

# “Reasonable Safety” of Existing Structures, Part 1

What does safe mean?

---

by Keith E. Kesner, David G. Tepke, Liying Jiang, and Stephen S. Szoke

Several authorities having jurisdiction (AHJ) have initiated milestone safety assessment requirements for existing buildings over the past 20 years. This includes Broward County, FL, USA, which implemented an assessment and certification program in 2005 for buildings aged 40 years with recertification requirements every 10 years thereafter.<sup>1</sup> In 2022, New York City, NY, USA, added new Article 323 to Local Law 126 requiring periodic condition assessment of parking structures.<sup>2</sup> In 2022, Jersey City, NJ, USA, implemented a façade and structural assessment requirement.<sup>3</sup> In response to recent events, requirements for assessing existing buildings are being considered in additional areas. Table 1 provides a summary of the ordinance requirements from varying geographic regions in the United States.

Conceptually, ordinances represent a critical strategy to protect the public by mandating surveys of existing structures to identify conditions that may be of structural concern or potentially unsafe. As ordinances are being developed and promulgated for assessment of existing buildings with regard to continued occupancy and use, care must be taken by governing bodies in developing meaningful provisions and clarifying interpretations to make the ordinances both useful to the public and implementable by both professionals and the AHJ. The following sections discuss the ordinances, perceptions related to the requirements of the ordinances, and some of the limitations associated with condition assessment surveys.

The heightened awareness of the need for condition surveys of existing structures to identify unsafe conditions has driven authorities, owners, the public, legislators, and other interested parties to look for verification by licensed design professionals (LDPs) that existing structures or designated portions of structures are safe for continued use. Legislation, rules, and other requirements are being proposed and, in some instances, already promulgated, that use terms such as: safe, secure, structurally sound, or maintained free from deterioration.<sup>4,5</sup> These are vague terms, and their meanings

will vary with the audience. To the public, such phrases may be typically understood to mean there *will not be* any catastrophic failure, total or partial collapse, or unsafe conditions that could cause harm to occupants or users. LDPs, however, will recognize that categorizing an existing structure as “safe,” “free of deterioration,” or “free of defects” is either not possible, or severely limited by the knowledge the LDP has about the structure, the ability of the LDP to examine the structure, and uncertainty in past, current, and future loads. Thus, the distinction between the perceptions of absolute safety versus reality based on good engineering practices and judgment is of crucial importance.

This four-part series is written to discuss the complexities and challenges of condition surveys for qualifying structural safety that are being required by AHJ to determine if there are readily discoverable indications of deficiencies in existing structural systems. This article provides background related to expectations of structural performance and suggests practical expectations for routine condition surveys of structures.

## Safety, Health, and General Welfare

A recent edition of the International Code Council’s International Building Code (IBC) serves as the basis for most building codes adopted and enforced in the United States. The purpose of the 2021 IBC is stated in Section 101.3:

“...to establish the minimum requirements to provide a reasonable level of safety, health, and general welfare through structural strength, means of egress, stability, sanitation, light and ventilation, energy conservation, and for providing a reasonable level of life safety and property protection from the hazards of fire, explosion, or dangerous conditions, and to provide a reasonable level of safety to fire fighters and emergency responders during emergency operations.”<sup>6</sup>

A “reasonable level” of safety is prescribed for multiple reasons. For the performance of existing structures, there are three significant aspects related to the provisions in the code.

First, the design events are established in the codes based on the probability of occurrence. Actual events may exceed

**Table 1:**  
**Summary of selected ordinance requirements**

Location and ordinance	Ordinance description							
	Façade	Structural	Occupancy/ Type	Age	Criteria	Frequency	Subject	Terminology
San Francisco, CA, Ord. 67-16	F		Type I, II, III, IV construction	Any	> 5 stories	Based on age for first survey, then every 5 years	100% walls, 100% balconies, 100% parapets	Risk of death or injury
State of Florida, Statute 553.71		S	Condominium cooperative	30 years, 25 years if within 3 miles of coast	—	10 years	Structural elements	Safe for continued use, substantial structural deterioration, structurally sound
Broward County, FL, Broward County Building Safety Inspection Program		S	Except 1- and 2-family and government or tribal buildings	40 years	≥ 3500 ft <sup>2</sup>	10 years	Structural elements	Structural failures
Dade County, FL, §8-11		S	Except 1- and 2-family and government or tribal buildings	40 years	≥ 2,000 ft <sup>2</sup>	10 years	Structural elements	Safe condition
Chicago, IL, Rules for the Maintenance of High-Rise Exterior Walls and Enclosures	F		All	Any	> 80 ft	2 years critical exam, every 4 years	50% walls, 100% cornices, 100% terracotta	Unsafe, imminently hazardous, safe with repair, safe condition
Boston, MA, Ord. 9.9-12	F		All	Any	> 70 ft	5 years	100% walls	Life-safety protection
Detroit, MI, Ord 15-88, § 9-1-35	F		All	Any	≥ 5 stories	5 years	100% cornices, 100% projections	—
St. Louis, MO, Ord. 68791	F		Any	Any	> 6 stories	5 years	100% walls	—
Jersey City, NJ, Ord. 21-054		S	All	Any	> 6 stories	10 years	Foundations, balconies, structural elements	Safe, unsafe
Jersey City, NJ, Ord. 21-054	F		All	Any	> 6 stories, masonry façades > 4 stories	5 years	Foundations, balconies, structural elements	Safe, unsafe
New York, NY, Law 11 of 1998	F		All	Any	≥ 6 stories	5 years	100% walls, 100% appurtenances	Safe condition
New York, NY, Title 28, Art. 323		S	Parking, except for 1- and 2-family homes	Any	Any	3 years	Structural elements	Unsafe condition, safe with repair, faulty construction, partial or complete collapse possible
Cincinnati, OH, Ch. 1127	F		All	≥ 15 years	> 5 stories, > 65 ft	8 and 12 years based on category	100% walls by Category IV – reinforced with corrodible metal	Safe
Cincinnati, OH, §1101.43		S	Commercial	Per director	N/A	Per director		Dangerous, unsanitary, unsafe
Cleveland, OH, Ord. 3143.02	F		All	≥ 30 years	> 75 ft	5 years	100% walls	Safe, habitable

Columbus, OH, Ord 1296-85, §4109.073	F		All	≥ 20 years	Any*	5 years	100% walls	Protection
Philadelphia, PA, §PM-304.0	F		All	Any	≥ 6 stories	5 years	100% walls	Safe, safe with repair, unsafe
Pittsburgh, PA, §304	F		Except R3, including single family residences	Any	Any	5 years	100% walls, 100% extensions, 100% decorative features, 100% chimneys	Structural soundness
Milwaukee, WI, Ch 275, §32-13	F		All	15 years	> 5 stories	5, 8, or 12 years (based on age)	100% walls	Safe condition

\*Critical observation requirements also apply if building is within 10 ft of a public right of way

Note: 1 ft = 0.3 m; 1 ft<sup>2</sup> = 0.1 m

the design event. Often, when design events are exceeded and result in partial or disproportionate collapse, disaster reconnaissance provides information that permits a better understanding of structural performance, the need to further research and development, and implementation of new minimum code requirements. For example, the magnitude 6.9 earthquake that occurred in Loma Prieta, CA, USA, in 1989, led to significant changes in the building code regarding the use of soft stories and attachment of façades. Almost every major disaster leads to a better understanding of structural performance and improvement in minimum code requirements.<sup>7</sup>

Second, the performance expectations for structural design and construction are also based on the probability of member failure when exposed to design events. Design loads are established based on an acceptable probability of exceedance over a given period. For example, design live loads for multifamily residential construction as indicated in ASCE/SEI 7-22<sup>8</sup> are higher than those expected at any individual point in time and are established based on a probability of exceedance from variability in normal loads over a 50-year period, as well as transient loads from renovations or other higher loading events.

To provide affordable structures, a reasonable level of risk of failure is incorporated into the design and construction criteria. The level of risk varies with the type of event, the occupancy, and the expected use. The code adjusts the structural design criteria to establish different magnitudes of loads based on the nature of occupancy and exposure to natural hazards. Table 1604.5 in the 2021 IBC provides four risk categories:

- I—low hazard to human life in the event of failure;
- II—all buildings not assigned to the other risk categories;
- III—substantial risk to human life in the event of failure; and
- IV—essential facilities.

Most buildings are assigned to risk category II. Consequently, when built to the minimum requirements of the building code, a barn may not perform as well as an apartment building, and the apartment building may not perform as well as a hospital or fire station. Thus, for a given member, the probability of failure under design loading conditions is a

function of the use of the structure, loading conditions, and the expected failure mode.

The third limitation is the inherent nature of existing structures. Once complete, existing structures are typically “grandfathered” and not subjected to upgrades to satisfy the current building code requirements. The International Existing Building Code (IEBC) and International Property Maintenance Code (IPMC), where adopted, delineate the expected performance and maintenance requirements for existing structures. As discussed in Parts 2 and 3 of this series, existing structures will deteriorate over time because of normal weathering processes; overall durability, serviceability, and life of materials; and/or possible faulty construction. These factors can result in substantially lower strength or performance than anticipated or a need for repairs to ensure a continued reasonable level of safety for the structure.

For these and other reasons, the building code does not establish that new or existing structures must be or can be classified as “safe and secure.” The proper terminology, consistent with the building code, should be: “reasonably safe and reasonably secure” or “built in general conformance with building code requirements in place at the time of original construction.” Given that new construction is initially designed and constructed to achieve a reasonable level of safety and security, no more should be expected when the LDP evaluates an existing structure, especially when considering the complications related to evaluation of the structural elements in existing buildings.

## Verification of “Safe”

Due to recent events and in recognition of the abundance of aging structures in locations with severe environments, AHJs, owners, occupants, politicians, and other interested parties are now looking to LDPs to verify that buildings are safe for continued occupancy. However, a statement that a building is “safe for occupancy” is difficult to provide without knowing the details and properties of the as-built building, such as conditions at connections, structural components behind finishes, and foundations that are typically inaccessible. In most cases, these surveys are completed based on a representative visual survey of exposed and accessible structural elements with limited probing to confirm

conditions. The following paragraphs describe the limited nature of the information that can be obtained during a visual survey with limited probing. Most buildings continue to be suitable for continued occupancy and thus, in-depth observations involving probes and/or deconstruction of interior and exterior finishes to access structural elements is not warranted.

### In-place loads

If sufficient information is known from the design basis or original construction requirements, a survey will potentially verify that the in-place live loads do not exceed the loads used for the original design of the structure; however, potential transient loads and alternative uses also require consideration. Where nominal loads are exceeded, an analysis may be required to show that structural elements can support the in-place loads and load effects, or remedial action should be taken. Loads may be altered because of adding, replacing, and relocating furnishing and equipment, renovations to suit new occupants, or from changes in occupancy and use.

### Dimensions

Dimensions from construction drawings can be verified in accessible representative areas; however, intrusive probes at representative areas will likely be required to confirm as-built conditions to a reasonable degree of certainty (Fig. 1).

Either visually verified dimensions or dimensions from construction documents may be used with construction drawing details and material properties from construction documents for a preliminary assessment of the capacity of the structure. Still, it must be recognized that obtaining complete information is impractical given the constraints associated with construction, materials, and investigative techniques.

### Defects

Visible defects or potentially unsafe conditions can be documented. While identification of tripping hazards from spalling concrete or overhead falling hazards from loose



**Fig. 1: Probes requiring deconstruction are not typical of visual surveys**

materials may be more easily ascertained, other defects may present an uncertain condition. Visible conditions, such as cracking, deformation, or offset, may or may not be indicative of a potentially unsafe condition (Fig. 2 to 4). Conclusive determination of as-built conditions with absolute certainty, including those that may be unsafe, can be challenging due to structural redundancies, variable and uncertain levels of deterioration, variability in construction, variations in material properties, undocumented changes during construction, and other conditions.

### Codes and standards

When the LDP is conducting a visual assessment, consideration should be given to the codes and referenced standards in place at the time of original construction and subsequent renovations, if any. For example, specific limits on chloride contents in new concrete were not required until the AHJ adopted a code that referenced ACI 318-83.<sup>9</sup> Additives containing chlorides were commonly used for cold weather concreting. Similarly, structural integrity provisions for post punching shear first appeared in ACI 318-89<sup>10</sup> and thus, were not required until that edition was adopted by the AHJ.

### Classification

The typical outcome from a survey of an existing structure is a classification of the structure into one of five categories as described in Table 2, along with recommendations for future surveys, repairs, or both. Where an LDP has been engaged to investigate buildings, most existing structures fall into categories B, C, or D, with A and E being the exceptions. Further, some level of structural analysis may be required to confirm that an observed defect is unsafe. The most important thing to note is the limited nature of most condition surveys and the need for regular surveys to document changes in conditions over time.

### Summary

Condition surveys are being proposed as a method to ensure the safety of existing structures, with the surveys required to establish that the existing structures or components are safe, secure, and free of defects. However, condition surveys, especially visual surveys, are limited in nature and the results are unlikely to establish the safety of the structure with a high degree of certainty. The requirement that an LDP determines if an existing structure is “safe” is also contrary to the building code requirements that are based upon new construction to provide a “reasonable level of safety.” The conflict arises due to the limitations in our knowledge of existing construction and the limited amount of visible structure in typical construction.

The limitations of condition surveys will be examined in Parts 2 and 3 of this series. Part 4 will discuss the application of new technologies to enhance the ability of LDPs to survey existing structures and the benefits of routine surveys and assessments.





Fig. 2: Spalling that warrants remedial action



Fig. 3: Concrete cracks, and not all cracks in concrete warrant remedial action



Fig. 4: A crack that warrants remedial action

**Table 2:**  
Classification of existing structures and possible further action

Category	Description	Occupancy restrictions	Further condition survey	Repairs required
A	No unsafe conditions or obvious structural defects are observed; the structure appears to be used consistent with the design intent. No limitation on use appears necessary.	None	Routine	Not at this time
B	No unsafe conditions are observed. Minor or isolated defects are present in the structure. Additional investigation or monitoring to confirm the type, extent, and severity of damage is recommended. The structure may stay in use while the additional evaluation is completed.	None	Yes	Possible
C	No unsafe conditions are observed. Defects are present in the structure that require additional investigation or monitoring to confirm the type, extent, and severity of damage. The structure may stay in use while the additional evaluation is completed.	None	Yes	Possible
D	Isolated unsafe conditions are observed. Defects are present in the structure that require additional investigation or monitoring to confirm the type, extent, and severity of damage. Immediate remediation or use limitations are required to keep the structure in service.	Possible	Yes	Yes
E	Obvious unsafe conditions are present. Use of the structure or portions thereof is not recommended until these conditions are addressed.	Yes	Yes	Yes

## References

1. “40 Year Building Safety Inspection Program,” Broward County Board of Rules & Appeals, Plantation, FL, June 2015, 18 pp., [www.broward.org/CodeAppeals/Documents/40YBSI-INFO-Rev.6-15.pdf](http://www.broward.org/CodeAppeals/Documents/40YBSI-INFO-Rev.6-15.pdf).
2. “Amendment of Rules Relating to Inspection of Parking Structures,” City of New York, NY, Aug. 30, 2023, <https://rules.cityofnewyork.us/rule/amendment-of-rules-relating-to-inspection-of-parking-structures/>.
3. “Ordinance of the City of Jersey City, N.J.,” Ord. 21-054, Jersey City, NJ, 2022, <https://cityofjerseycity.civicweb.net/document/51463/Ordinance%20Enacting%20Building%20Inspection%20Requirem.pdf>.
4. “2021 Florida Statutes,” The Florida Senate, Tallahassee, FL, 2021, <https://flsenate.gov/Laws/Statutes/2021>.
5. “2021 International Property Maintenance Code (IPMC),” International Code Council, Washington, DC, 2020, 71 pp.

6. “2021 International Building Code (IBC),” International Code Council, Washington, DC, 2020, 833 pp.
7. “Practical Lessons from the Loma Prieta Earthquake,” National Academy Press, Washington, DC, 1994, 274 pp.
8. ASCE/SEI 7-22, “Minimum Design Loads and Associated Criteria for Building and Other Structures,” The American Society of Civil Engineers, Reston, VA, 2021, 1046 pp.
9. ACI Committee 318, “Building Code Requirements for Reinforced Concrete (ACI 318-83),” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 1983, 112 pp.
10. ACI Committee 318, “Building Code Requirements for Reinforced Concrete (ACI 318-89) and Commentary—ACI 318R-89,” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 1989, 353 pp.

Selected for reader interest by the editors.



**Keith E. Kesner, FACI**, is a Project Director with Simpson Gumpertz & Heger, Inc. He specializes in the evaluation and rehabilitation of existing structures. He is Chair of the ACI TAC Repair and Rehabilitation Committee, and ACI Subcommittee 562-E, Seismic. He is also a member of the ACI Committee on Codes and Standards Advocacy and

Outreach; Technical Activities Committee; and Committees 228, Nondestructive Testing of Concrete; 364, Rehabilitation; 562, Evaluation, Repair, and Rehabilitation of Concrete Buildings; and ACI Subcommittees 318-C, Safety, Serviceability, and Analysis; and various state initiatives collaboration groups. He was a co-recipient of the 1998 ACI Construction Practice Award and received the 2005 ACI Young Member Award. Kesner received his BS from the University of Connecticut, Storrs, CT, USA, and his MS and PhD from Cornell University, Ithaca, NY, USA. He is a licensed professional engineer in several states and a licensed structural engineer in Hawaii and Illinois.



**David G. Tepke, FACI**, is a Principal Engineer with SKA Consulting Engineers, Inc., in Charleston, SC, USA. He specializes in structural and materials evaluation, troubleshooting, repair, and service-life extension. He is a NACE/AMPP Certified Corrosion Specialist and Protective Coating Specialist. Tepke is Chair of ACI Committee 222, Corrosion of Metals in Concrete, and a member of the

ACI Committee on Codes and Standards Advocacy and Outreach; and Committees 201, Durability of Concrete; 301, Specifications for Concrete Construction; 321, Durability Code; and 329, Performance Criteria for Ready Mixed Concrete. He is a licensed professional engineer.



ACI member **Liying Jiang** is an Engineering Manager with Structural Technologies. She specializes in evaluations of existing structures, assessment of concrete materials, design of repair and rehabilitation measures, and development of management strategies for structures affected by alkali-silica reaction (ASR), corrosion, and other materials-related distress. She is Chair of ACI Subcommittee

364-C, TechNote Subcommittee, and Secretary of ACI Subcommittee 228-B, Visual Condition Survey of Concrete. She is also a member of ACI Committees 228, Nondestructive Testing of Concrete; and 364, Rehabilitation.



**Stephen S. Szoke, FACI**, ACI Distinguished Staff, is a Code Advocacy Engineer at ACI. He actively participates in the development of model building codes, referenced standards, rules, and regulations. Szoke is a Staff Liaison for the ACI Committee on Codes and Standards Advocacy and Outreach. He is a licensed professional engineer.

# "Seguridad razonable" de las estructuras existentes, Parte 1

*¿Qué significa seguridad?*

*por Keith E. Kesner, David G. Tepke, Liying Jiang, y Stephen S. Szoke*

Varias autoridades con jurisdicción (AHJ, por sus siglas en inglés) en los últimos 20 años han iniciado requisitos de evaluación de la seguridad de edificios existentes. Por ejemplo, el condado de Broward (Florida, EE.UU.) puso en marcha en 2005 un programa de evaluación y certificación para edificios de 40 años de antigüedad, con requisitos de recertificación cada 10 años a partir de entonces<sup>1</sup>. En 2022, la ciudad de Nueva York (EE.UU.) añadió un nuevo artículo 323 a la Ley Local 126, que exige la evaluación periódica del estado de las estructuras de estacionamiento<sup>2</sup>. En 2022, la ciudad de Jersey (Nueva Jersey, EE.UU.) implantó un requisito de evaluación estructural y de fachadas<sup>3</sup>. En respuesta a acontecimientos recientes, se están estudiando requisitos para evaluar los edificios existentes en otras zonas. La Tabla 1 ofrece un resumen de los requerimientos de las ordenanzas de distintas regiones geográficas de Estados Unidos.

Desde el punto de vista conceptual, las ordenanzas representan una estrategia fundamental para proteger al público, ya que obligan a realizar estudios de las estructuras existentes para identificar las condiciones que puedan ser preocupantes desde el punto de vista estructural o potencialmente inseguras. A medida que se desarrollan y promulgan reglamentos para la evaluación de los edificios existentes con respecto a su ocupación y uso continuos, los órganos de gobierno deben tener cuidado a la hora de desarrollar disposiciones significativas y aclarar las interpretaciones para que las ordenanzas sean útiles para el público y aplicables tanto por los profesionales como por las AHJ. En las secciones siguientes se analizan las ordenanzas, las percepciones relacionadas con sus requisitos y algunas de las limitaciones asociadas a los sondeos de evaluación del estado de las estructuras.

La mayor conciencia sobre la necesidad de realizar estudios del estado de las estructuras existentes para identificar condiciones inseguras ha llevado a las autoridades, los propietarios, el público, los legisladores y otras partes interesadas a buscar la verificación por parte de profesionales del diseño con licencia (LDPs por sus siglas en inglés) de si las estructuras existentes o partes designadas de las estructuras son seguras para su uso continuo. Se están proponiendo e incluso promulgando leyes, normas y otros requisitos, que utilizan términos como: seguro, estable, estructuralmente estable o sin deterioro<sup>4,5</sup>. Se trata de términos vagos, y su significado variará en función del público. Para el público, estas frases pueden entenderse normalmente como que no habrá ninguna falla catastrófica, colapso total o parcial, o condiciones inseguras que puedan causar daños a los ocupantes o usuarios. Los LDPs, sin embargo, reconocerán que clasificar una estructura existente como "segura", "libre de deterioro" o "libre de defectos" no es posible o está severamente limitado por el conocimiento que el LDP tiene sobre la estructura, su capacidad de examinar la estructura y la incertidumbre en las cargas iniciales, actuales y futuras. Así pues, la distinción entre las percepciones de seguridad absoluta y la realidad basada en las buenas prácticas de ingeniería y el juicio es de crucial importancia.

Esta serie de cuatro partes está escrita para discutir las complejidades y desafíos de las inspecciones para calificar el estado y la seguridad estructural, que están siendo requeridas por las AHJ, para determinar si hay indicaciones fácilmente detectables de deficiencias en los sistemas estructurales existentes. Este artículo proporciona antecedentes relacionados con las perspectivas de rendimiento estructural y sugiere expectativas prácticas para las inspecciones rutinarias del estado de las estructuras.

**Tabla 1: Resumen de los requisitos de las ordenanzas seleccionadas.**

Ubicación y ordenanza	Descripción de la Ordenanza							
	Fachada	Estructural	Ocupación/Tipo	Edad	Criterio	Frecuencia	Asunto	Terminología
San Francisco, CA, Ord. 67-16	F		Construcción de tipo I, II, III y IV	Cualquiera	> 5 pisos	Basada en la antigüedad de la primera encuesta, luego cada 5 años	100% paredes, 100% balcones, 100% parapetos	Riesgo de muerte o lesiones
Estado de Florida, Estatuto 553.71		E	Cooperativa de propietarios	30 años, 25 años si está a 3 millas de la costa	—	10 años	Elementos estructurales	Seguro para uso continuo, deterioro estructural sustancial, estructuralmente sólido
Broward County, FL, Programa de inspección de seguridad de edificios del condado de Broward		E	Excepto edificios de 1 y 2 familias y edificios gubernamentales o tribales	40 años	≥ 3500 ft <sup>2</sup>	10 años	Elementos estructurales	Fallos estructurales
Dade County, FL, §8-11		E	Excepto edificios de 1 y 2 familias y edificios gubernamentales o tribales	40 años	≥ 2,000 ft <sup>2</sup>	10 años	Elementos estructurales	Condición de seguridad
Chicago, IL, Reglas para el mantenimiento de muros y cubiertas exteriores de edificios de gran altura	F		Todos	Cualquiera	> 80 ft	2 años examen crítico, cada 4 años	50% paredes, 100% cornisas, 100% terracota	Inseguro, inminentemente peligroso, seguro con reparación, condición segura
Boston, MA, Ord. 9.9-12	F		Todos	Cualquiera	> 70 ft	5 años	100% paredes	Protección de la vida
Detroit, MI, Ord 15-88, § 9-1-35	F		Todos	Cualquiera	≥ 5 pisos	5 años	100% cornisas, 100% proyecciones	—
St. Louis, MO, Ord. 68791	F		Cualquiera	Cualquiera	> 6 pisos	5 años	100% paredes	—
Jersey City, NJ, Ord. 21-054		E	Todos	Cualquiera	> 6 pisos	10 años	Cimientos, balcones, elementos estructurales	Seguro, inseguro
Jersey City, NJ, Ord. 21-054	F		Todos	Cualquiera	> 6 pisos, fachadas de obra > 4 pisos	5 años	Cimientos, balcones, elementos estructurales	Seguro, inseguro
New York, NY, Ley 11 of 1998	F		Todos	Cualquiera	≥ 6 pisos	5 años	100% muros, 100% accesorios	Condición de seguridad
New York, NY, Título 28, Art. 323		E	Estacionamiento, excepto para viviendas unifamiliares y bifamiliares	Cualquiera	Cualquiera	3 años	Elementos estructurales	Estado inseguro, seguro con reparación, construcción defectuosa, posible derrumbe parcial o total
Cincinnati, OH, Ch. 1127	F		Todos	≥ 15 años	> 5 pisos, > 65 ft	8 y 12 años según la categoría	100% muros de categoría IV - reforzados con metal corrosible	Seguro



Cincinnati, OH, §1101.43		E	Comercial	Por director	N/A	Por director		Peligroso, insalubre, inseguro
Cleveland, OH, Ord. 3143.02	F		Todos	≥ 30 years	> 75 ft	5 años	100% paredes	Seguro, habitable
Columbus, OH, Ord 1296-85, §4109.073	F		Todos	≥ 20 años	Cualquiera*	5 años	100% paredes	Protección
Philadelphia, PA, §PM-304.0	F		Todos	Cualquiera	≥ 6 pisos	5 años	100% paredes	Seguro, seguro con reparación, inseguro
Pittsburgh, PA, §304	F		Excepto R3, incluidas las residencias unifamiliares	Cualquiera	Cualquiera	5 años	100% muros, 100% ampliaciones, 100% elementos decorativos, 100% chimeneas	Solidez estructural
Milwaukee, WI, Ch 275, §32-13	F		Todos	15 años	> 5 pisos	5, 8 o 12 años (basados en la antigüedad)	100% paredes	Condición de seguridad

\*Los requisitos de observación crítica también se aplican si el edificio se encuentra a menos de 10 pies de una vía pública.

Nota: 1 pie = 0,3 m; 1 pie<sup>2</sup> = 0,1 m

## Seguridad, salud y bienestar general

Una edición reciente del Código Internacional de la Edificación (IBC por sus siglas en inglés) del Consejo Internacional de Códigos sirve de base para la mayoría de los códigos de edificación adoptados y aplicados en Estados Unidos. El propósito del IBC de 2021 se establece en la Sección 101.3:

"...establecer los requisitos mínimos para proporcionar un nivel razonable de seguridad, salud y bienestar general a través de la resistencia estructural, medios de egreso, la estabilidad, el saneamiento, la luz y la ventilación, la conservación de la energía, y para proporcionar un nivel razonable de seguridad de la vida y la protección de la propiedad contra los riesgos de incendio, explosión o condiciones peligrosas, y para proporcionar un nivel razonable de seguridad a los bomberos y personal de respuesta durante las operaciones de emergencia<sup>6</sup>."

Esta serie de cuatro partes está escrita para discutir las complejidades y desafíos de las inspecciones para calificar el estado y la seguridad estructural, que están siendo requeridas por las AHJ, para determinar si hay indicaciones fácilmente detectables de deficiencias en los sistemas estructurales existentes. Este artículo proporciona antecedentes relacionados con las perspectivas de rendimiento estructural y sugiere expectativas prácticas para las inspecciones rutinarias del estado de las estructuras.

Se prescribe un "nivel razonable" de seguridad por múltiples razones. Para el comportamiento de las estructuras existentes, hay tres aspectos significativos relacionados con las disposiciones del código.

En primer lugar, los eventos de diseño se establecen en los códigos en función de la probabilidad de que se produzcan. Los sucesos reales pueden superar el evento de diseño. A menudo, cuando se superan los eventos de diseño y se produce un colapso parcial o desproporcionado, el reconocimiento de la catástrofe proporciona información que permite comprender mejor el comportamiento estructural, la necesidad de seguir investigando y desarrollando, y la aplicación de nuevos requisitos mínimos del código. Por ejemplo, el terremoto de magnitud 6,9 que se produjo en Loma Prieta, California (EE. UU.), en 1989, dio lugar a importantes cambios en el código de edificación en relación con el uso de pisos blandos y la fijación de las fachadas. Casi todas las grandes catástrofes conducen a una mejor comprensión del comportamiento estructural y a la mejora de los requisitos mínimos de los códigos<sup>7</sup>.

En segundo lugar, las perspectivas de rendimiento para el diseño estructural y la construcción también se basan en la probabilidad de falla de los elementos cuando se exponen a los eventos de diseño. Las cargas de diseño se establecen en función de una probabilidad aceptable de excedencia durante un período determinado. Por ejemplo, las cargas vivas de diseño para la construcción de viviendas multifamiliares, tal y como se indica en ASCE/SEI 7-22<sup>8</sup>, son superiores a las esperadas en cualquier punto individual en el tiempo y se establecen en base a una probabilidad de excedencia de la variabilidad de las cargas normales durante un período de 50 años, así como las cargas transitorias de las reformas u otros eventos de carga superiores.

Para proporcionar estructuras asequibles, se incorpora un nivel razonable de riesgo de falla a los criterios de diseño y construcción. El nivel de riesgo varía en función del tipo de evento, la ocupación y el uso previsto. El código ajusta los criterios de diseño estructural para establecer diferentes magnitudes de cargas basadas en la naturaleza de la ocupación y la exposición a peligros naturales. La tabla 1604.5 del IBC 2021 establece cuatro categorías de riesgo:

- I - bajo riesgo para la vida humana en caso de avería;
- II - todos los edificios no asignados a las demás categorías de riesgo;
- III - riesgo sustancial para la vida humana en caso de falla; y
- IV – instalaciones esenciales.

A la mayoría de los edificios se les asigna la categoría de riesgo II.

En consecuencia, cuando se construye según los requisitos mínimos del código de construcción, un granero puede no funcionar tan bien como un edificio de apartamentos, y el edificio de apartamentos puede no funcionar tan bien como un hospital o una estación de bomberos. Así pues, para un elemento determinado, la probabilidad de falla en las condiciones de carga de diseño depende del uso de la estructura, de las condiciones de carga y del modo de falla previsto.

La tercera limitación es la naturaleza inherente de las estructuras existentes. Una vez terminadas, las estructuras existentes suelen estar "protegidas" y no están sujetas a actualizaciones para satisfacer los requisitos actuales del código de construcción. El Código Internacional de Edificación Existente (IEBC) y el Código Internacional de Mantenimiento de la Propiedad (IPMC), cuando se adoptan, definen los requisitos de rendimiento y mantenimiento previstos para las estructuras existentes. Como se discute en las Partes 2 y 3 de esta serie, las estructuras existentes se deteriorarán con el tiempo debido a los procesos normales de intemperismo; durabilidad en general, capacidad de servicio y vida útil de los materiales; y/o posible construcción defectuosa. Estos factores pueden dar lugar a una resistencia o un rendimiento sustancialmente inferiores a los previstos o a la necesidad de efectuar reparaciones para garantizar un nivel de seguridad razonable y continuado de la estructura.

Por estas y otras razones, el código de edificación no establece que las estructuras nuevas o existentes deban o puedan clasificarse como "seguras y protegidas." La terminología adecuada, coherente con el código de edificación, debería ser: "razonablemente seguro y razonablemente estable" o "construido de conformidad general con los requisitos del código de construcción vigentes en el momento de la construcción original". Dado que las nuevas construcciones se diseñan y construyen inicialmente para alcanzar un nivel razonable de seguridad, no debería esperarse más cuando el LDP evalúa una estructura existente, especialmente si se tienen en cuenta las complicaciones relacionadas con la evaluación de los elementos estructurales de los edificios existentes.

## **Verificación de "seguridad"**

Debido a los recientes acontecimientos y en reconocimiento de la abundancia de estructuras envejecidas en lugares con entornos severos, AHJs, propietarios, ocupantes, políticos y otras partes interesadas están buscando ahora a los LDP para verificar que los edificios sean seguros para la ocupación continua. Sin embargo, es difícil afirmar que un edificio es "seguro para su ocupación" sin conocer los detalles y las propiedades del edificio tal y como se construyó, como las condiciones de las conexiones, los componentes estructurales detrás de los acabados y los cimientos, que suelen ser inaccesibles. En la mayoría de los casos, estas inspecciones se basan en una inspección visual representativa de los elementos estructurales expuestos y accesibles, con sondeos limitados para confirmar condiciones. Los párrafos siguientes describen la naturaleza limitada de la información que puede obtenerse durante una inspección visual con sondeos limitados. La mayoría de los edificios siguen siendo aptos para seguir siendo ocupados y, por lo tanto, no se justifican observaciones en profundidad que impliquen sondeos y/o la deconstrucción de los acabados interiores y exteriores para acceder a los elementos estructurales.

## Cargas in situ

Si se conoce suficiente información de la base de diseño o de los requisitos de construcción originales, un estudio verificará potencialmente que las cargas vivas in situ no superan las cargas utilizadas para el diseño original de la estructura; sin embargo, las posibles cargas transitorias y los usos alternativos también requieren consideración. Si se superan las cargas nominales, puede ser necesario realizar un análisis para demostrar que los elementos estructurales pueden soportar las cargas in situ y los efectos de las cargas, o bien deben tomarse medidas correctivas. Las cargas pueden alterarse debido a la adición, sustitución y reubicación de mobiliario y equipos, renovaciones para adaptarse a nuevos ocupantes, o por cambios en la ocupación y el uso.

## Dimensiones

Las dimensiones de los planos de construcción pueden verificarse en zonas representativas accesibles; sin embargo, es probable que se necesiten sondeos intrusivos en zonas representativas para confirmar las condiciones de construcción con un grado razonable de certeza (Fig. 1).

Las dimensiones verificadas visualmente o las dimensiones de los documentos de construcción pueden utilizarse con los detalles de los planos de construcción y las propiedades de los materiales de los documentos de construcción para una evaluación preliminar de la capacidad de la estructura. No obstante, hay que reconocer que la obtención de información completa es poco práctica dadas las limitaciones asociadas a la construcción, los materiales y las técnicas de investigación.

## Defectos

Los defectos visibles o las condiciones potencialmente inseguras pueden documentarse. Mientras que la identificación de los peligros de tropiezo por desprendimientos de concreto o los peligros de caídas desde arriba por materiales sueltos pueden determinarse más fácilmente, otros defectos pueden presentar una condición incierta. Las condiciones visibles, como grietas, deformaciones o desplazamientos, pueden ser o no indicativas de una condición potencialmente insegura (Fig. 2 a 4). La determinación concluyente de las condiciones de construcción con absoluta certeza, incluyendo aquellas que pueden ser inseguras, puede ser un reto debido a redundancias estructurales, niveles variables e inciertos de deterioro, variabilidad en la construcción, variaciones en las propiedades de los materiales, cambios no documentados durante la construcción y otras condiciones.

## Códigos y estándares

Cuando el LDP lleve a cabo una evaluación visual, deberá tener en cuenta los códigos y normas de referencia vigentes en el momento de la construcción original y de las renovaciones posteriores, si las hubiera. Por ejemplo, no se exigieron límites específicos sobre el contenido de cloruro en el concreto nuevo hasta que el AHJ adoptó un código que hacía referencia a ACI 318-83<sup>9</sup>. Los aditivos que contenían cloruros se utilizaban habitualmente para el vertido de concreto en climas fríos. Del mismo modo, las disposiciones de integridad estructural para el esfuerzo cortante posterior al punzonamiento aparecieron por primera vez en ACI 318-89<sup>10</sup> y, por lo tanto, no se exigieron hasta que esa edición fue adoptada por el AHJ.

## Clasificación

El resultado típico de un estudio de una estructura existente es una clasificación de la estructura en una de las cinco categorías descritas en la Tabla 2, junto con recomendaciones para futuros estudios, reparaciones o ambas cosas. Cuando se ha contratado a un LDP para investigar edificios, la mayoría de las estructuras existentes se clasifican en las categorías B, C o D, siendo A y E las excepciones.

Categoría	Descripción	Restricciones de ocupación	Estudio del estado	Reparaciones requeridas
A	No se observan condiciones inseguras ni defectos estructurales evidentes; la estructura parece utilizarse de acuerdo con la intención del diseño. No parece necesaria ninguna limitación de uso.	Ninguna	Rutina	No en este momento
B	No se observan condiciones inseguras. La estructura presenta defectos menores o aislados. Se recomienda una investigación o supervisión adicional para confirmar el tipo, el alcance y la gravedad de los daños. La estructura puede seguir en uso mientras se completa la evaluación adicional.	Ninguna	Sí	Posible
C	No se observan condiciones inseguras. Existen defectos en la estructura que requieren una investigación o supervisión adicional para confirmar el tipo, el alcance y la gravedad de los daños.	Ninguna	Sí	Posible
D	Se observan condiciones inseguras aisladas. Existen defectos en la estructura que requieren una investigación o supervisión adicionales para confirmar el tipo, el alcance y la gravedad de los daños. Se aplican medidas correctoras inmediatas o limitaciones de uso.	Posible	Sí	Sí
E	Existen condiciones de inseguridad evidentes. No se recomienda el uso de la estructura o de partes de ella hasta que se solucionen estas condiciones.	Sí	Sí	Sí

**Tabla 2: Clasificación de las estructuras existentes y posibles nuevas medidas.**

Además, es posible que se requiera algún nivel de análisis estructural para confirmar que un defecto observado es inseguro. Lo más importante a tener en cuenta es el carácter limitado de la mayoría de los estudios de estado y la necesidad de realizar estudios periódicos para documentar los cambios en las condiciones a lo largo del tiempo.

## Resumen

Las inspecciones de estado se proponen como método para garantizar la seguridad de las estructuras existentes, ya que se requiere que las inspecciones establezcan que las estructuras o componentes existentes son seguros y no presentan defectos. Sin embargo, los estudios de estado, especialmente los visuales, son de naturaleza limitada y es poco probable que los resultados establezcan la seguridad de la estructura con un alto grado de certeza. El requisito de que un LDP determine si una estructura existente es "segura" también es contrario a los requisitos del código de construcción que se basan en que las nuevas construcciones proporcionen un "nivel razonable de seguridad." El conflicto surge debido a las limitaciones en nuestro conocimiento de las construcciones existentes y la cantidad limitada de estructuras visibles en una construcción típica.

Las limitaciones de los estudios de estado se examinarán en las partes 2 y 3 de esta serie. En la parte 4 se analizará la aplicación de nuevas tecnologías para mejorar la capacidad de los LDP para inspeccionar las estructuras existentes y las ventajas de las inspecciones y evaluaciones rutinarias.



## Referencias

1. "40 Year Building Safety Inspection Program," Broward County Board of Rules & Appeals, Plantation, FL, June 2015, 18 pp., [www.broward.org/CodeAppeals/Documents/40YBSI-INFO-Rev.6-15.pdf](http://www.broward.org/CodeAppeals/Documents/40YBSI-INFO-Rev.6-15.pdf).
2. "Amendment of Rules Relating to Inspection of Parking Structures," City of New York, NY, Aug. 30, 2023, <https://rules.cityofnewyork.us/rule/amendment-of-rules-relating-to-inspection-of-parking-structures/>.
3. "Ordinance of the City of Jersey City, N.J.," Ord. 21-054, Jersey City, NJ, 2022, <https://cityofjerseycity.civicweb.net/document/51463/Ordinance%20Enacting%20Building%20Inspection%20Requirem.pdf>.
4. "2021 Florida Statutes," The Florida Senate, Tallahassee, FL, 2021, <https://flsenate.gov/Laws/Statutes/2021>.
5. "2021 International Property Maintenance Code (IPMC)," International Code Council, Washington, DC, 2020, 71 pp.
6. "2021 International Building Code (IBC)," International Code Council, Washington, DC, 2020, 833 pp.
7. "Practical Lessons from the Loma Prieta Earthquake," National Academy Press, Washington, DC, 1994, 274 pp.
8. ASCE/SEI 7-22, "Minimum Design Loads and Associated Criteria for Building and Other Structures," The American Society of Civil Engineers, Reston, VA, 2021, 1046 pp.
9. ACI Committee 318, "Building Code Requirements for Reinforced Concrete (ACI 318-83)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 1983, 112 pp.
10. ACI Committee 318, "Building Code Requirements for Reinforced Concrete (ACI 318-89) and Commentary—ACI 318R-89," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 1989, 353 pp.

Seleccionados por los editores por su interés para el lector.



**Keith E. Kesner**, FACI, es Director de Proyectos de Simpson Gumpertz & Heger, Inc. Está especializado en la evaluación y rehabilitación de estructuras existentes. Es presidente del Comité de Reparación y Rehabilitación del ACI TAC y del Subcomité 562-E, Sísmico, del ACI. También es miembro del Comité de Promoción y Divulgación de Códigos y Normas del ACI; del Comité de Actividades Técnicas; y de los Comités 228, Ensayos No Destructivos del Concreto; 364, Rehabilitación; 562, Evaluación, Reparación y Rehabilitación de Edificios de Concreto; y de los Subcomités 318-C, Seguridad, Capacidad de Servicio y Análisis del ACI; y de varios grupos de colaboración de iniciativas estatales. Fue uno de los galardonados con el Premio a la Práctica de la Construcción de ACI en 1998 y recibió el Premio al Miembro Joven de ACI en 2005. Kesner obtuvo su licenciatura en la Universidad de Connecticut, Storrs, CT, EE.UU., y su máster y doctorado en la Universidad de Cornell, Ithaca, NY, EE.UU. Está colegiado como ingeniero profesional en varios estados y como ingeniero de estructuras en Hawai e Illinois.



**Liying Jiang**, Miembro del ACI y Directora de Ingeniería de Structural Technologies. Está especializada en evaluaciones de estructuras existentes, valoración de materiales de concreto, diseño de medidas de reparación y rehabilitación, y desarrollo de estrategias de gestión para estructuras afectadas por reacción álcali-silíce (ASR por sus siglas en inglés), corrosión y otros problemas relacionados con los materiales. Es presidenta del Subcomité 364-C del ACI, Subcomité TechNote, y Secretaria del Subcomité 228-B del ACI, Visual Condition Survey of Concrete. También es miembro de los Comités 228 (Ensayos no destructivos del hormigón) y 364 (Rehabilitación) del ACI.



**David G. Tepke**, FCI, es ingeniero principal de SKA Consulting Engineers, Inc. en Charleston, SC (EE.UU.). Está especializado en evaluación estructural y de materiales, resolución de problemas, reparación y prolongación de la vida útil. Es especialista en corrosión y especialista en revestimientos protectores certificado por NACE/AMPP. Tepke es presidente del Comité 222 del ACI, Corrosión de Metales en el Concreto, y miembro del Comité del ACI sobre Promoción y Divulgación de Códigos y Normas; y de los Comités 201, Durabilidad del Concreto; 301, Especificaciones para la Construcción de Concreto; 321, Código de Durabilidad; y 329, Criterios de Desempeño para Concreto Premezclado. Es ingeniero profesional licenciado.



**Stephen S. Szoke**, FCI, Personal Distinguido de ACI, es Ingeniero de Defensa del Código en ACI. Participa activamente en el desarrollo de modelos de códigos de construcción, normas de referencia, reglas y reglamentos. Szoke es miembro del personal de enlace del Comité de promoción y divulgación de códigos y normas de ACI. Es ingeniero profesional licenciado.

**La traducción de este artículo correspondió al Capítulo Perú**

*Título: Consideraciones para Información Técnica Diferida.  
Asociación Americana De Contratistas De Concreto*



*Traductor y Revisor Técnico:  
Julio Antonio  
Higashi Luy*