Geologic Hazards: Liquefaction: Yes/No/DNK Landslide: Yes/No/DNK Surf. Rupt.: Yes/No/DNK

Adjacency: Pounding Falling Hazards from Taller Adjacent Building

Irregularities: Vertical (type/severity) _____
 Plan (type) _____

Exterior Falling Hazards: Unbraced Chimneys Heavy Cladding or Heavy Veneer
 Parapets Appendages
 Other: _____

COMMENTS:

Additional sketches or comments on separate page

SKETCH

BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL LEVEL 1 SCORE, S_{L1}

FEMA BUILDING TYPE	Do Not Know	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
Basic Score		2.1	1.9	1.8	1.5	1.4	1.6	1.4	1.2	1.0	1.2	0.9	1.1	1.0	1.1	1.1	0.9	1.1
Severe Vertical Irregularity, V ₁		-0.9	-0.9	-0.9	-0.8	-0.7	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.8	-0.6	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	NA
Moderate Vertical Irregularity, V ₂		-0.6	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4	-0.5	-0.4	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	NA
Plan Irregularity, P ₁		-0.7	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.4	-0.4	-0.5	-0.3	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	NA
Pre-Code		-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.3	-0.2	-0.1	-0.1	-0.2	0.0	-0.2	-0.1	-0.2	-0.2	0.0	0.0
Post-Benchmark		1.9	1.9	2.0	1.0	1.1	1.1	1.5	NA	1.4	1.7	NA	1.5	1.7	1.6	1.6	NA	0.5
Soil Type A or B		0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	0.1	0.3	0.2	0.3	0.3	0.1	0.1
Soil Type E (1-3 stories)		0.0	-0.2	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1	-0.2	0.0	-0.2	-0.1	-0.2	-0.2	0.0	-0.1
Soil Type E (> 3 stories)		-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	NA	-0.3	-0.1	-0.1	-0.3	-0.1	NA	-0.1	-0.2	-0.2	0.0	NA
Minimum Score, S _{MIN}		0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0

FINAL LEVEL 1 SCORE, S_{L1} ≥ S_{MIN}:

<p>EXTENT OF REVIEW</p> <p>Exterior: <input type="checkbox"/> Partial <input type="checkbox"/> All Sides <input type="checkbox"/> Aerial</p> <p>Interior: <input type="checkbox"/> None <input type="checkbox"/> Visible <input type="checkbox"/> Entered</p> <p>Drawings Reviewed: <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No</p> <p>Soil Type Source: _____</p> <p>Geologic Hazards Source: _____</p> <p>Contact Person: _____</p>	<p>OTHER HAZARDS</p> <p>Are There Hazards That Trigger A Detailed Structural Evaluation?</p> <p><input type="checkbox"/> Pounding potential (unless S_{L2} > cut-off, if known)</p> <p><input type="checkbox"/> Falling hazards from taller adjacent building</p> <p><input type="checkbox"/> Geologic hazards or Soil Type F</p> <p><input type="checkbox"/> Significant damage/deterioration to the structural system</p>	<p>ACTION REQUIRED</p> <p>Detailed Structural Evaluation Required?</p> <p><input type="checkbox"/> Yes, unknown FEMA building type or other building</p> <p><input type="checkbox"/> Yes, score less than cut-off</p> <p><input type="checkbox"/> Yes, other hazards present</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p>Detailed Nonstructural Evaluation Recommended? (check one)</p> <p><input type="checkbox"/> Yes, nonstructural hazards identified that should be evaluated</p> <p><input type="checkbox"/> No, nonstructural hazards exist that may require mitigation, but a detailed evaluation is not necessary</p> <p><input type="checkbox"/> No, no nonstructural hazards identified <input type="checkbox"/> DNK</p>
---	---	--

Where information cannot be verified, screener shall note the following: EST = Estimated or unreliable data OR DNK = Do Not Know

Legend: MRF = Moment-resisting frame RC = Reinforced concrete URM INF = Unreinforced masonry infill MH = Manufactured Housing FD = Flexible diaphragm
 BR = Braced frame SW = Shear wall TU = Tilt up LM = Light metal RD = Rigid diaphragm



Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards
FEMA P-154 Data Collection Form

Level 2 (Optional)
VERY HIGH Seismicity

Optional Level 2 data collection to be performed by a civil or structural engineering professional, architect, or graduate student with background in seismic evaluation or design of buildings.

Table with 3 columns: Bldg Name, Final Level 1 Score, and Level 1 Irregularity Modifiers. Includes formulas for S_L1, V_L1, P_L1, and ADJUSTED BASELINE SCORE.

STRUCTURAL MODIFIERS TO ADD TO ADJUSTED BASELINE SCORE

Main table with columns: Topic, Statement, Yes, Subtotals. Rows include Vertical Irregularity, Plan Irregularity, Redundancy, Pounding, S2 Building, C1 Building, PC1/RM1 Bldg, URM, MH, and Retrofit.

FINAL LEVEL 2 SCORE, S_L2 = (S^1 + V_L2 + P_L2 + M) >= S_MIN. (Transfer to Level 1 form)

There is observable damage or deterioration or another condition that negatively affects the building's seismic performance: Yes No
If yes, describe the condition in the comment box below and indicate on the Level 1 form that detailed evaluation is required independent of the building's score.

OBSERVABLE NONSTRUCTURAL HAZARDS

Table with columns: Location, Statement, Yes, No, Comment. Rows include Exterior and Interior hazards.

Estimated Nonstructural Seismic Performance (Check appropriate box and transfer to Level 1 form conclusions)
Potential nonstructural hazards with significant threat to occupant life safety -> Detailed Nonstructural Evaluation recommended
Nonstructural hazards identified with significant threat to occupant life safety -> But no Detailed Nonstructural Evaluation required
Low or no nonstructural hazard threat to occupant life safety -> No Detailed Nonstructural Evaluation required

Comments:



Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards FEMA P-154 Data Collection Form

Level 1 HIGH Seismicity

PHOTOGRAPH

Address: _____ Zip: _____

Other Identifiers: _____

Building Name: _____

Use: _____

Latitude: _____ Longitude: _____

S: _____ Sr: _____

Screener(s): _____ Date/Time: _____

No. Stories: Above Grade: _____ Below Grade: _____ Year Built: EST

Total Floor Area (sq. ft.): _____ Code Year: _____

Additions: None Yes, Year(s) Built: _____

Occupancy: Assembly Commercial Emer. Services Historic Shelter
 Industrial Office School Government
 Utility Warehouse Residential, # Units: _____

Soil Type: A B C D E F DNK
 Hard Avg Dense Stiff Soft Poor DNK
 Rock Rock Soil Soil Soil Soil /DNK, assume Type D.

Geologic Hazards: Liquefaction: Yes/No/DNK Landslide: Yes/No/DNK Surf. Rupt.: Yes/No/DNK

Adjacency: Pounding Falling Hazards from Taller Adjacent Building

Irregularities: Vertical (type/severity) _____
 Plan (type) _____

Exterior Falling Hazards: Unbraced Chimneys Heavy Cladding or Heavy Veneer
 Parapets Appendages
 Other: _____

COMMENTS:

SKETCH

Additional sketches or comments on separate page

BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL LEVEL 1 SCORE, S_{L1}

FEMA BUILDING TYPE	Do Not Know	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
Basic Score		3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.6	2.0	1.7	1.5	2.0	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	1.0	1.5
Severe Vertical Irregularity, V _{1,F}		-1.2	-1.2	-1.2	-1.0	-1.0	-1.1	-1.0	-0.8	-0.9	-1.0	-0.7	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.7	NA
Moderate Vertical Irregularity, V _{1,F}		-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	NA
Plan Irregularity, P _{1,F}		-1.1	-1.0	-1.0	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.5	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	-0.4	NA
Pre-Code		-1.1	-1.0	-0.9	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.5	-0.3	-0.5	-0.5	0.0	-0.1
Post-Benchmark		1.6	1.9	2.2	1.4	1.4	1.1	1.9	NA	1.9	2.1	NA	2.0	2.4	2.1	2.1	NA	1.2
Soil Type A or B		0.1	0.3	0.5	0.4	0.6	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.6	0.4	0.5	0.5	0.3	0.3
Soil Type E (1-3 stories)		0.2	0.2	0.1	-0.2	-0.4	0.2	-0.1	-0.4	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4
Soil Type E (> 3 stories)		-0.3	-0.6	-0.9	-0.6	-0.6	NA	-0.6	-0.4	-0.5	-0.7	-0.3	NA	-0.4	-0.5	-0.6	-0.2	NA
Minimum Score, S _{MIN}		1.1	0.9	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0

FINAL LEVEL 1 SCORE, S_{L1} ≥ S_{MIN}

<p>EXTENT OF REVIEW</p> <p>Exterior: <input type="checkbox"/> Partial <input type="checkbox"/> All Sides <input type="checkbox"/> Aerial Interior: <input type="checkbox"/> None <input type="checkbox"/> Visible <input type="checkbox"/> Entered Drawings Reviewed: <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No Soil Type Source: _____ Geologic Hazards Source: _____ Contact Person: _____</p> <p>LEVEL 2 SCREENING PERFORMED?</p> <p><input type="checkbox"/> Yes, Final Level 2 Score, S_{L2} _____ <input type="checkbox"/> No Nonstructural hazards? <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No</p>	<p>OTHER HAZARDS</p> <p>Are There Hazards That Trigger A Detailed Structural Evaluation?</p> <p><input type="checkbox"/> Pounding potential (unless S_{L2} > cut-off, if known) <input type="checkbox"/> Falling hazards from taller adjacent building <input type="checkbox"/> Geologic hazards or Soil Type F <input type="checkbox"/> Significant damage/deterioration to the structural system</p>	<p>ACTION REQUIRED</p> <p>Detailed Structural Evaluation Required?</p> <p><input type="checkbox"/> Yes, unknown FEMA building type or other building <input type="checkbox"/> Yes, score less than cut-off <input type="checkbox"/> Yes, other hazards present <input type="checkbox"/> No</p> <p>Detailed Nonstructural Evaluation Recommended? (check one)</p> <p><input type="checkbox"/> Yes, nonstructural hazards identified that should be evaluated <input type="checkbox"/> No, nonstructural hazards exist that may require mitigation, but a detailed evaluation is not necessary <input type="checkbox"/> No, no nonstructural hazards identified <input type="checkbox"/> DNK</p>
--	---	--

Where information cannot be verified, screener shall note the following: EST = Estimated or unreliable data OR DNK = Do Not Know

Legend: MRF = Moment-resisting frame RC = Reinforced concrete URM INF = Unreinforced masonry infill MH = Manufactured Housing FU = Flexible diaphragm
BR = Braced frame SW = Shear wall TU = Tilt up LM = Light metal RD = Rigid diaphragm



Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards

Level 2 (Optional)

FEMA P-154 Data Collection Form

HIGH Seismicity

Optional Level 2 data collection to be performed by a civil or structural engineering professional, architect, or graduate student with background in seismic evaluation or design of buildings.

Bldg Name:	Final Level 1 Score: $S_{L1} =$	(do not consider S_{MIN})	
Screened:	Level 1 Irregularity Modifiers: Vertical Irregularity, $V_{L1} =$	Plan Irregularity, $P_{L1} =$	
Date/Time:	ADJUSTED BASELINE SCORE: $S^* = (S_{L1} - V_{L1} - P_{L1}) =$		

STRUCTURAL MODIFIERS TO ADD TO ADJUSTED BASELINE SCORE

Topic	Statement (If statement is true, circle the "Yes" modifier; otherwise cross out the modifier.)	Yes	Subtotals
Vertical Irregularity, V_{L2}	Sloping Site W1 building: There is at least a full story grade change from one side of the building to the other.	-1.2	$V_{L2} =$ (Cap at -1.2)
	Non-W1 building: There is at least a full story grade change from one side of the building to the other.	-0.3	
	Weak and/or Soft Story (circle one maximum) W1 building cripple wall: An unbraced cripple wall is visible in the crawl space.	-0.6	
	W1 house over garage: Undereath an occupied story, there is a garage opening without a steel moment frame, and there is less than 8' of wall on the same line (for multiple occupied floors above, use 16' of wall minimum).	-1.2	
	W1A building open front: There are openings at the ground story (such as for parking) over at least 50% of the length of the building.	-1.2	
	Non-W1 building: Length of lateral system at any story is less than 50% of that at story above or height of any story is more than 2.0 times the height of the story above.	-0.9	
	Non-W1 building: Length of lateral system at any story is between 50% and 75% of that at story above or height of any story is between 1.3 and 2.0 times the height of the story above.	-0.5	
	Setback Vertical elements of the lateral system at an upper story are outboard of those at the story below causing the diaphragm to cantilever at the offset.	-1.0	
	Vertical elements of the lateral system at upper stories are inboard of those at lower stories.	-0.5	
	There is an in-plane offset of the lateral elements that is greater than the length of the elements.	-0.3	
Short Column/ Pier	C1, C2, C3, PC1, PC2, RM1, RM2: At least 20% of columns (or piers) along a column line in the lateral system have height/depth ratios less than 50% of the nominal height/depth ratio at that level.	-0.5	$P_{L2} =$ (Cap at -1.1)
	C1, C2, C3, PC1, PC2, RM1, RM2: The column depth (or pier width) is less than one half of the depth of the span/del, or there are infill walls or adjacent floors that shorten the column.	-0.5	
Split Level	There is a split level at one of the floor levels or at the roof.	-0.5	$M =$
	Other There is another observable severe vertical irregularity that obviously affects the building's seismic performance.	-1.0	
Plan Irregularity, P_{L2}	Other There is another observable moderate vertical irregularity that may affect the building's seismic performance.	-0.5	$P_{L2} =$ (Cap at -1.1)
	Torsional irregularity: Lateral system does not appear relatively well distributed in plan in either or both directions. (Do not include the W1A open front irregularity listed above.)	-0.7	
	Non-parallel system: There are one or more major vertical elements of the lateral system that are not orthogonal to each other.	-0.4	
	Reentrant corner: Both projections from an interior corner exceed 25% of the overall plan dimension in that direction.	-0.4	
	Diaphragm opening: There is an opening in the diaphragm with a width over 50% of the total diaphragm width at that level.	-0.2	
Redundancy	C1, C2 building out-of-plane offset: The exterior beams do not align with the columns in plan.	-0.4	$M =$
	Other irregularity: There is another observable plan irregularity that obviously affects the building's seismic performance.	-0.7	
Redundancy	The building has at least two bays of lateral elements on each side of the building in each direction.	+0.3	$M =$
Pounding	Building is separated from an adjacent structure by less than 1% of the height of the shorter of the building and adjacent structure and: The floors do not align vertically within 2 feet.	-1.0	
	One building is 2 or more stories taller than the other.	-1.0	
	The building is at the end of the block.	-0.5	
S2 Building	"K" bracing geometry is visible.	-1.0	$M =$
C1 Building	Flat plate serves as the beam in the moment frame.	-0.4	
PC1/RM1 Bldg	There are roof-to-wall ties that are visible or known from drawings that do not rely on cross-grain bending. (Do not combine with post-benchmark or retrofit modifier.)	+0.3	$M =$
PC1/RM1 Bldg	The building has closely spaced, full height interior walls (rather than an interior space with few walls such as in a warehouse).	+0.3	
URM	Gable walls are present.	-0.4	$M =$
MH	There is a supplemental seismic bracing system provided between the carriage and the ground.	+1.2	
Retrofit	Comprehensive seismic retrofit is visible or known from drawings.	+1.4	$M =$

FINAL LEVEL 2 SCORE, $S_{L2} = (S^* + V_{L2} + P_{L2} + M) \geq S_{MIN}$. (Transfer to Level 1 form)

There is observable damage or deterioration or another condition that negatively affects the building's seismic performance: Yes No
If yes, describe the condition in the comment box below and indicate on the Level 1 form that detailed evaluation is required independent of the building's score.

OBSERVABLE NONSTRUCTURAL HAZARDS

Location	Statement (Check "Yes" or "No")	Yes	No	Comment
Exterior	There is an unbraced unreinforced masonry parapet or unbraced unreinforced masonry chimney.			
	There is heavy cladding or heavy veneer.			
	There is a heavy canopy over exit doors or pedestrian walkways that appears inadequately supported.			
	There is an unreinforced masonry appendage over exit doors or pedestrian walkways.			
	There is a sign posted on the building that indicates hazardous materials are present.			
	There is a taller adjacent building with an unanchored URM wall or unbraced URM parapet or chimney.			
Interior	Other observed exterior nonstructural falling hazard:			
	There are hollow clay tile or brick partitions at any stair or exit corridor.			
Other observed interior nonstructural falling hazard:				

Estimated Nonstructural Seismic Performance (Check appropriate box and transfer to Level 1 form conclusions)
 Potential nonstructural hazards with significant threat to occupant life safety → Detailed Nonstructural Evaluation recommended
 Nonstructural hazards identified with significant threat to occupant life safety → But no Detailed Nonstructural Evaluation required
 Low or no nonstructural hazard threat to occupant life safety → No Detailed Nonstructural Evaluation required

Comments:



Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards
FEMA P-154 Data Collection Form

Level 2 (Optional)
MODERATELY HIGH Seismicity

Optional Level 2 data collection to be performed by a civil or structural engineering professional, architect, or graduate student with background in seismic evaluation or design of buildings.

Bldg Name:	Final Level 1 Score: $S_{L1} =$ (do not consider S_{MIN})
Screened:	Level 1 Irregularity Modifiers: Vertical Irregularity, $V_{L1} =$ Plan Irregularity, $P_{L1} =$
Date/Time:	ADJUSTED BASELINE SCORE: $S' = (S_{L1} - V_{L1} - P_{L1}) =$

STRUCTURAL MODIFIERS TO ADD TO ADJUSTED BASELINE SCORE			
Topic	Statement (If statement is true, circle the "Yes" modifier; otherwise cross out the modifier.)	Yes	Subtotals
Vertical Irregularity, V_{L2}	Sloping Site W1 building: There is at least a full story grade change from one side of the building to the other. Non-W1 building: There is at least a full story grade change from one side of the building to the other.	-1.3 -0.3	
	Weak and/or Soft Story (circle one maximum) W1 building cripple wall: An unbraced cripple wall is visible in the crawl space. W1 house over garage: Undereath an occupied story, there is a garage opening without a steel moment frame, and there is less than 8' of wall on the same line (for multiple occupied floors above, use 16' of wall minimum). W1A building open front: There are openings at the ground story (such as for parking) over at least 50% of the length of the building. Non-W1 building: Length of lateral system at any story is less than 50% of that at story above or height of any story is more than 2.0 times the height of the story above. Non-W1 building: Length of lateral system at any story is between 50% and 75% of that at story above or height of any story is between 1.3 and 2.0 times the height of the story above.	-0.6 -1.3 -1.3 -1.0 -0.5	
	Setback Vertical elements of the lateral system at an upper story are outboard of those at the story below causing the diaphragm to cantilever at the offset. Vertical elements of the lateral system at upper stories are inboard of those at lower stories. There is an in-plane offset of the lateral elements that is greater than the length of the elements.	-1.0 -0.5 -0.3	
	Short Column/ Pier C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: At least 20% of columns (or piers) along a column line in the lateral system have height/depth ratios less than 50% of the nominal height/depth ratio at that level. C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: The column depth (or pier width) is less than one half of the depth of the span/drel, or there are infill walls or adjacent floors that shorten the column.	-0.5 -0.5	
	Split Level There is a split level at one of the floor levels or at the roof.	-0.5	
	Other Irregularity There is another observable severe vertical irregularity that obviously affects the building's seismic performance. There is another observable moderate vertical irregularity that may affect the building's seismic performance.	-1.0 -0.5	
	Plan Irregularity, P_{L2} Torsional irregularity: Lateral system does not appear relatively well distributed in plan in either or both directions. (Do not include the W1A open front irregularity listed above.) Non-parallel system: There are one or more major vertical elements of the lateral system that are not orthogonal to each other. Reentrant corner: Both projections from an interior corner exceed 25% of the overall plan dimension in that direction. Diaphragm opening: There is an opening in the diaphragm with a width over 50% of the total diaphragm width at that level. C1, C2 building out-of-plane offset: The exterior beams do not align with the columns in plan. Other irregularity: There is another observable plan irregularity that obviously affects the building's seismic performance.	-0.8 -0.4 -0.4 -0.3 -0.4 -0.8	
	Redundancy The building has at least two bays of lateral elements on each side of the building in each direction.	+0.3	
	Founding Building is separated from an adjacent structure by less than 0.5% of the height of the shorter of the building and adjacent structure and: The floors do not align vertically within 2 feet. (Cap total One building is 2 or more stories taller than the other. : pounding The building is at the end of the block. : modifiers at -1.3)	-1.0 -1.0 -0.5	
	S2 Building "K" bracing geometry is visible.	-1.0	
C1 Building Flat plate serves as the beam in the moment frame.	-0.5		
PC1/RM1 Bldg There are roof-to-wall ties that are visible or known from drawings that do not rely on cross-grain bending. (Do not combine with post-benchmark or retrofit modifier.)	+0.3		
PC1/RM1 Bldg The building has closely spaced, full height interior walls (rather than an interior space with few walls such as in a warehouse).	+0.3		
URM Gable walls are present.	-0.4		
MH There is a supplemental seismic bracing system provided between the carriage and the ground.	+1.2		
Retrofit Comprehensive seismic retrofit is visible or known from drawings.	+1.4		
FINAL LEVEL 2 SCORE, $S_{L2} = (S' + V_{L2} + P_{L2} + M) \geq S_{MIN}$. (Transfer to Level 1 form)			
There is observable damage or deterioration or another condition that negatively affects the building's seismic performance: <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No If yes, describe the condition in the comment box below and indicate on the Level 1 form that detailed evaluation is required independent of the building's score.			

OBSERVABLE NONSTRUCTURAL HAZARDS				
Location	Statement (Check "Yes" or "No")	Yes	No	Comment
Exterior	There is an unbraced unreinforced masonry parapet or unbraced unreinforced masonry chimney.			
	There is heavy cladding or heavy veneer.			
	There is a heavy canopy over exit floors or pedestrian walkways that appears inadequately supported.			
	There is an unreinforced masonry appendage over exit floors or pedestrian walkways.			
	There is a sign posted on the building that indicates hazardous materials are present.			
	There is a taller adjacent building with an unanchored URM wall or unbraced URM parapet or chimney.			
Interior	Other observed exterior nonstructural falling hazard:			
	There are hollow clay tile or brick partitions at any stair or exit corridor.			
Other observed interior nonstructural falling hazard:				
Estimated Nonstructural Seismic Performance (Check appropriate box and transfer to Level 1 form conclusions)				
<input type="checkbox"/> Potential nonstructural hazards with significant threat to occupant life safety → Detailed Nonstructural Evaluation recommended				
<input type="checkbox"/> Nonstructural hazards identified with significant threat to occupant life safety → But no Detailed Nonstructural Evaluation required				
<input type="checkbox"/> Low or no nonstructural hazard threat to occupant life safety → No Detailed Nonstructural Evaluation required				

Comments:



Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards FEMA P-154 Data Collection Form

Level 1 MODERATE Seismicity

Form fields for Address, Other Identifiers, Building Name, Use, Latitude, Longitude, Ss, Sr, Screener(s), Date/Time, No. Stories, Total Floor Area, Additions, Occupancy, Soil Type, Geologic Hazards, Adjacency, Irregularities, Exterior Falling Hazards, and COMMENTS.

Table with columns: FEMA BUILDING TYPE, Do Not Know, W1, W1A, W2, S1 (MRF), S2 (BR), S3 (LM), S4 (RC), S5 (URM INF), C1 (MRF), C2 (SW), C3 (URM INF), PC1 (TU), PC2, RM1 (FD), RM2 (RD), URM, MH. Rows include Basic Score, Severe Vertical Irregularity, Moderate Vertical Irregularity, Plan Irregularity, Pre-Code, Post-Benchmark, Soil Type A or B, Soil Type E (1-3 stories), Soil Type E (> 3 stories), and Minimum Score.

Form sections: EXTENT OF REVIEW (Exterior, Interior, Drawings Reviewed, Soil Type Source, Geologic Hazards Source, Contact Person), LEVEL 2 SCREENING PERFORMED?, OTHER HAZARDS (Are There Hazards That Trigger A Detailed Structural Evaluation?), ACTION REQUIRED (Detailed Structural Evaluation Required?, Detailed Nonstructural Evaluation Recommended?), and Legend.



Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards
FEMA P-154 Data Collection Form

Level 2 (Optional) MODERATE Seismicity

Optional Level 2 data collection to be performed by a civil or structural engineering professional, architect, or graduate student with background in seismic evaluation or design of buildings.

Table with 3 columns: Field (Bldg Name, Screener, Date/Time), Level 1 Irregularity Modifiers, and Final Level 1 Score (S1,1). Includes formulas for V1,1, P1,1, and S1,1.

STRUCTURAL MODIFIERS TO ADD TO ADJUSTED BASELINE SCORE

Main table of structural modifiers with columns: Topic, Statement, Yes, Subtotals. Includes categories like Vertical Irregularity, Plan Irregularity, Redundancy, Pounding, etc.

FINAL LEVEL 2 SCORE, S1,2 = (S' + V1,2 + P1,2 + M) >= SMIN: (Transfer to Level 1 form)

There is observable damage or deterioration or another condition that negatively affects the building's seismic performance: Yes No
If yes, describe the condition in the comment box below and indicate on the Level 1 form that detailed evaluation is required independent of the building's score.

OBSERVABLE NONSTRUCTURAL HAZARDS

Table for nonstructural hazards with columns: Location, Statement, Yes, No, Comment. Includes exterior and interior hazards.

- Estimated Nonstructural Seismic Performance (Check appropriate box and transfer to Level 1 form conclusions)
- Potential nonstructural hazards with significant threat to occupant life safety -> Detailed Nonstructural Evaluation recommended
- Nonstructural hazards identified with significant threat to occupant life safety -> But no Detailed Nonstructural Evaluation required
- Low or no nonstructural hazard threat to occupant life safety -> No Detailed Nonstructural Evaluation required

Comments:



Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards FEMA P-154 Data Collection Form

Level 1 LOW Seismicity

Form containing fields for Address, Other Identifiers, Building Name, Use, Latitude, Longitude, S, S, Screener(s), No. Stories, Total Floor Area, Additions, Occupancy, Soil Type, Geologic Hazards, Adjacency, Irregularities, Exterior Falling Hazards, and COMMENTS.

Table with columns: FEMA BUILDING TYPE, Do Not Know, W1, W1A, W2, S1 (MRF), S2 (BR), S3 (LM), S4 (RC SW), S5 (URM INF), C1 (MRF), C2 (SW), C3 (URM INF), PC1 (TU), PC2, RM1 (FD), RM2 (RD), URM, MH. Rows include Basic Score, Severe Vertical Irregularity, Moderate Vertical Irregularity, Plan Irregularity, Pre-Code, Post-Benchmark, Soil Type A or B, Soil Type E (1-3 stories), Soil Type E (> 3 stories), and Minimum Score, S_min.

Form containing sections: EXTENT OF REVIEW, OTHER HAZARDS, ACTION REQUIRED, and LEVEL 2 SCREENING PERFORMED? with various checkboxes and input fields.

Legend: MRF = Moment-resisting frame, RC = Reinforced concrete, URM INF = Unreinforced masonry infill, MH = Manufactured Housing, FD = Flexible diaphragm, BR = Braced frame, SW = Shear wall, TU = Tilt up, LM = Light metal, RD = Rigid diaphragm



Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards FEMA P-154 Data Collection Form

Level 2 (Optional) LOW Seismicity

Optional Level 2 data collection to be performed by a civil or structural engineering professional, architect, or graduate student with background in seismic evaluation or design of buildings.

Table with 3 columns: Bldg Name, Screener, Date/Time; Final Level 1 Score; Level 1 Irregularity Modifiers; ADJUSTED BASELINE SCORE

STRUCTURAL MODIFIERS TO ADD TO ADJUSTED BASELINE SCORE

Main table of structural modifiers with columns: Topic, Statement, Yes, Subtotals. Includes categories like Vertical Irregularity, Plan Irregularity, Redundancy, Pounding, etc.

FINAL LEVEL 2 SCORE, S_L2 = (S' + V_L2 + P_L2 + M) >= S_MIN. (Transfer to Level 1 form)

OBSERVABLE NONSTRUCTURAL HAZARDS

Table for observable nonstructural hazards with columns: Location, Statement, Yes, No, Comment. Includes exterior and interior hazards.

Estimated Nonstructural Seismic Performance (Check appropriate box and transfer to Level 1 form conclusions)

Comments:



B.2 Quick Reference Guide

Table B-1 FEMA Building Types and Code Adoption and Enforcement Dates

	FEMA Building Type	Year Seismic Codes Initially Adopted and Enforced	Benchmark Year when Codes Improved
W1	Light wood frame single- or multiple-family dwellings		
W1A	Light wood frame multi-unit, multi-story residential buildings with plan areas on each floor of greater than 3,000 square feet		
W2	Wood frame commercial and industrial buildings > 5,000 sqft		
S1	Steel moment-resisting frame		
S2	Braced steel frame		
S3	Light metal frame		
S4	Steel frame with cast-in-place concrete shear walls		
S5	Steel frame with unreinforced masonry infill walls		
C1	Concrete moment-resisting frame		
C2	Concrete shear wall		
C3	Concrete frame with unreinforced masonry infill walls		
PC1	Tilt-up construction		
PC2	Precast concrete frame		
RM1	Reinforced masonry with flexible floor and roof diaphragms		
RM2	Reinforced masonry with rigid floor and roof diaphragms		
URM	Unreinforced masonry bearing-wall buildings		
MH	Manufactured housing		
Anchorage of Heavy Cladding Year in which seismic anchorage requirements were adopted:			

Notes:

These tables shall be filled out by the Supervising Engineer. See Section 2.6.3 of the *Handbook* for additional information. If seismic codes have never been adopted and enforced in the jurisdiction, apply the Pre-Code Score Modifier regardless of the building's date of construction.

Pre-Code: Building designed and constructed prior to the year in which seismic codes were initially adopted and enforced in the jurisdiction; pre-code years are not applicable in regions of Low seismicity.

Post-Benchmark: Building designed and constructed after significant improvements in seismic code requirements (e.g., ductile detailing) were adopted and enforced; the benchmark year when codes improved may be different for each building type and jurisdiction.

Heavy Cladding: Heavy cladding on buildings designed and constructed prior to the year noted is considered an exterior falling hazard and should be noted as such on the Level 1 form.



B.3 Level 1 Building Addition Reference Guide

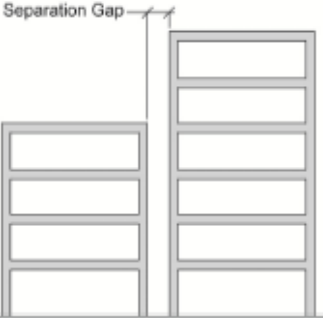



Table B-2 Level 1 Reference Guide for Reviewing Buildings with Horizontal Additions

Building Addition Screening Criteria	Response	Screening Guidance
Criterion 1: Does the building have visible and aligned joints over the entire height of two exterior walls and across the roof?	Yes	Determine scores for each separate building defined by the joints and consider the potential for pounding using the adjacency guidelines in Section 3.9.
	No	See Criterion 2
Criterion 2: Does the building have any of the following characteristics: a) abrupt and noticeable differences in architectural style that occur on two sides of the building over the entire height of the exterior walls? b) visible differences in structural framing between distinct portions of the building? c) differences in floor elevation between portions of the building?	Yes	Screen as separate buildings defined by the differences noted in Criterion 2. Determine score for each portion and record the lower score.
	No	Screen as a single building.



B.4 Level 1 Pounding Reference Guide

Table B-3 Level 1 Pounding Reference Guide

<p>Consider pounding when the separation between adjacent buildings is less than:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2" times number of stories in shorter building (in Very High seismicity region) • 1 1/2" times number of stories in shorter building (in High seismicity region) • 1" times number of stories in shorter building (in Moderately High seismicity region) • 1/2" times number of stories in shorter building (in Moderate and Low seismicity regions) 	
	<p>Examples:</p> <p>a) Two 2-story buildings next to each other in High seismicity region: Minimum Separation = $1\ 1/2" \times 2 = 3"$</p> <p>b) 6-story building next to a 4-story building in Moderate seismicity region: Minimum Separation = $1/2" \times 4 = 2"$</p>
<p><u>AND</u> one or more of the following conditions apply:</p>	
<p>1. Floors of adjacent building do not align vertically within two feet:</p>	
<p>2. One building is 2 or more stories taller than the other:</p>	
<p>3. Building is at the end of the block:</p>	





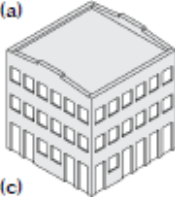


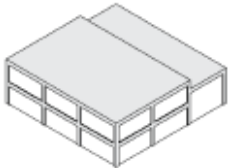
B.5 Vertical Irregularity Reference Guide

Table B-4 Vertical Irregularity Reference Guide

Vertical Irregularity		Severity	Level 1 Instructions
Sloping Site		Varies	Apply if there is more than a one-story slope from one side of the building to the other. Evaluate as Severe for W1 buildings as shown in Figure (a); evaluate as Moderate for all other building types as shown in Figure (b).
Unbraced Cripple Wall		Moderate	Apply if unbraced cripple walls are observed in the crawlspace of the building. This applies to W1 buildings. If the basement is occupied, consider this condition as a soft story.
Weak and/or Soft Story		Severe	Apply: Figure (a): For a W1 house with occupied space over a garage with limited or short wall lengths on both sides of the garage opening. Figure (b): For a W1A building with an open front at the ground story (such as for parking). Figure (c): When one of the stories has less wall or fewer columns than the others (usually the bottom story). Figure (d): When one of the stories is taller than the others (usually the bottom story).
Out-of-Plane Setback		Severe	Apply if the walls of the building do not stack vertically in plan. This irregularity is most severe when the vertical elements of the lateral system at the upper levels are outboard of those at the lower levels as shown in Figure (a). The condition in Figure (b) also triggers this irregularity. If nonstacking walls are known to be nonstructural, this irregularity does not apply. Apply the setback if greater than or equal to 2 feet.



Table B-4 Vertical Irregularity Reference Guide (continued)

Vertical Irregularity	Severity	Level 1 Instructions
<p>In-plane Setback</p> <p>(a) </p> <p>(b) </p>	Moderate	Apply if there is an in-plane offset of the lateral system. Usually, this is observable in braced frame (Figure (a)) and shear wall buildings (Figure (b)).
<p>Short Column/Pier</p> <p>(a) </p> <p>(b) </p> <p>(c) </p>	Severe	<p>Apply if:</p> <p>Figure (a): Some columns/piers are much shorter than the typical columns/piers in the same line.</p> <p>Figure (b): The columns/piers are narrow compared to the depth of the beams.</p> <p>Figure (c): There are infill walls that shorten the clear height of the column.</p> <p>Note this deficiency is typically seen in older concrete and steel building types.</p>
<p>Split Levels</p> <p></p>	Moderate	Apply if the floors of the building do not align or if there is a step in the roof level.







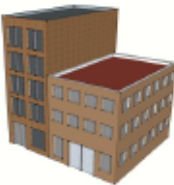
B.6 Plan Irregularity Reference Guide

Table B-5 Plan Irregularity Reference Guide		
	Plan Irregularity	Level 1 Instructions
Torsion		Apply if there is good lateral resistance in one direction, but not the other, or if there is eccentric stiffness in plan (as shown in Figures (a) and (b)); solid walls on two or three sides with walls with lots of openings on the remaining sides.
Non-Parallel Systems		Apply if the sides of the building do not form 90-degree angles.
Reentrant Corner		Apply if there is a reentrant corner, i.e., the building is L, U, T, or + shaped, with projections of more than 20 feet. Where possible, check to see if there are seismic separations where the wings meet. If so, evaluate for pounding.
Diaphragm Openings		Apply if there is an opening that has a width of over 50% of the width of the diaphragm at any level.
Beams do not align with columns		Apply if the exterior beams do not align with the columns in plan. Typically, this applies to concrete buildings, where the perimeter columns are outboard of the perimeter beams.



B.7 Level 2 Building Addition Reference Guide

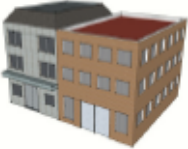
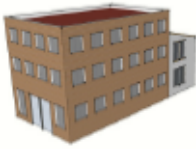
Table B-6 Level 2 Building Addition Reference Guide

Addition Orientation	Type of Addition	Example	RVS Screening Recommendation	Notes and Additional Instructions
Vertical	Single story addition has a smaller footprint than the original building		Evaluate as a single building using the total number of stories of the original building and addition and indicate a setback vertical irregularity.	Vertical setback irregularity applies if the area of the addition is less than 90 percent of the area of the story below or if two or more walls of the addition are not aligned with the walls below.
Vertical	Single or multiple story addition with similar footprint and seismic force-resisting system as the original building		Evaluate as a single building using the total number of stories of the building plus the addition.	If the vertical elements of the seismic force-resisting system of the addition do not align with the vertical elements of the seismic force-resisting system below, apply the setback vertical irregularity.
Vertical	Single or multiple story addition in which the addition has a different seismic force-resisting system		Evaluate as a single building with another observable moderate vertical irregularity.	If the footprint of the addition is less than 90 percent of the story below or if two or more walls of the addition are not aligned with the walls below, a setback vertical irregularity should also be indicated.
Horizontal	Addition with same construction type and number of stories as original and horizontal dimension of the narrower building at the interface is less than or equal to 50% of the length of the wider building		Evaluate as a single building with a torsional irregularity plan irregularity.	If the difference in horizontal dimension is between 50% and 75%, indicate a reentrant corner irregularity. If the floor heights are not aligned within 2 feet, presence of pounding is indicated.
Horizontal	Addition with a different height than the original building		Evaluate as a single building using the height of the taller building and indicate a Pounding Score Modifier if the heights of the buildings differ by more than 2 stories or if the floors do not align with 2 feet.	If the horizontal dimension of the narrower of the two buildings along the interface is less than 75% of the dimension of the wider, the reentrant corner plan irregularity should be indicated.

The above horizontal addition scenarios assume that there is not an obvious separation gap between the addition and the original building.



Table B-6 Level 2 Building Addition Reference Guide (continued)

Addition Orientation	Type of Addition	Example	RVS Screening Recommendation	Notes and Additional Instructions
Horizontal	Addition with different building type than original		Evaluate a single building with torsional irregularity using the building type with the lower basic score.	If the floors do not align within 2 feet or the number of stories differs by more than 2 stories, also indicate the appropriate Pounding Score Modifier.
Horizontal	Small addition where the addition relies on the original building for gravity support		Evaluate as a single building. Evaluate for the presence of a setback irregularity if there is a difference in the number of stories and plan irregularity if there is a difference in horizontal dimension of the original building and addition along the interface.	If the construction type of the addition is different than the original building, evaluate as two buildings with the addition as having an observable severe vertical irregularity.

The above horizontal addition scenarios assume that there is not an obvious separation gap between the addition and the original building.