



Evaluación Estructural de acuerdo con las Normas NEC Y FEMA de la Estación de Bomberos del Cantón Jama Provincia de Manabí, Ecuador

Structural Evaluation in accordance with the NEC and FEMA Norms of the Jama Cantón Province of Manabí Fire Statio, Ecuador

Avaliação Estrutural de acordo com as Normas NEC e FEMA da Estação de Incêndio da Província de Manabí em Jama Cantón, Equador

Fabián Patricio Dueñas-Solórzano ¹
fabiely1991@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9197-9757>

Correspondencia: fabiely1991@hotmail.com

Ciencias técnicas y aplicadas
Artículo de investigación

***Recibido:** 04 de noviembre de 2019 ***Aceptado:** 18 diciembre de 2019 * **Publicado:** 17 de enero 2020

¹ Ingeniero Civil, Programa de Maestría en Gestión y Prevención de Riesgos de Desastres en la Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.

Resumen

El objetivo del este estudio fue Evaluar la Estructura de la sede de la Estación de Bomberos del Cantón Jama Provincia de Manabí, Ecuador. El tipo de investigación fue descriptiva observacional; la población de estudio estuvo conformada por la edificación del cuerpo de bomberos de este sector. La técnica empleada fue a través de la evaluación simplificada y la evaluación detallada. Los resultados obtenidos fueron contrastados con las normas ecuatorianas de construcción NEC-11 y las normas de la Agencia Federal para la Gestión de Emergencias de los Estados Unidos (FEMA). La evaluación realizada determinó que la edificación presentó daños de severidad como: fisuras profundas en las columnas, corrosión agresiva en el acero, problemas de humedad, entre otros. Conclusiones: La evaluación estructural resulta vital para la clasificación de las edificaciones en términos de funcionabilidad, resistencia y seguridad para las personas que en ellas habitan o laboran y cuyos resultados son importantes para la toma de decisiones por parte de las autoridades competentes.

Palabras clave: Evaluación; estructura; riesgos; seguridad; decisiones.

Abstract

The objective of this study was to Evaluate the Structure of the headquarters of the Fire Station of the Canton Jama Province of Manabí. Ecuador. The type of investigation was descriptive observational; The study population was made up of the building of the fire department of this sector. The technique used was through the simplified evaluation and the detailed evaluation. The results obtained were contrasted with the Ecuadorian construction standards NEC-11 and the regulations of the Federal Agency for Emergency Management of the United States (FEMA). The evaluation made determined that the building presented severe damage such as: deep cracks in the columns, aggressive corrosion in the steel, moisture problems, among others. Conclusions: The structural evaluation is vital for the classification of buildings in terms of functionality, resistance and safety for people who live or work in them and whose results are important for decision-making by the competent authorities.

Keywords: Evaluation; structure; risks; security; decisions.

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar a estrutura da sede do corpo de bombeiros da província de Manabí, no cantão de Jama. Equador O tipo de investigação foi observacional descritivo; A população do estudo foi composta pelo prédio do corpo de bombeiros desse setor. A técnica utilizada foi a avaliação simplificada e a avaliação detalhada. Os resultados obtidos foram contrastados com os regulamentos de construção equatorianos NEC-11 e os regulamentos da Agência Federal de Gerenciamento de Emergências dos Estados Unidos (FEMA). A avaliação realizada determinou que o edifício apresentava danos graves, tais como: rachaduras profundas nas colunas, corrosão agressiva no aço, problemas de umidade, entre outros. Conclusões: A avaliação estrutural é vital para a classificação dos edifícios em termos de funcionalidade, resistência e segurança para as pessoas que vivem ou trabalham neles e cujos resultados são importantes para a tomada de decisões pelas autoridades competentes.

Palavras-chave: Avaliação; estrutura; riscos; segurança; decisões.

Introducción

Las edificaciones constan de dos sistemas estructurales, el que soporta las cargas verticales y el que soporta las cargas laterales, cuya función principal es que la estructura sea capaz a lo largo del tiempo de resistir la atracción de la tierra y otras cargas peligrosas como la acción del medio ambiente, procesos de asentamientos derivados de fallas de sustentación por suelos alterados o de baja capacidad y acción sísmica, entre otras. Por tanto, para que una estructura sea considerada segura, ambos sistemas deben ser funcionales. Según, Marshall y Nelson (1995) las estructuras son:

Aquellos cuerpos capaces de resistir cargas sin que exista una deformación excesiva de una de las partes con respecto a otra. Por lo tanto la función de una estructura consiste en transmitir las fuerzas de un punto a otro en el espacio, resistiendo su aplicación sin perder la estabilidad.

En relación a estas afirmaciones, para el mantenimiento y conservación de forma segura de las estructuras es importante una vigilancia constante y una evaluación periódica de las mismas.

Sobre esta base, para determinar el nivel de seguridad y confiabilidad del sistema estructural de una construcción o edificación, se realiza una evaluación, la cual consiste en realizar un análisis

matemático de la estructura ante cargas gravitacionales y cargas sísmicas para determinar el estado la misma. A este respecto, Villarreal (2009: p.4) señala que: “el análisis estructural, es una ciencia que se encarga de la elaboración de métodos de cálculo, para determinar la resistencia, rigidez, estabilidad, durabilidad y seguridad de las estructuras, obteniéndose los valores necesarios para un diseño económico y seguro.” Por tanto, la evaluación estructural debe ser realizada por personal especializado, el cual no solo está capacitado para realizar la evaluación, sino también para ofrecer las diferentes posibles soluciones.

En general todas las estructuras se pueden evaluar de acuerdo a su respectivo código normativo vigente. A tal efecto, la norma técnica (NT) es un documento que contiene definiciones, requisitos, especificaciones de calidad, terminología, métodos de ensayo o información de rotulado. En cuanto a la elaboración de una NT está basada en resultados de la experiencia, la ciencia y del desarrollo tecnológico, de tal manera que se pueda estandarizar procesos, servicios y productos. De acuerdo con la organización internacional de la normalización ISO (1986): “las normas técnicas se basan en resultados conjuntos de tecnología, ciencia y experiencia.”

Cada país adopta o desarrolla códigos y normas de construcción con base en los avances del conocimiento en el área, y aprobadas por distintas instancias del mundo académico, profesional y gubernamental con el fin de garantizar el diseño y construcción de edificaciones lo suficientemente seguras en caso de eventos naturales (sismos), así como para salvaguardar las vidas humanas que albergan. En el caso de la República de Ecuador, la Cámara de la Construcción de Quito, fue la entidad encargada de la coordinación de la elaboración de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11, vigente actualmente, mediante convenio firmado con el MIDUVI (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda).

Sobre este particular, las normas definen varios grupos de estructuras, según su importancia, uso y ocupación. De acuerdo con La Fuente (2014: p.46)

Típicamente, las normas definen al menos tres grupos, para los cuales se especifican progresivamente, según aumenta la importancia de la estructura, mayores requisitos de resistencia, controles de derivas, restricciones en la selección del sistema resistente, y requerimientos de detallado y diseño más exigentes. A los efectos de este comentario, los llamaremos grupos I, II y III, aunque el número de grupos y la nomenclatura, difiere de norma a norma.

En consecuencia la observación de las normas de construcción deben observarse con la mayor rigurosidad con el fin de edificar construcciones suficientemente seguras para proteger las vidas humanas que en ellas laboran o habitan.

En este mismo orden de ideas, señala la referida autora que el grupo más exigente es el grupo III, es el de las llamadas edificaciones esenciales, que: “son las que se requieren en funcionamiento después del terremoto, ya que pueden ser necesarias en tareas de recuperación después del desastre o atención a la población en la emergencia, como el caso de hospitales, cuarteles de bomberos, etc.”

La Fuente (2014: p.46)

De igual manera, según la NSR-10, el Grupo III, comprende aquellas edificaciones de atención a la comunidad:

Este grupo comprende aquellas edificaciones, y sus accesos, que son indispensables después de un temblor para atender la emergencia y preservar la salud y la seguridad de las personas, exceptuando las incluidas en el grupo IV. Este grupo debe incluir: (a) Estaciones de Bomberos, defensa civil, policía, cuarteles de las fuerzas armadas, y sedes de las oficinas de prevención y atención de desastres, (b) Garajes de vehículos de emergencia.

De acuerdo con la normativa señalada, las estaciones de bomberos, son consideradas estructuras esenciales, por la función que realizan y su aporte a la comunidad, por lo cual es fundamental el mantenimiento, conservación y la evaluación de la estructura. A tal efecto, este estudio arrojó datos relevantes para la toma de decisiones por parte de las autoridades competentes en relación a la situación estructural de la edificación de la estación de bomberos, de la comunidad del Cantón Jama. Provincia de Manabí.

Partiendo de lo anterior, el objetivo de esta investigación consistió en es evaluar el estado de la estructura del edificio del Cuerpos de Bomberos del Cantón Jama. Provincia de Manabí.

Desarrollo

La evaluación estructural consiste en una serie de procesos tendientes a la determinación de las condiciones estructurales actuales. Según Nunilo y otros (2018:p.21), la evaluación estructural es considerada como: “la realización de ensayos, mediciones, inspecciones y hasta en muchos un recalcu del edificio o construcción, lo cual puede durar mucho tiempo.” De acuerdo con estas afirmaciones, para la evaluación estructural se deben seguir una serie de pasos o etapas con el fin

de verificar la seguridad de la construcción y las personas que hacen uso de ella. Por otra parte, las formas más frecuentes para la evaluación estructural son: “la evaluación simplificada y la evaluación detallada” Nunilo y otros (2018:p.21).

Con relación a la evaluación simplificada: “está basada en determinar el estado actual de la estructura en general, fundamentada en la ponderación adecuada de múltiples aspectos relativos, no solo de tipología estructural, sino también al proceso de corrosión en el que se encuentra el edificio. Nunilo y otros (2018:p.21). Una vez realizada la evaluación rápida, aquellas edificaciones que han sido clasificadas de ingreso restringido, son sometidas a una evaluación detallada. Según, Vizconde, y Cortez. (2017)

La evaluación detallada tiene por objeto proporcionar la garantía razonable de que el sistema estructural, así como los elementos del edificio que podrían causar peligros de caída, sean lo suficientemente seguros antes de que el edificio se vuelva a poner en uso.

En general, se requiere de un buen juicio de expertos en la evaluación de daños estructurales, para la toma de decisiones acertadas basándose en un criterio técnico acertado.

En relación con lo anteriormente planteado, las estructuras pueden verse afectadas por distintas causas relacionadas con el ataque producido por el medio ambiente, acciones del fuego, suelos alterados o de baja capacidad y acción sísmica.

En este contexto, “la mayoría del territorio de Ecuador, se encuentra ubicado en una zona de alto peligro sísmico.” Nunilo y otros (2018:p.27) Por tanto, requiere de una normativa de evaluación de estructuras una vez ocurrido un evento sísmico, para ello acoge las normas de la Agencia Federal para la Gestión de Emergencias (FEMA) de los Estados Unidos, las cuales contienen un método para identificar rápidamente las estructuras no seguras, después de la ocurrencia de un evento natural como los sismos.

En líneas generales, el procedimiento de evaluación de las estructuras después de la ocurrencia de un evento natural como los sismos, se lleva a cabo siguiendo una metodología orientada a determinar el nivel de riesgo de la edificación o de la construcción afectada.

En primer lugar se hace la inspección de campo, donde se realiza una evaluación visual y se mapean las rajaduras visibles, y los tamaños de grieta, así como los problemas constructivos presentes. De acuerdo con la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS) (2012: p.5)

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

En segundo lugar, se realiza la verificación de los planos, donde se contrasta la información de los planos estructurales con lo existente, y de haber diferencias se anotan para considerarlo en el análisis. De no existir planos estructurales, es necesario mandar a hacer un replanteo de la edificación, así como los estudios de resistencias del concreto y lecturas del acero existente en los elementos estructurales de la edificación. Según la AIS (2012.p:6) “para los procedimientos de evaluación se debe contar con los siguientes elementos: planos de la zona a inspeccionar, libreta de notas, lápiz o bolígrafo, otros.”

El tercer paso lo conforman los estudios de campo, se decide que estudios se requieren de acuerdo a los resultados de los dos pasos anteriores, estos podrían ser los estudios de mecánica de suelos, de resistencia del concreto o de cuantías de acero. De este modo “la revisión del estado general de una edificación es el mejor indicador del daño en el sistema estructural” AIS (2012.p:17)

El cuarto paso es el análisis estructural, o análisis matemático de la estructura, y se realiza empleando toda la información recopilada en los pasos anteriores, dando como resultado el diagnóstico de la edificación con las respectivas recomendaciones.

Después de realizada la inspección de la edificación y teniendo en cuenta la afectación tanto de los elementos arquitectónicos, como estructurales para poder evaluar realmente su capacidad para resistir cargas y si el peligro puede desaparecer al remover los elementos arquitectónicos afectados, se clasifica el uso y funcionamiento del mismo en: Habitable, Uso restringido, No habitable y Peligro de colapso. AIS (2012.p:33)

Partiendo de lo antes señalado, los métodos de evaluación estructural en esta caso a través de la evaluación simplificada y la evaluación detallada, pueden ayudar significativamente a evitar el riesgo de habitar o laborar en una edificación con clasificación de no segura para las personas, y que puedan traer consecuencias graves en aspectos como: seguridad, salud pública, económicos, políticos y legales. Este método permite una vez realizada la evaluación y haber obtenido los resultados globales, establecer los parámetros de actuación mediante el cual se garantice la estabilidad de la estructura para seguridad de la población.

Metodología

La presente investigación es de carácter descriptivo por cuanto pretende describir a través de la evaluación estructural las condiciones actuales del edificio sede del Cuerpo de Bomberos del Cantón Jama. Provincia de Manabí. La población objeto de estudio estuvo conformada por el edificio sede de la estación bomberil. Para esta investigación se tomó como referencia las normas Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11 y las FEMA de la agencia estadounidense para la gestión e desastres.

Resultados y Discusión

Procedimiento de la Evaluación Detallada.

La Evaluación Detallada es un examen visual exhaustivo de un edificio dañado. “Consiste en una serie de pasos que se resumen a continuación. Un edificio con gran cantidad de peligros debe ser evaluado conservadoramente.” Vizconde y Cortez. (2017)

Paso 1: Inspección de la edificación desde el exterior.

Una vez realizada la inspección visual caminando alrededor del exterior del edificio, se tienen los siguientes resultados: En primer lugar, se estableció que la edificación tiene 28 años de antigüedad, como un indicador importante de la resistencia debido a que muchos edificios antiguos son más susceptibles a daños que construcciones más recientes; se observa la presencia de grietas en las paredes exteriores, marcos de vidrio, otros, que son síntomas de deriva excesiva. También se inspeccionó los elementos no estructurales, tales como paredes, parapetos, otros, para detectar daños antes de entrar en el edificio. (Ver ilustración 1)

Ilustración 1 Resultados inspección desde el exterior del edificio sede del Cuerpo de Bomberos del Cantón Jama. Provincia de Manabí.



Fuente: Dueñas y

propia

García (2015). Elaboración

Paso 2: Inspección el sistema estructural desde el interior del edificio

Otra variable importante lo constituye la inspección del sistema estructural desde el interior de la edificación, lo cual permitió la detección de situaciones en las que una columna mostró signos de falla, presentando fisuras profundas en su constitución, por lo que se puede inferir que ha comenzado a experimentar algún daño estructural. (Ver ilustración 2)

Ilustración 2. Resultados de la inspección el sistema estructural desde el interior del edificio del edificio sede del Cuerpo de Bomberos del Cantón Jama. Provincia de Manabí.



Fuente: Dueñas y García (2015). Elaboración propia

Paso 3. Inspección del sitio para determinar los peligros geotécnicos.

Otra variable importante lo constituye la evaluación geotécnica. De acuerdo con González (2003) esta técnica comprende el: “reconocimiento de campo, la investigación del subsuelo, los análisis y recomendaciones de ingeniería necesarios para el diseño y construcción de las obras en contacto con el suelo, de tal forma que se garantice un comportamiento adecuado de la edificación.” Para ello, se realizó la inspección en el emplazamiento las fisuras, abultamiento, y movimientos verticales del suelo; áreas de ladera, área de influencia de deslizamiento de tierra, y los desechos y escombros que invaden el sitio. Así los resultados derivados de este estudio debe precisar todo lo relativo a las condiciones físico-mecánicas del subsuelo y las recomendaciones de la cimentación y del proceso constructivo, conforme a las normas de construcción vigentes en el país (NEC-11) y las normas FEMA, en función de proteger ante todo la integridad de las personas ante cualquier fenómeno externo, además de preservar vías, instalaciones de servicios públicos, predios y construcciones vecinas. (Ver ilustración 3)

Ilustración 3. Resultados de la inspección del sitio para determinar los peligros geotécnicos del edificio sede del Cuerpo de Bomberos del Cantón Jama. Provincia de Manabí.



Fuente: Dueñas y García (2015). Elaboración propia

Paso 4: Inspección de otros peligros. Humedad.

Otras de las dimensiones que en las últimas décadas, ha tomado gran importancia dentro de las tareas desarrolladas por los ingenieros civiles u otros especialistas relacionados con la evaluación de las estructuras, es la evaluación o estudio relacionado con el ataque producido por el medio ambiente. Con relación a esto Perepérez, Barberá y Andrade (2013) lo definen como: “el resultado de la interacción entre ellas y el medio ambiente.” Los resultados obtenidos de la evaluación de la estructura relacionados con factores ambientales indican la presencia de humedad. De acuerdo con

la Enciclopedia Broto (2012: p.32) “de las cinco fuentes de humedad (humedad de filtración, capilar, de condensación, accidental o de uso, de obra o de construcción), cada una obedece a fenómenos distintos, por lo que no hay un tratamiento universal para ser aplicado.” Por tanto, los especialistas recomiendan realizar la evaluación pertinente para lograr determinar la causa y proponer la solución más adecuada, de acuerdo a la situación particular encontrada. En este sentido, “sólo un análisis de cada caso, considerando el clima, la zona, el destino de la edificación, el tipo de materiales, el diseño, entre otros factores, permite dar una solución adecuada al problema.” Enciclopedia Broto (2012: p.32) (Ver ilustración 4)

Ilustración 4. Resultados de la inspección del sitio para determinar otros peligros como la presencia de humedad en la estructura del edificio del edificio sede del Cuerpo de Bomberos del Cantón Jama. Provincia de Manabí.



Fuente: Dueñas y García (2015). Elaboración propia

Paso 5: Inspección de otros peligros. Corrosión.

En relación a la variable corrosión en el concreto armado, se encontró que los resultados de la valoración arrojaron la presencia de corrosión y carbonatación en las columnas de la edificación. A tal efecto, la corrosión iniciada por carbonatación, es el resultado de la reacción química que ocurre entre el dióxido de carbono (CO_2) presente en la atmósfera y ciertos productos de hidratación del cemento disueltos en la solución de los poros del concreto. Así, la absorción de agua en el concreto desde el ambiente exterior favorece el fenómeno de la corrosión en el acero hasta generar fracturas y laminación. Por tanto, la corrosión en el concreto armado es un problema

que afecta la integridad de la estructura. De acuerdo con Song y Shayan (1998), “el riesgo potencial de la corrosión en las estructuras es muy impredecible, por lo que su monitoreo, predicción, prevención y rehabilitación del daño del acero por corrosión en estructuras de concreto ha sido una importante área de interés.” (Ver ilustración 5 y 6)

Ilustración 5. Resultados de la inspección del sitio para determinar otros peligros como la corrosión en el concreto armado del edificio sede del Cuerpo de Bomberos del Cantón Jama. Provincia de Manabí.



Fuente: Dueñas y García (2015). Elaboración propia

Ilustración 6. Resultados de la inspección del sitio para determinar otros peligros como la carbonatación en el concreto armado del edificio sede del Cuerpo de Bomberos del Cantón Jama. Provincia de Manabí.



Fuente: Dueñas y García (2015). Elaboración propia

Conclusiones

Se concluyó que la evaluación estructural de la edificación sede de la estación de Bomberos del Cantón Jama. Provincia de Manabí, resultó esencial, para la obtención de los datos necesarios que permitió conocer su estado funcional, resistencia y seguridad para las personas que allí laboran o

hacen uso de ella en situaciones de emergencia y, por consiguiente gestionar los procedimientos que permitieron caracterizar la situación o gravedad de la estructura y, a partir de ello, la administración gestora tomará las decisiones correspondiente para dar la solución más adecuada a la situación encontrada en la estructura evaluada.

Referencias

1. AIS. (2012). Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. Guía Técnica para la Inspección de Edificaciones después de un Sismo. Manual de campo. Publicación de la Alcaldía Mayor de Bogotá. Colombia.
2. CARDER, (2001). Corporación Autónoma Regional de Risaralda. Diagnóstico de Riesgos Ambientales Municipio de Pereira. Risaralda/ Risaralda 201.
3. Díaz, G. (2005). Diseño Estructural en Arquitectura. 1ª edición. Buenos Aires. Editorial Nobuko.
4. Diccionario de arquitectura y construcción (2019). Definiciones y traducciones. [Documento en línea] Disponible en: <https://www.parro.com.ar/definicion-de-configuraci%F3n+estructural>
5. Enciclopedia Broto (2012). Patologías de la Construcción. [Documento en línea] Disponible en: https://higieneysseguridadlaboralcv.files.wordpress.com/2012/07/enciclopedia_broto_de_patologias_de_la_construccion.pdf
6. Gobierno Ecuatoriano. (2008). Constitución Ecuatoriana 2008. Título VII - Régimen del Buen Vivir. [Documento en línea] Disponible en: http://www.movimientoecuador.co.uk/TITULO_VII_-_REGIMEN_DEL_BUEN_VIVIRt-81.html
7. González, L.(2003). Ingeniería Geológica. Madrid: Pearson Educacion S.A. – Prentice Hall.
8. Hibbeler, R. (2012). Análisis Estructural. Octava Edición México 2012.Pearson Educación.
9. ISO. Organización Internacional de la Normalización. (1986). Guía ISO n°2 de 1986.

10. La Fuente, M. (2014). Las normas sísmicas de edificaciones en Venezuela y otros países de América Latina: Conocimiento e ingeniería para el desarrollo sostenible. Trabajo presentado ante la ilustre Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, como requisito parcial para su incorporación como individuo de número. Sillón XXV. [Documento en línea] Disponible en:
http://www.acading.org.ve/info/publicaciones/TRABAJOS_INCORPORACION/TI_MARIANELA_LAFUENTE.pdf
11. Marshall, W y Nelson, H. (1995). Structures. Universidad de Glaswglow, Gran Bretaña. 2da Edición. Versión en español universidad Autonoma de Mexico. [Libro en línea] Disponible en: <https://es.scribd.com/document/347915997/Estructura-W-T-Marshall-H-M-Nelson>
12. Nelson, J, Miller, D. (1992). Expansive Soils: Problems and Practice in Foundation and Pavement Engineering. Department of Civil Engineering. Colorado State University. John Wiley & Sons, inc. USA.
13. Nunilo, G y otros. (2018). Conservación de Edificaciones. Tomo II. Ingeniería y Tecnología. Ciencias. Editorial área de Área de Innovación y Desarrollo. [Libro en línea] Disponible en: books.google.co.ve > books
14. Perepérez, B, Barberá, e y Andrade, C. (2013). La Agresividad Ambiental y la Durabilidad de las Estructuras de Hormigón. [Documento en línea] Disponible en: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/87110/1/20-11-2013-di.pdf>
15. Song, G, y Shayan, A. (1998). Corrosion of steel in concrete: causes, detection and prediction.
16. Villarreal, G. (2009), Análisis Estructural. Lima, 2009. 327 pp.
17. Vizconde, A y Cortez, M. (2017) Método de Evaluación Detallada según ATC-20 para inspección post-sismo de edificaciones. Universidad de Guayaquil.

References

1. AIS. (2012). Colombian Association of Seismic Engineering. Technical Guide for Building Inspection after an Earthquake. Field Manual Publication of the Mayor's Office of Bogotá. Colombia.
2. CARDER, (2001). Regional Autonomous Corporation of Risaralda. Diagnosis of Environmental Risks Municipality of Pereira. Risaralda / Risaralda 201.
3. Díaz, G. (2005). Structural Design in Architecture. 1st edition Buenos Aires. Nobuko editorial.
4. Dictionary of architecture and construction (2019). Definitions and translations. [Online document] Available at: <https://www.parro.com.ar/definicion-de-configuraci%F3n+estructural>
5. Encyclopedia Broto (2012). Construction Pathologies. [Online document] Available at: https://higieneyseguridadlaboralcv.files.wordpress.com/2012/07/encyclopedia_broto_de_patologias_de_la_construccion.pdf
6. Ecuadorian Government. (2008). Ecuadorian Constitution 2008. TITLE VII - Regime of Good Living. [Online document] Available at: http://www.movimientoecuador.co.uk/TITULO_VII_-_REGIMEN_DEL_BUEN_VIVIRt-81.html
7. González, L. (2003). Geological Engineering. Madrid: Pearson Educacion S.A. - Prentice Hall.
8. Hibbeler, R. (2012). Structural analysis. Eighth Edition Mexico 2012. Pearson Education.
9. ISO. International Organization for Standardization. (1986). ISO Guide No. 2 of 1986.
10. La Fuente, M. (2014). The seismic norms of buildings in Venezuela and other Latin American countries: Knowledge and engineering for sustainable development. Paper presented to the illustrious National Academy of Engineering and Habitat, as a partial requirement for incorporation as a number individual. XXV armchair. [Online document] Available at: http://www.acading.org.ve/info/publicaciones/TRABAJOS_INCORPORACION/TI_MARLANELA_LAFUENTE.pdf
11. Marshall, W and Nelson, H. (1995). Structures Glaswglow University, Great Britain. 2nd Edition. Spanish version of the Autonomous University of Mexico. [Book

- online] Available at: <https://es.scribd.com/document/347915997/Estructure-W-T-Marshall-H-M-Nelson>
12. Nelson, J, Miller, D. (1992). *Expansive Soils: Problems and Practice in Foundation and Pavement Engineering*. Department of Civil Engineering. Colorado State University. John Wiley & Sons, inc. USES.
13. Nunilo, G and others. (2018). *Building Conservation. Volume II Engineering and Technology Science Editorial Area of Innovation and Development Area*. [Book online] Available at: [books.google.co.ve ›books](https://books.google.co.ve/books)
14. Perepérez, B, Barberá, e and Andrade, C. (2013). *Environmental Aggressiveness and Durability of Concrete Structures*. [Online document] Available at: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/87110/1/20-11-2013-di.pdf>
15. Song, G, and Shayan, A. (1998). *Corrosion of steel in concrete: causes, detection and prediction*.
16. Villarreal, G. (2009), *Structural Analysis*. Lima, 2009. 327 pp.
17. Vizconde, A y Cortez, M. (2017) *Detailed Evaluation Method according to ATC-20 for post-earthquake building inspection*. Guayaquil University.

Referências

1. . AIS. (2012). *Associação Colombiana de Engenharia Sísmica. Guia técnico para inspeção de edifícios após um terremoto*. Manual de campo Publicação da Prefeitura de Bogotá. Colômbia
2. CARDER, (2001). *Corporação Autônoma Regional de Risaralda. Diagnóstico de Riscos Ambientais Município de Pereira*. Risaralda / Risaralda 201.
3. Díaz, G. (2005). *Projeto Estructural em Arquitetura*. 1ª edição Bons ares. Editorial Nobuko.
4. *Dicionário de arquitetura e construção* (2019). *Definições e traduções*. [Documento online] Disponível em: <https://www.parro.com.ar/definicion-de-configuraci%F3n+estructural>
5. *Enciclopédia Broto* (2012). *Patologias de Construção*. [Documento online] Disponível em: https://higieneyseguridadlaboralcv.files.wordpress.com/2012/07/encyclopedia_broto_de_patologias_de_la_construccion.pdf

6. Governo equatoriano. (2008). Constituição equatoriana 2008. TÍTULO VII - Regime de boa vida. [Documento online] Disponível em :
http://www.movimientoecuador.co.uk/TITULO_VII_-_REGIMEN_DEL_BUEN_VIVIRt-81.html
- González, L. (2003). Engenharia Geológica Madri: Pearson Educacion S.A. - Prentice Hall.
8. Hibbeler, R. (2012). Análise Estrutural Oitava Edição México 2012. Pearson Education.
9. ISO Organização Internacional de Normalização. (1986). Guia ISO nº 2 de 1986.
10. La Fuente, M. (2014). As normas sísmicas de edifícios na Venezuela e em outros países da América Latina: conhecimento e engenharia para o desenvolvimento sustentável. Artigo apresentado à ilustre Academia Nacional de Engenharia e Habitat, como requisito parcial para incorporação como número individual. Poltrona XXV. [Documento online] Disponível em:
http://www.acading.org.ve/info/publicaciones/TRABAJOS_INCORPORACION/TI_MAR_IANELA_LAFUENTE.pdf
11. Marshall, W. e Nelson, H. (1995). Estruturas Universidade Glaswglow, Grã-Bretanha. 2ª Edição. Versão em espanhol da Universidade Autônoma do México. [Livro on-line] Disponível em: <https://es.scribd.com/document/347915997/Estructure-W-T-Marshall-H-M-Nelson>
12. Nelson, J. Miller, D. (1992). Solos expansivos: problemas e práticas em engenharia de fundações e pavimentos. Departamento de Engenharia Civil. Universidade Estadual do Colorado. John Wiley & Sons, Inc. EUA
13. Nunilo, G e outros. (2018). Conservação de edifícios. Volume II Engenharia e Tecnologia Ciência Área Editorial de Inovação e Desenvolvimento. [Livro on-line] Disponível em: books.google.co.ve >livros
14. Perepérez, B, Barberá, e Andrade, C. (2013). Agressividade ambiental e durabilidade de estruturas de concreto. [Documento online] Disponível em: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/87110/1/20-11-2013-di.pdf>
15. Song, G, e Shayan, A. (1998). Corrosão do aço no concreto: causas, detecção e previsão.
16. Villarreal, G. (2009), Structural Analysis. Lima, 2009. 327 pp.
17. Vizconde, A y Cortez, M. (2017) Método de avaliação detalhado de acordo com o ATC-20 para inspeção de edifícios após terremotos. Universidade de Guayaquil

©2019 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).