VALORACIÓN DE LAS CONDICIONES ESTRUCTURALES DE UN INMUEBLE

HERNANDO VALLEJO OBANDO

CODIGO 20171117060

RUBEN DARIO CAICEDO ARANDA

CODIGO 20171117009

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

ESPECILIZACIÓN EN AVALÚOS URBANOS

BOGOTÁ D.C.

MAYO 06 DE 2018

VALORACIÓN DE LAS CONDICIONES ESTRUCTURALES DE UN INMUEBLE

HERNANDO VALLEJO OBANDO

CODIGO 20171117060

RUBEN DARIO CAICEDO ARANDA

CODIGO 20171117009

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN AVALÚOS URBANOS

DIRECTOR DE PROYECTO:

INGENIERO EDWIN ROBERT PERÉZ CARVAJAL

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

ESPECILIZACIÓN EN AVALÚOS URBANOS

BOGOTÁ D.C.

MAYO 06 DE 2018

DEDICACIÓN

Este logro está dedicado a nuestras familias, como reconocimiento al apoyo brindado sin ningún tipo de interés y con el ánimo de permitirnos alcanzar los objetivos propuestas para obtener el título de ESPECIALISTAS EN AVALÚOS URBANOS.

AGRADECIMIENTOS iii

Agradecemos a Dios todo poderoso por las bendiciones y por habernos permitido terminar con éxito los estudios realizados en la especialización.

A nuestras familias por ese apoyo incondicional brindado en todo momento, con voz de aliento en las dificultades y en los momentos apremiantes.

A todos los docentes que atreves de su conocimiento hicieron posible alcanzar esta meta en especial al director del presente proyecto **Ingeniero Edwin Robat Pérez Carvajal** por su apoyo y confianza.

Agradecemos al alma mater UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS la cual nos aceptó en sus instalaciones y nos permitió cursar la Especialización en Avalúos Urbanos colocando a nuestra disposición sus instalaciones para poder alcanzar nuestras metas, de igual manera agradecemos al Instituto Agustín Codazzi – CIAF por brindarnos la posibilidad de utilizar las instalaciones para nuestra capacitación.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN ..... **¡Error! Marcador no definido.**
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..... **¡Error! Marcador no definido.**
   2.1 Descripción ..... **¡Error! Marcador no definido.**
   2.2 Formulación ..... **¡Error! Marcador no definido.**
   2.3 Justificación ..... **¡Error! Marcador no definido.**
3. OBJETIVOS ..... **¡Error! Marcador no definido.**
   3.1 General ..... **¡Error! Marcador no definido.**
   3.2 Específicos ..... **¡Error! Marcador no definido.**
4. DELIMITACIÓN O ALCANCE ..... **¡Error! Marcador no definido.**
5. MARCO TEORICO ..... **¡Error! Marcador no definido.**
   5.1 Componente normativo que rige el sector de construcción de edificaciones en Colombia **¡Error! Marcador no definido.**
6. CONCLUSIONES ..... **¡Error! Marcador no definido.**
7. BIBLIOGRAFIA ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla A.2.2.-1 (NSR-10) ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla A.2.3.1 (NSR-10) ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla A.2.3-2 (NSR-10) ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Zonas de amenaza s´simica y movimientos sísmicos de diseño (NSR-10) ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Mapa de Amenaza sísmica y Valores de Aa de Colombia ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Zonas de amenaza sísmica y movimientos sísmicos de diseño ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Mapa de valores de Aa ..... **¡Error! Marcador no definido.**

8. GLOSARIO DE TÉRMINOS ..... **¡Error! Marcador no definido.**

ILUSTRACIONES

Tabla A.2.2.-1 (NSR-10) 31

Tabla A.2.3.1 (NSR-10) 31

Tabla A.2.3-2 (NSR-10) 32

Zonas de amenaza s´simica y movimientos sísmicos de diseño (NSR-10) 33

Mapa de Amenaza sísmica y Valores de Aa de Colombia 34

Zonas de amenaza sísmica y movimientos sísmicos de diseño 35

Mapa de valores de Aa 36

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento, corresponde al trabajo de grado para optar por el título de Especialista en Avalúos Urbanos, tiene como propósito desarrollar temas y conceptos técnicos propios de la Ingeniería Civil, los cuales consideramos, deben ser tenidos en cuenta en los procesos de valoración de los bienes inmuebles con el fin de que complementen de manera adecuada y pertinente los métodos, técnicas, actuaciones, criterios y herramientas que se usan para emitir un dictamen pericial competente y óptimo, en concordancia con los objetivos establecidos en la Ley del Avaluador (Ley 1673 de 2013).

En Colombia al igual que en la mayoría de países, las edificaciones construidas en tapia pisada y adobe no se encuentran normalizadas, ni reguladas, ni siguen unas especificaciones de diseño y construcción, lo mismo ocurre con las vivienda construidas en ladrillo y/o bloque de cemento-arena, sin ningún tipo de estructura que soporte las cargas muerta y viva que posteriormente descansaran sobre los ladrillos y el material de concreto utilizado para el tipo de edificaciones descritas, las cuales no cuentan con la normativa exigida para este tipo de obras, debido a que han sido edificaciones levantadas por autoconstrucción y en la mayoría de los casos en barrios formados por invasión. A su vez, existen pocos estudios que describan su comportamiento, además la alta actividad sísmica del país pone en riesgo la gran cantidad de edificaciones de este tipo.

Este tipo de edificaciones deben ser evaluadas teniendo en cuenta que el proceso debe comenzar con una inspección e inventario de la estructura, que constituye el primer contacto que tiene el evaluador con la edificación y permite conocer cualitativamente su estado y condiciones.

Enseguida se realiza el proceso de evaluación de daño y vulnerabilidad sísmica, con el cual se obtiene una medida de su vulnerabilidad, es decir, que tan susceptible a daños es la edificación ante la acción de fuerzas horizontales producidas por un sismo. Cabe recalcar que la obtención de este valor de vulnerabilidad permite a quien realiza un avalúo y a las aseguradoras cuantificar los daños y pérdidas materiales ante un posible terremoto.

El desarrollo de esta metodología va dirigido a aquellas edificaciones históricas cuyo sistema estructural está conformado principalmente por elementos de tapia pisada o adobe, las cuales no se encuentran contempladas dentro de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR 98), y aquellas construcciones que aun siendo construidas con materiales de ladrillo y concreto no cumplen con las normas de sismo resistencia establecidas en Colombia.

Es necesario establecer la relación que existe entre el daño y la vulnerabilidad de la edificación, ya que hablar de vulnerabilidad de una forma aislada no índica de forma cuantitativa el porcentaje de edificación afectada, porcentaje que desea conocer el propietario de la edificación o comprador, con el fin de estimar los costos de rehabilitación y reforzamiento de la edificación. Otro aspecto importante de la evaluación sismo resistente es la identificación de los elementos que disminuyen la capacidad estructural de la edificación, con el fin de proponer las alternativas de rehabilitación y refuerzo más eficientes.

Se muestra la importancia y la necesidad de tener en cuenta la estructura o armazón que soporta las fuerzas de cargas en la construcción de edificaciones y que también soportan las envestidas inesperadas de la naturaleza producto de los sismos y demás fenómenos naturales, situación que

nos lleva a considerar la posibilidad de darle mayor valor a las edificaciones que cuenten con un sistema estructural que cumpla con las normas de sismo resistencia y de igual forma disminuir el valor comercial de aquellas que no cumplan con las leyes establecidas para la construcción de estructuras sismo resistentes.

Uno de los temas a desarrollar refiere al componente normativo que rige al sector de la construcción de edificaciones en Colombia, para lo cual se identifican los criterios técnicos que se deben aplicar en la evaluación de la "calidad de la edificación" objeto de análisis y que permiten determinar el grado de cumplimiento de una edificación con respecto a las exigencias normativas reglamentadas para Colombia en la Ley 400 de 1987. Dicha ley establece los criterios y requisitos mínimos para el diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones nuevas y de aquellas edificaciones indispensables para la recuperación de la comunidad con posterioridad a la ocurrencia de un sismo.

Para tal propósito, se aborda el desarrollo de la normativa sismorresistente en Colombia, la cual tuvo comienzo oficial en año 1984 con la expedición del Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes (Decreto 1400 de 1984), gestado a raíz del sismo sucedido en la ciudad de Popayán el día 31 de marzo de 1983. Dicho decreto, recogió los trabajos que sobre sismo resistencia, venía adelantando desde el año 1974, la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, fundada en la Universidad de los Andes por los profesores, Ingenieros Civiles, Alberto Sarria Molina y Luis Enrique García.

La Ley 1796 de 2016 (julio 13) o Ley de Vivienda Segura, por la cual se establecen medidas enfocadas a la protección del comprador de vivienda, el incremento de la seguridad de las edificaciones y el fortalecimiento de la Función Pública que ejercen los curadores urbanos, fue generada en razón a lo sucedido en Medellín en el año 2013, sin embargo, después de su entrada en vigencia, se siguen presentando casos que delatan la falta de control y vigilancia, por parte de los entes territoriales.

El tema de la calidad de las edificaciones construidas en Colombia ha tomado especial relevancia en razón a las tragedias con pérdida de vidas humanas, acaecidas como consecuencia de las fallas en las edificaciones que se construyeron con menores especificaciones técnicas de las exigidas por la normativa existente. Se mencionan casos como la Torre II del Edificio Space en Medellín, que el 12 de octubre de 2013 colapso por fallas estructurales y más recientemente el Edificio Blas de Lezo II en Cartagena, que se derrumbó en mayo de 2017, pues tampoco cumplía con las especificaciones exigidas de diseño estructural, además de haber sido construido con una licencia de construcción falsa.

En la actividad valuatoría es de gran relevancia el conocimiento técnico para la elaboración de un presupuesto de obra, por tal razón, se presentará un procedimiento que permite realizar de forma sencilla el análisis de precios unitarios y el resumen de presupuesto de obra.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Descripción

Dentro de los temas que se destacan en la aplicación de los diferentes métodos o técnicas valuatorias, se puede mencionar el relacionado con el cálculo de los costos de construcción a precios actualizados, el cual se usa no solo en la aplicación del método de costos de reposición, sino también en el desarrollo del método residual, el cual aplica en la determinación del valor total del terreno, como resultado de descontar del monto total de las ventas proyectadas, los costos totales y la utilidad esperada del proyecto constructivo.

Para establecer dicho cálculo es necesario saber reconocer las características constructivas de la edificación objeto de valuación y determinar si se trata de una construcción que cumple, en principio, con la reglamentación técnica exigidas para la misma.

"La vulnerabilidad es la incapacidad de resistencia cuando se presenta un fenómeno amenazante, o la incapacidad para reponerse después que ha ocurrido un desastre, por ejemplo, las personas que viven en la planicie son más vulnerables ante las inundaciones que los que viven en lugares más altos".

El avalúo de una edificación tiene que ver con el criterio del avaluador y su capacidad de reconocer la calidad de diseño del inmueble a evaluar, así como la de los materiales y acabados utilizados y las especificaciones constructivas que deben cumplir con la normatividad exigida; tópicos estos que afectan el valor del inmueble objeto de avaluó.

El avaluador debe capacitarse e investigar para afrontar los diferentes sistemas de la construcción sostenible en lo referente a los avalúos exigidos a futuro.

2.2 Formulación

Las compañías que se dedican a la actividad valuatoria en nuestro país crecen de manera considerable, puesto que este tipo de negocio para muchos profesionales se considera como una gran oportunidad laboral. Pero se debe tener en cuenta que el avalúo de un inmueble debe ser desarrollado por un profesional que no solo tenga altas calidades morales, sino que mantenga conocimientos actualizados de las metodologías valuatorias aplicables que le permitan desarrollar un buen criterio de valoración a partir de la razonabilidad de la valoración del estado real de la infraestructura frente a las variables que le son determinantes.

A través de la investigación hemos podido verificar que muchos procesos valuatorios en nuestro país se realizan no teniendo en cuenta la ética que debe caracterizar a un buen profesional de la actividad valuatoria sino en beneficio personal de quien contrata al permitir permear la conciencia y valorar con cantidades mayores los bienes inmuebles para favorecer en determinados casos al contratante.

2.3 Justificación

El tema de la calidad de las edificaciones construidas en Colombia ha tomado especial importancia en la actualidad en razón a las tragedias que con pérdida de vidas humanas, sucedieron como consecuencia de las fallas estructurales en edificaciones que se construyeron con menores especificaciones técnicas a las exigidas por la normativa existente y que delatan fallas en el control que debe ejercer por parte del Estado, para garantizar la vida de sus ciudadanos.

Casos como la Torre II del Edificio Space en Medellín, la cual colapsó por fallas estructurales el 12 de octubre de 2013, el Edificio Blas de Lezo II en Cartagena, que se derrumbó en mayo de

2017 y que fue construido con licencia de construcción falsa y más recientemente en Bogotá, el mes de marzo de 2018 (Localidad Suba) donde las autoridades de emergencia del Distrito ordenaron el desalojo de 16 vivienda del conjunto residencia en Niza, por presencia de grietas en las paredes y techos de las viviendas, que amenazaban la vida de sus habitantes, han obligado al estado a revisar la legislación existente con el fin de promover prácticas de construcción segura, incorporando al ordenamiento jurídico, algunas medidas que buscan incrementar los estándares de calidad y asegurar la eficiencia, idoneidad y calidad de los bienes entregados y así ofrecerle al comprador de vivienda, garantía, confianza y seguridad.

De acuerdo con informaciones aportadas por el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos – IDIGER, en Bogotá han aumentado las solicitudes de evaluación y las actas de evacuación emitidas por la entidad. Entre 2015 y 2017, ciudadanos de 957 barrios le hicieron al IDIGER, 2.363 solicitudes para que sus técnicos evaluaran el estado de sus edificios.

Sólo **en 2017, y como resultado de dichas revisiones, la entidad emitió 352 actas de evacuación**, similares a la que debió formular en el caso de la urbanización de Niza IX. La cifra llama la atención si se compara con el número de actas de evacuación de años anteriores, pues se evidencia un aumento: en 2016, el Idiger ordenó 274 evacuaciones, mientras que en 2015 emitió 249. Las restricciones para el uso de inmuebles también ha venido creciendo: el año anterior se emitieron 318 actas, mientras en 2016 fueron 308 y en 2015 fueron 199.

Estas disposiciones no implican que todos los edificios tengan fallas en su estructura. Así lo explica el director del Idiger, Richard Vargas, quien señala cómo opera la entidad en estos casos:

"Las solicitudes han aumentado por requerimientos de la comunidad. **Aunque recibimos y atendimos 2.363 peticiones, no quiere decir que todas tengan riesgo de colapso.** Para cada caso se establecen recomendaciones, dependiendo de los daños encontrados, que pueden ir desde mantenimientos y reparaciones hasta la notificación de evacuación".

Suba, Usaquén y Ciudad Bolívar son las localidades que han recibido la mayor cantidad de visitas para revisar las estructuras. Pese a esto, **Santa Fe es la localidad donde hay más edificios en alto riesgo, con 13 reportes de estructuras con amenaza de ruina**, de los 68 conceptos técnicos que se emitieron en 2017.

Luego son Los Mártires, con siete; Teusaquillo, con seis, y La Candelaria, con cinco, las localidades donde hay más edificios con riesgo de colapso.
Estas zonas han encabezado históricamente el escalafón de mayores riesgos en sus edificios. Y eso tiene explicación en que allí se encuentran muchas viviendas antiguas y en la cercanía a los cerros (según un estudio de la U. de los Andes e Ingeominas, un sismo de magnitud moderada dañaría gravemente la zona ubicada en las cercanías de los cerros). Además, de acuerdo con el Índice de Riesgo por Sismo, las localidades más vulnerables son La Candelaria, Santa Fe y Los Mártires. A esto se suma que Bogotá, según el Reglamento de Construcción Sismorresistente, está en una zona de amenaza sísmica intermedia, lo que implica que, **en caso de un movimiento telúrico, las edificaciones de estas localidades estarían en grave riesgo.**

En el Concejo hay voces que piden al Distrito reforzar los requisitos a las empresas constructoras. El concejal Rolando González afirma que "es necesario que, **antes de la expedición de licencias de urbanismo, se presenten al IDIGER los estudios para verificar las condiciones del terreno.** Así impediremos obras en zonas de riesgo".

El Distrito reconoce el aumento en las alertas y **hace un llamado a los constructores para que cumplan las normas de sismorresistencia (NSR).** “Esto reducirá los riesgos de que ocurran casos como los presentados en Medellín y Cartagena. Toda construcción debe cumplir con las NSR, para reducir los posibles impactos de un evento sísmico”, dijo el director del Idiger. Y agregó: “Los ciudadanos que evidencien fallas estructurales en sus edificios pueden solicitar a través de un oficio la visita de nuestros profesionales de Idiger”.

El proyecto busca hacer uso de criterios técnicos para desarrollar la profesión valuatoria teniendo en cuenta el análisis de diseños en los diferentes tipos de construcción así como los diseños estructurales que cumplan con las normas de sismo resistencia establecidas en nuestro país, con el fin de proteger la integridad física y la vida de las personas que habitan los bienes inmuebles en mención. Por estas razones es que se debe tener en cuenta en la actividad valuatoria los bienes inmuebles que cumplen con la normatividad establecida con el fin de dar un mayor valor a este tipo de edificaciones y por ende disminuir el valor a las construcciones que no cumplan con lo exigido.

3. OBJETIVOS

3.1 General

Realizar una aproximación teórica a los conceptos de calidad de las edificaciones, estableciendo el paralelo con el desarrollo normativo que la impulsa y su correlación con los diversos factores de riesgo que afectan una edificación a lo largo del su ciclo de vida.

3.2 Específicos

a) Proponer herramientas que faciliten la evaluación de la calidad de las edificaciones construidas.
b) Consolidar la normativa técnica que debe aplicar sobre las edificaciones
c) Elaborar procedimiento para la construcción de un presupuesto de obra civil.

4. DELIMITACIÓN O ALCANCE

El apoyo técnico en el proyecto comprende los siguientes alcances principales:

4.1. Estudiar la normatividad vigente y comprender sus usos y campos de acción en las estructuras sismo resistente.

4.2. Formatos de revisión y control que contendrán los criterios, sus fases y sus procedimientos de inspección para verificar los elementos estructurales en las edificaciones a avaluar.

4.3. Conocimiento de la calidad de materiales en la ejecución de una obra civil.

4.4. Elaboración de presupuesto de obra civil.

5. MARCO TEORICO

5.1 Metodología de evaluación sismo resistente

La metodología para la evaluación sismo-resistente de las edificaciones de tapia y adobe al igual que las de ladrillo y concreto que no cumplen con las normas de sismo resistencia está basada en el método del índice de vulnerabilidad, el cual se ha venido desarrollando en Italia desde 1976 y ha sido objeto de estudio en diferentes universidades de este país.

El método puede clasificarse como subjetivo, debido a que realiza una calificación de las edificaciones mediante las observaciones de las características físicas, apoyándose en cálculo estructurales simples. Siguiendo un proceso establecido en un formulario propuesto, se hace el levantamiento de la vulnerabilidad y se obtiene un coeficiente llamado índice de vulnerabilidad. Este índice está relacionado directamente con el grado de daño de la edificación mediante funciones de vulnerabilidad, las cuales no se plantean en el presente trabajo, pero deben ser generadas mediante estudios posteriores a partir de base de datos obtenidas de la evaluación post-sísmica de las edificaciones históricas en diferentes regiones del país.

5.2 Inspección e inventario

La inspección refleja el estado presente de las edificaciones y se basa en aquellos parámetros identificados, que hasta hoy en día se han definido, como importantes. Estos parámetros deben ser evaluados con la experiencia y ajustados a partir de una continua investigación post sísmica.

La información del estado real y de las características de una edificación se complementa con datos de campo que requieren para su obtención de equipos y herramientas apropiadas que varían de acuerdo al proyecto.

La inspección, la cual conlleva a la descripción de la situación real de la edificación, se realiza a través de actividades como la visita al sitio, revisión de la información, caracterización de los materiales y ejecución de un reporte final. Para la realización de la inspección se propone una serie de formatos que recogen información sobre aspectos específicos de la edificación, como por ejemplo materiales, los cuales serán utilizados posteriormente en la evaluación de vulnerabilidad.

5.3 Proceso de inspección:

El proceso de inspección se debe llevar a cabo de la siguiente manera:

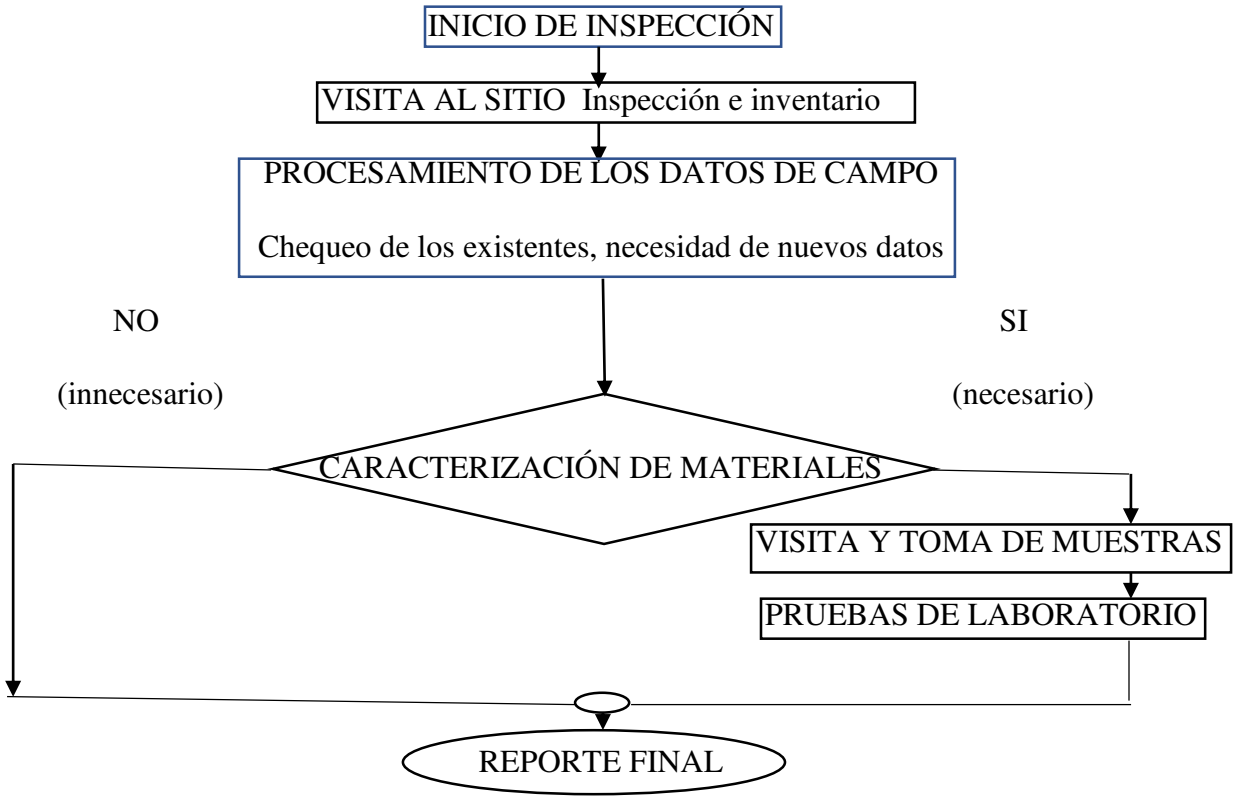


Diagrama de flujo del proceso de inspección de las edificaciones antiguas.

5.4 Visita al sitio

Esta etapa constituye el primer contacto que tiene la persona a cargo de la inspección con la edificación, en donde se describe la condición arquitectónica y estructural actual, Se deben buscar los datos geotécnicos y planos constructivos existentes, otros datos sobre el comportamiento ante sismos pasados. Todo esto debe ser consignado en el formato de inspección e inventario preliminar para la evaluación sísmica de edificaciones antiguas, en donde se encuentran las instrucciones claras y precisas que facilitan esta tarea. Además, se deben anexar todas las fotografías necesarias para completar la información consignada Enel formato.

5.5 Procesamiento de los datos de campo

Una vez realizada la visita al sitio y llenado el formato de inspección e inventario preliminar, se procede a adquirir mayor información acerca del edificio. Las actividades a realizar durante este proceso son las siguientes: 1) Verificar la información existente, 2) desarrollar nueva información que sea necesaria, 3) verificar el sistema vertical y lateral de transmisión de fuerzas, 4) revisar y verificar la condición real del edificio, 5) observar condiciones especiales y anomalías, y 6) evaluar la necesidad de caracterizar los materiales utilizados en la edificación. Para esta última actividad se utiliza un formato especial que permite definir el análisis a realizar sobre materiales y componentes estructurales, y que debe contener todos los datos y pruebas de laboratorio necesarios para una correcta caracterización de la edificación.

5.6 Caracterización de materiales

El proceso de caracterización de los materiales es muy sencillo y básicamente se realiza en dos pasos, el primero es la visita de campo y toma de muestras, y el segundo es la realización de los

ensayos de laboratorio con su respectivo procesamiento e informe. La caracterización depende en gran parte del tipo de proyecto y su importancia, y los ensayos de laboratorio pueden ir desde ensayos sencillos de suelo hasta pruebas más modernas y costosas, tales como termografía, magnetometría, ondas ultrasonido, gato plano, entre otras. Los resultados de la caracterización se deben presentar en el formato de caracterización de materiales, con los anexos que el evaluador crea convenientes.

5.7 Reporte final

Dentro del reporte final se debe incluir la descripción de la edificación, las definiciones encontradas, los formatos de inspección correctamente diligenciados, comentarios necesarios a cada uno de los puntos de la inspección, análisis fotográfico, observaciones y conclusiones.

5.8 Evaluación de vulnerabilidad

La evaluación de vulnerabilidad es el proceso mediante el cual se determina el grado de daño en una edificación que resulta por la ocurrencia de un movimiento sísmico del terreno de una intensidad dada.

5.9 Metodología

La evaluación de vulnerabilidad está dividida en dos niveles: la evaluación post símica de daños y el cálculo del índice de vulnerabilidad. Estos se llevan a cabo mediante el diligenciamiento de dos formatos que describen el levantamiento de daño post-sísmico y el índice de vulnerabilidad, respectivamente, cada uno con instrucciones claras que permite la unidad de criterios.

El primer criterio -levantamiento de daño post-sísmico- describe y cuantifica el daño observado en la estructura. Se analizan el grado y extensión de los daños, tanto en elementos estructurales como en elementos no estructurales mediante la utilización de varios grados de daño. El segundo formato -índice de vulnerabilidad- es una descripción completa de los datos necesarios para obtener el índice de vulnerabilidad. Para las edificaciones de tapia pisada y adobe se han propuesto catorce parámetros considerados relevantes en la evaluación, basado en los parámetros propuestos en el método de *índice de vulnerabilidad*, además se tiene en cuenta la NSR-98.

Los parámetros a tener en cuenta en evaluación de vulnerabilidad son: 1) distribución de muros, 2) tipo de organización estructural, 3) calidad del sistema resistente, 4) relación demanda capacidad, 5) posición del edificio en el terreno y su cimentación, 6)configuración en planta, 7) entrepiso o forjados horizontales, 8) cubierta o sistemas de techo, 9) configuración en altura, 10) vanos presentes en muros, 11) estado de conservación, 12) elementos no estructurales, 13) edad y 14) edificaciones adyacentes. En [4] se encuentra la descripción detallada de cada parámetro.
Cada parámetro se califica en una escala decreciente A y D conforme a su calidad, siendo A el de mejor calidad. Como cada parámetro no tiene la misma influencia sobre la vulnerabilidad de la edificación, se les asigno un peso Wi, el cual se obtiene a partir de un proceso de simulación estadístico y análisis matemático, encontrando valores que van desde 0.15 hasta 1.0. La tabla 1 contiene los valores de cada parámetro en el índice de vulnerabilidad.

5.10 Obtención de los pesos wi para cada parámetro

Los catorce parámetros se han dividido en dos grupos: parámetros cuantitativos y parámetros cualitativos. Los parámetros cuantitativos son aquellos en donde el valor de Wi se obtiene a partir

de un modelo matemático y métodos estadísticos, mientras que los parámetros cualitativos son aquellos que deben ser ponderados basados en la bibliografía existente y el criterio propio.

5.11 Parámetros cuantitativos

A los parámetros cuantitativos se les puede determinar un peso Wi mediante un análisis de sensibilidad. Estos parámetros son la distribución de Muros, relación emanada capacidad, posición del edificio en el terreno y su cimentación, configuración en planta, configuración en altura y vanos presentes en muros, El proceso de ponderación de los parámetros cuantitativos sigue los siguientes pasos: Simulación y muestreo, Modelamiento matemático, análisis de sensibilidad.

5.12 Simulación y muestreo estadístico

Para la simulación y muestreo estadístico se toman inicialmente treinta edificaciones antiguas con sus plantas arquitectónicas, se identifican las variables que inciden en el comportamiento de su estructura y se hace la simulación para finalmente determinar la muestra a modelar matemáticamente.

Tabla 1. Escala numérica para el cálculo del índice de vulnerabilidad para edificaciones de tapia pisada y adobe.

No.	PARAMETRO	A	B	C	D	Wi
1	Distribución de muros.	0	10	20	50	0.3
2	Tipo y organización estructural.	0	10	20	50	1.0
3	Calidad de sistema resistente.	0	10	20	50	0.25
4	Relación demanda capacidad.	0	10	20	50	1.0
5	Posición del edificio en el terreno y su cimentación.	0	10	20	50	0.65

6	Configuración en planta.	0	10	20	50	0.35
7	Entrepisos (forjados horizontales).	0	10	20	50	1.0
8	Cubiertas o sistemas de techo.	0	10	20	50	1.0
9	Configuración en altura.	0	10	20	50	1.0
10	Vanos presentes en muros.	0	10	20	50	0.4
11	Estado de conservación.	0	10	20	50	1.0
12	Elementos no estructurales.	0	10	20	50	0.25
13	Edad.	0	10	20	50	0.15
14	Edificios adyacentes.	0	10	20	50	0.25

Teniendo en cuenta la obligación de cumplimiento de las leyes vigentes en Colombia para la construcción de edificaciones, se puede afirmar sin temor a equivocaciones que si han levantado gran parte de las nuevas edificaciones “sin embargo no todas han acatado la norma. En la capital de la Republica de Colombia, el 60% de las viviendas han sido construidas de manera informal, no por ingenieros, sino por oficiales de la construcción, los llamados “maestros””.

Buena parte de lo construido en Bogotá, con un sismo de epicentro cercano que supere la magnitud de 7.5 grados en la escala de Richter, afectaría el 89 por ciento de las construcciones, y causaría desde fisuras hasta el colapso de la edificación, según un estudio realizado entre el 2000 y 2003 por la Agencia Internacional de Cooperación del Japón (Jica9 en el que colaboró el Creprevé de la UN.

Por otra parte, un estudio de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica revela que con un terremoto de 7.6 grados sobre la escala de Richter se podría destruir entre el 10 por ciento y el 15 por ciento del valor de la ciudad.

“En México, en 1985 se destruyó cerca del 5% del valor de la ciudad, y ello lo recordamos como uno de los fenómenos más brutales que ha ocurrido en una mega ciudad”.

Con base en datos como el anterior, el Distrito ha venido haciendo reforzamiento de edificios públicos, en especial hospitales y colegios.

Bogotá se encuentra en alerta debido a que la ciudad es uno de los puntos de mayor atención en el país ante la eventualidad de que ocurra un terremoto por estar cerca del Piedemonte Llanero.

El geólogo y profesor de la UN Thomas Carter, sostiene que las placas circundantes a Bogotá han aumentado su movimiento desde un tiempo atrás.

El geofísico Luis Alberto Briceño agrega que hay gran número de fallas en el país, pero la que más se debe observar es la del Piedemonte “pues la diferencia de topografía no es arbitraria, hay un rompimiento, un límite”.

El experto considera necesaria la observación de muchos parámetros, como las variaciones de los campos eléctricos, deformaciones superficiales o el nivel del agua subterránea.

“Los rompimientos de la zona alcanzan más de 100 kilómetros, lo que podría determinar la magnitud de un sismo”.

Sumado a ello, se habla de un silencio sísmico. El último gran terremoto sentido la ciudad fue el de 1917. Desde ese entonces, solo se han producido temblores de baja y mediana magnitud. Ello, de acuerdo con el geólogo Cramer, puede ser un indicio de que hay mayor energía acumulada en la tierra.

El 16 por ciento de la población Colombiana vive en Bogotá, es decir, unos ocho millones de habitantes concentrados en una extensa sabana, donde un alto porcentaje de lo construido no respeta las normas de sismo resistencia.

Para que una construcción sea considerada sismo resistente tiene que cumplir con tres condiciones: resistencia, disipación de energía (ductilidad) y estructura suficientemente rígida (que no se deje mover de forma demasiado flexible).

La normatividad Colombiana ha tomado el modelo de la estadounidense, adaptándola a las necesidades locales.

Es vital que la vivienda se construya de acuerdo con las condiciones del suelo, pues ello influye en la ampliación de la onda sísmica.

Por ejemplo, si un terreno es muy blando, se aconseja construir casas de 1 ó 2 pisos, no muy altas. Si los suelos son rígidos lo ideal son construcciones altas, de varios pisos.

En los casos de los cerros de Bogotá hay varias casas de 1 ó 2 pisos, lo que las arias vulnerables, porque ese terreno es muy rígido. Por otra parte, en barrios como El Lago, entre la 76 y la 85 con 15, hay suelos muy blandos con edificios muy altos, que se verían afectados en caso de un posible sismo.

El sur de Bogotá, de darse un terremoto con epicentro cercano, podría convertirse en una especie de Haití, después del sismo. La afectación mayor o menor de las zonas depende de lo lejano o cercano que sea el fenómeno.

A continuación se observa la destrucción de edificaciones que en su proceso constructivo no incluyeron la normatividad de sismo resistencia y que después de la ocurrencia de un fenómeno natural (sismo) no resistieron las fuerzas de corte horizontal entre otras producidas por el fenómeno en mención.

Esta situación nos muestra las pérdidas materiales, económicas y en muchos casos la perdida de vidas humanas que podrían evitarse si se diera cumplimiento a las normas y leyes establecidas para la construcción de este tipo de obras.

EXPOSICIÓN FOTOGRAFICA No. 1 ARCHIVO EL ESPECTADOR – SITUACIÓN PRESENTADA EN EL SUR DE BOGOTÁ D.C.

La exposición muestra una edificación construida en un 50% en material de adobe enmallado y pañetado dando la apariencia de una construcción en material de concreto armado y bloque, pero que deja al descubierto la evidencia del no cumplimiento de las normas de sismo resistencia que se deben aplicar para este tipo de edificaciones.

EXPOSICIÓN FOTOGRAFICA No. 2 ARCHIVO EL ESPECTADOR – TERREMOTO EN LA CIUDAD DE ARMENIA

La mayoría de edificaciones afectadas por el sismo del 25 de enero de 1999 en la ciudad de armenia correspondían a construcciones en adobe de muchos años, que no cumplían con las normas de sismo-resistencia exigidas, al igual que las edificaciones de concreto y bloque que fueron destruidas en las mismas circunstancias por falta del cumplimiento de la norma.

A continuación se muestra el proceso constructivo de las edificaciones en adobe que generalmente no cumplen con los estándares de calidad de materiales y con las normas de sismo-resistencia exigidas en el territorio nacional de acuerdo a los mapas de riesgo sísmico.

EXPOSICIÓN FOTOGRAFICA No. 3

La construcción de edificaciones en adobe se compone de materiales como guadua, postes de madera como soportes de carga, barro utilizado como muros divisorios, entramados en madera para soporte de cubierta, así como se observa en la exposición No. 3 y en donde se puede verificar el no cumplimiento de las normas de sismo-resistencia, sin embargo se construyen edificios de mas de dos (2) piso en este sistema tal como se muestra en la siguiente fotografía.

EXPOSICIÓN FOTOGRAFICA No. 4

Construcciones que no cumplen con las exigencias del código de sismo resistencia y a la cual se le agrega un componente más para la posible materialización del riesgo de deslizamiento al encontrarse construida en terrenos con pendientes fuertes que exigen un tratamiento especial del suelo y de la estructura, con el fin de garantizar la estabilidad de este tipo de construcciones.

EXPOSICIÓN FOTOGRAFICA No. 5

En la fotografía No. 5 observamos una obra que a la vista da la impresión de una edificación construida en concreto armado cuando realmente esta construida en adobe y repellada con malla y pañete.

6. MARCO JURIDICO

Componente normativo que rige el sector de construcción de edificaciones en Colombia.

La normativa de la construcción en Colombia se da como respuesta a la necesidad de desarrollar instrumentos que permitan prevenir o mitigar la ocurrencia de desastres causados por eventos tanto naturales como antrópicos que puedan suceder sobre el territorio como sismos, inundaciones, avalanchas, deslizamientos de tierra, incendios, maremotos, huracanes, sequias y otros como los atentados guerrilleros o accidentes industriales.

Antes de la expedición de la primera reglamentación sismo resistente realizada en 1984, se realizaron trabajo para el desarrollo de requerimientos de diseño de construcciones, abanderados por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica - AIS, quienes en 1976 tradujeron los requisitos de la Asociación de Ingenieros Estructurales SEACOC de California y posteriormente realizaron la traducción del documento ATC3 (1978) el cual reunía las últimas investigaciones de diseño sismo resistente.

Decreto 1400 de 1984

A raíz de la ocurrencia del sismo de Popayán (Cauca- Colombia, 31 de Marzo de 1983), se dictaron a través de la ley 11 de 1983- las Pautas de reconstrucción de dicha ciudad -, dando origen al Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes - CCCSR, el cual fue expedido por medio del Decreto-Ley 1400 de 1984, siendo el primer intento de normalización del diseño y construcción de estructuras en Colombia. Dicha norma duró vigente durante 14 años y debió ser

actualizada teniendo en cuenta los nuevos desarrollos tecnológicos y la adopción de nuevos esquemas de seguridad.

Ley 400 de 1997: Por la cual se adoptan normas sobre Construcciones Sismo Resistentes.

Varios de esos sismos (Atrato medio/ Murindó de magnitud 7,2 M en 1992, Páez de 6,2 M en 1994, Tauramena de 6,4 M y Calima de 6,5 M en 1995) a pesar de que sus aceleraciones en roca no fueron sino una fracción entre 6 y 12 veces del valor que el Código de Construcciones Sismo Resistentes ha exigido como valor mínimo para el diseño en Medellín, Cali, Bogotá y Pereira causaron no sólo un daño extenso en elementos no estructurales sino daños estructurales importantes en algunos casos; incluso el colapso de edificaciones construidas antes de la vigencia del código.

Esta situación, en adición a las enseñanzas que han dejado terremotos en otras latitudes como México, Chile, El Salvador, Rusia, Filipinas, Estados Unidos y Japón, entre otros hizo necesaria una reflexión acerca de la necesidad de precisar el alcance del código, justificó su actualización y replanteó algunos aspectos relacionados con la práctica de la construcción en el país.

La norma NSR98, después de un intenso proceso de discusión y consulta, aporta nuevos elementos con el fin de asegurar un buen desempeño de las edificaciones ante las solicitudes sísmicas, establece requisitos específicos, en algunos más rigurosos, para el diseño y construcción de las edificaciones promueve la realización de estudios de microzonificación sísmica de las ciudades más importantes, le da un tratamiento especial a las edificaciones consideradas como

indispensables, tales como los hospitales con el fin de que mantengan el servicio aun en caso de sismos fuertes y define el alcance mínimo de los estudios técnicos requeridos para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica estructural de edificaciones existentes, entre otros.

En general, las enseñanzas que han dejado los terremotos en el mundo indican que en los sitios donde se diseña de acuerdo con una buena normativa sismo resistente, donde la construcción es sometida a una supervisión estricta y donde el sismo de diseño es representativo de la amenaza sísmica real de la zona, el daño es marginal en comparación con el observado en sitios donde no se han dado estas circunstancias.

Las observaciones realizadas en los últimos años, a nivel nacional e internacional, indican que las construcciones rígidas se desempeñan, en general, mejor que las flexibles; particularmente en lo relativo a la protección de los componentes no estructurales que sufren menor daño al limitarse la deriva o la deformación excesiva entre pisos por la acción de las fuerzas que impone el sismo a la estructura. Irregularidades en altura traducidas en cambios repentinos de rigidez entre pisos adyacentes, hacen que la absorción y disipación de energía en el momento del sismo se concentre en los pisos flexibles, donde los elementos estructurales se ven sobre solicitados, e irregularidades en planta de masa, rigidez y resistencia pueden originar vibraciones torsionales que generan concentraciones de esfuerzos difíciles de evaluar, razón por la cuya una mayor exigencia en este tipo de aspectos debe tenerse en cuenta a la hora de diseñar arquitectónicamente las edificaciones. Al respecto, la nueva norma NSR98 incorpora requisitos más rigurosos de deriva y configuración espacial y requerimientos más claros que los del Decreto Ley 1400 de 1984 en lo relativo al detallado del refuerzo, que garantizan un mejor desempeño de las estructuras.

No obstante que a nivel mundial ha habido la tendencia de sustituir los sistemas estructurales convencionales por sistemas cada vez más rígidos, norma lamente incorporando muros que limitan las deformaciones excesivas ante las cargas laterales, en Colombia no se ha tomado conciencia acerca de la muy alta flexibilidad de los sistemas que se utilizan.

El Decreto Ley 1400 de 1984 intentó resolver este problema limitando la deriva. Sin embargo, el daño no estructural causado por sismo leves y moderados ocurridos en el país y en otras latitudes han demostrado que es necesario ser más estrictos y estimular otros aspectos.

Datos para tener en cuenta Es importante estimular una práctica más generalizada para incluir muros estructurales para reducir los daños, teniendo en cuenta una mayor comunicación ente ingenieros y arquitectos diseñadores para resolver problemas o restricciones que son propias de este tipo de práctica constructiva.

Por otra parte, teniendo en cuenta que existe un peligro grave para la vida como consecuencia del posible desprendimiento de elementos de fachada y la caída de muros, ahora será necesario explorar la posibilidad de cambiar los materiales de los tabiques por opciones más livianas y suficientemente flexibles, que en caso de que interaccionen con la estructura puedan resistir las deformaciones impuestas por los sismos sin sufrir daños, o separar los muros de la estructura para que la misma no actúe sobre ellos en caso de formaciones excesivas.

Eso implica un buen diseño de amarres y de su estabilidad ante la fuerza lateral que por su propio peso es inducida por el sismo y que debe ser debidamente transferida a la estructura.

El Decreto Ley 1400 de 1984 no incorporó requisitos para dicho efecto ni se definieron requerimientos para el adecuado diseño de amarres y anclajes. Sin embargo, la nueva norma NSR 98 subsanará este vacío y motivará seguramente una mayor coordinación entre ingenieros, arquitectos, supervisores y constructores.

Aparte de que la nueva norma establece requisitos de idoneidad para el ejercicio profesional en el campo de la construcción sismo resistente, también define claramente la obligatoriedad del cumplimiento de sus prescripciones e indica la posibilidad de sanciones y acciones civiles y penales en caso de demostrar su no cumplimiento.

No sólo los funcionarios y profesionales, de acuerdo con esa normativa, tienen responsabilidades en relación con el tema sino los propietarios y constructores privados, los cuales esta misma ley les determina multas exigibles por la jurisdicción coactiva, cuya cuantía depende del número de metros cuadrados de edificación que no se sujeten a la normativa y del tiempo transcurrido sin que se hayan tomado las medidas correctivas o la demolición de la construcción, también, sin perjuicio de las demás sanciones civiles y penales a que haya lugar por perjuicio, negligencia u omisión.

Puesto que el reglamento continuará evolucionando tecnológicamente, la ley que le da forma establece que el mismo podrá ser actualizada por una Comisión Asesora Permanente Interinstitucional que acordará los cambios que se consideren pertinente en su momento y que se expedirán mediante decretos presidenciales.

De esta manera, cualquier ajuste técnico que se suscite en el futuro será incluido en el reglamento sin necesidad de expedir una nueva ley, como fue necesario con la propuesta de actualización reciente.

La norma basándose en los diferentes condicionamientos que existen en el país de riesgo sísmico, los diferentes tipos de suelos, establece parámetros fundamentales en el diseño de edificaciones para contrarrestar los efectos que dría causar un evento sísmico.

Los ingenieros civiles tienen una ética profesional de construir de forma segura sea una edificación, una vía, un puente o cualquier tipo de infraestructura, por esto los diseños tienen que tener la imagen de transparencia de ética profesional y responsabilidad.

"El diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones en el territorio de la República de Colombia debe someterse a los criterios y requisitos mínimos que se establecen en la Norma Sismo resistente determinada para nuestro país.

La Ley 400 de 1997

Esta ley reglamentó los aspectos fundamentales para que el país cuente con una reglamentación de construcción sismo resistente moderna y actualizada en todo momento:

• Fija el objeto, alcance, excepciones, definiciones, responsabilidades profesionales y otros temas afines. (Título I a V – Artículos 1 a 22).

• Define los profesionales que pueden realizar las labores de diseño, revisión de los diseños, construcción y supervisión técnica, sus cualidades y calidades. (Título VI – Artículos 23 a 38).

• Crea la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, define su conformación y funciones. (Título VII – Artículos 39 a 44). • Define en detalle el temario técnico y científico del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente y autoriza al presidente a expedir por medio de decretos actualizaciones periódicas previo visto favorable de la

Comisión Asesora Permanente del Régimen de Construcciones Sismo Resistentes. (Título VIII – Artículos 45 a 49).

• Define las responsabilidades y sanciones, fija unos plazos para realizar los análisis de vulnerabilidad sísmica y la actualización de edificaciones indispensables y de atención a la comunidad, (Títulos IX y X – Artículos 50 a 56). Con base en la potestad reglamentaria que da la Ley 400 de 1997, se expidió el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-98 por medio de Decreto 33 del 9 de enero de 1998. Posteriormente se expidieron tres decretos adicionales comprendidos dentro del Reglamento NSR-98, a saber: Decreto 34 de 1999, Decreto 2809 de 2000 y Decreto 52 de 2002; los cuales trataron de aspectos importantes para la correcta aplicación del Reglamento NSR-98 y que afectaron solo algunas partes de él.

Decreto 926 de 2010: por el cual se establecen los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismo resistentes NSR-10.

A continuación se relacionan algunas de las modificaciones técnicas y científicas que se realizaron para producir la actualización del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.:

Título A— Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente.

Ficha técnica: Desarrollado y mantenido por el Subcomité A del Comité AIS 100 de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica establecido en 1981. Las modificaciones más importantes son:

Capítulo A.1 — Introducción

• Se incluyó dentro de las normas de construcción sismo resistente colombianas (A.1.1) la Ley 1229 de 2008, la cual modificó la Ley 400 de 1997.

• En el temario del Reglamento (A.1.2.1 — Temario) se incluyeron como tema nuevo en el Título G las Estructuras de Guadua por solicitud del Presidente de la República y del Ministro de AVDT.

• Se modificó la sección A.1.3.4 — Diseño estructural de tal manera que sea claro que incluye las edificaciones nuevas y las edificaciones existentes. Los pasos indicados en esta sección se ajustaron y aclararon.

• En A.1.3.10 — Edificaciones indispensables, se incluyeron algunas edificaciones del Grupo de Uso III dentro de las edificaciones, además de las del Grupo de Uso IV, que deben cumplir con los requisitos de verificación para el umbral de daño del Capítulo A.12.

• Los requisitos de la sección A.1.3.12 — Aspectos fundamentales de diseño, fueron actualizados, aclarados y coordinados con las otras secciones del Reglamento. • Se incluyó una nueva sección A.1.3.13 — Construcción responsable ambientalmente responsable, tal como lo solicitó el Sr. Ministro de AVDT en la reunión que tuvo con la Comisión Asesora Permanente del Régimen de Construcciones Sismo Resistentes.

Ley 1796 de 2016 (julio 13) o Ley de vivienda segura.

Por medio de esta ley, el gobierno nacional establece medidas enfocadas a la protección del comprador de vivienda, el incremento de la seguridad de las edificaciones y al fortalecimiento de la Función Pública que ejercen los curadores urbanos. Adicionalmente, la ley asigna unas funciones a la Superintendencia de Notariado y Registro y dicta otras disposiciones.

En la estructuración de dicha ley, se definen en el capítulo I – Disposiciones generales, los siguientes términos, los cuales anticipan a los actores que afectará la normativa planteada: El constructor y el enajenador de vivienda, así como la infraestructura sobre la cual aplica:

- **Constructor:** "entiéndase por constructor el profesional, persona natural o jurídica, bajo cuya responsabilidad se adelanta la construcción de vivienda nueva y que figura como constructor responsable en la licencia de construcción."

Respecto de dicho término, es conveniente anotar que mediante la ley 1229 de 2008 (julio 16), que modificó y adicionó la Ley 400 de 1997 (19 de agosto), se define en su artículo 1º, al CONSTRUCTOR de la siguiente manera: "Es el profesional, ingeniero civil, arquitecto o constructor en arquitectura e ingeniería, bajo cuya responsabilidad se adelanta la construcción de una edificación.".

Ambas definiciones identifican al constructor como aquel bajo cuya responsabilidad se adelanta la construcción, diferenciándose en el hecho de que, en el primer caso, adicionalmente, figura como responsable en la licencia de construcción, situación que debe ser tenida en cuenta cuando se quiere establecer una responsabilidad específica.

De manera complementaria la ley 1229 de 2008, aporta las siguientes definiciones de aquellos otros actores que intervienen en el proceso de construcción de una edificación, ajustando de igual manera, las definiciones que traía la Ley 400 de 1997: In

- **INTERVENTOR**. Es el profesional, ingeniero civil, arquitecto o constructor en arquitectura e Ingeniería, que representa al propietario durante la construcción de la edificación, bajo cuya responsabilidad se verifica que esta se adelante de acuerdo con todas

las reglamentaciones correspondientes, siguiendo los planos, diseños y especificaciones realizados por los diseñadores.

- **Supervisor técnico**. Es el profesional, ingeniero civil, arquitecto o constructor en arquitectura e ingeniería, bajo cuya responsabilidad se realiza la supervisión técnica. Parte de las labores de supervisión puede ser delegada por el supervisor en personal técnico auxiliar, el cual trabajará bajo su dirección y su responsabilidad. La Supervisión técnica puede ser realizada por el mismo profesional que efectúa la interventoría.

- **Profesional en construcción en arquitectura e ingeniería**: Entiéndase por profesional en construcción en arquitectura e ingeniería, al profesional de nivel universitario cuya formación académica le habilita para:

  a) Construir o materializar la construcción de todo tipo de proyecto civil o arquitectónico, tales como construcción de edificaciones, viviendas, vías, pavimentos, puentes, aeropuertos, acueductos, alcantarillados, oleoductos, gasoductos, poliductos, etc., que hayan sido previamente diseñados o calculados por arquitectos o ingenieros respectivamente;

  b) Gestionar, planear, organizar, ejecutar, administrar y controlar (inspección, dirección de obra y/o interventoría), los diferentes procesos constructivos de los proyectos de obra civil o arquitectónica, utilizando las nuevas tecnologías y aplicando las normas constructivas vigentes, siempre y cuando el proyecto haya sido previamente calculado y diseñado por ingenieros civiles o arquitectos respectivamente;

c) Producir materiales para la construcción e investigar sobre nuevos sistemas constructivos, innovar tanto las técnicas como los procesos constructivos e implementar en el proceso constructivo normas y procesos ambientales;

d) Implementar, coordinar y asignar tareas derivadas de planes de mantenimiento constructivo preventivo y correctivo;

e) Celebrar contratos públicos o privados cuyo, objeto sea la materialización, gestión, planeación, organización, administración o control de proyectos arquitectónicos o civiles, tales como Construcción de edificaciones, viviendas, vías, pavimentos, puentes, aeropuertos, acueductos, alcantarillados, oleoductos, gasoductos, poliductos, etc. y, en general, contratos que tengan que ver con la construcción de todo tipo de proyectos que hayan sido previamente diseñados o calculados por arquitectos o ingenieros respectivamente;

f) Gerencia de proyectos de construcción, programación de obras y proyectos, y elaboración y control de presupuestos de construcción;

g) Asesor sobre todo lo referente a la materialización de obras civiles o arquitectónicas;

h) Realizar estudios, trámites y expedición de licencias de urbanismo y construcción de proyectos que hayan sido previamente calculados y diseñados por ingenieros civiles o arquitectos respectivamente;

i) Desempeñar la docencia en el área de la construcción;

j) Elaboración de avalúos y peritazgos en materia de construcción a las edificaciones;

k) La demás que se ejerzan dentro del campo de la profesión del constructor.

- **DIRECTORES DE CONSTRUCCION**. El director de construcción debe ser un ingeniero civil, arquitecto o constructor en arquitectura e ingeniería, o Ingeniero mecánico en el caso de estructuras metálicas o prefabricadas, poseer matrícula profesional y acreditar ante la "Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismorresistentes" los requisitos de experiencia establecidos en el artículo 34 de la Ley 400/97.
- **ENAJENADOR DE VIVIENDA:** Se entiende que es enajenador de vivienda nueva, quien detente la propiedad del predio según títulos de propiedad y pretenda trasladar por primera vez las unidades habitacionales.

  Cuando se constituyan patrimonios autónomos o personas jurídicas que se vinculen para desarrollar el proyecto de vivienda, se deberá prever en los correspondientes contratos fiduciarios o estatutos sociales, quién responde por las obligaciones del enajenador durante el periodo en que debe cubrirse el amparo patrimonial. Quienes omitan esta obligación, responderán solidariamente por el amparo de que trata la presente ley.

- **VIVIENDA NUEVA:** Es aquella edificación que permite desarrollar unidades para el uso habitacional y cuyas unidades resultantes se transfieran durante el periodo de cubrimiento del amparo patrimonial de que trata la presente ley; aprobadas mediante licencia de construcción en las modalidades de obra nueva y reconstrucción.

- **UNIDAD ESTRUCTURALMENTE INDEPENDIENTE**: Conjunto de elementos estructurales que ensamblados están en capacidad de soportar las cargas gravitacionales y fuerzas horizontales que se generan en una edificación individual o arquitectónicamente independiente, trasmitiéndolas al suelo de fundación.

Revisión de diseños y supervisión técnica de las edificaciones

En este capítulo, la ley 1697 de 2016 modifica el artículo 15 de la ley 400 de 1997, el cual quedará asi:

> *"Parágrafo. La revisión de los diseños estructurales de las edificaciones cuyo predio o predios permitan superar más de dos mil (2.000) metros cuadrados de área construida, independientemente de su uso, será realizada a costo de quien solicita la licencia, con un profesional particular, calificado para tal fin, de conformidad con los requisitos establecidos en el Capítulo III Título VI de esta ley, diferente del diseñador e independiente <u>laboralmente</u> de él, el cual luego de corregidos los ajustes solicitados mediante el acta de observaciones emitida por el curador urbano o la dependencia de la administración municipal o distrital encargada de la expedición de licencias de construcción, por medio de un memorial dirigido a esta certificará el alcance de la revisión efectuada, el cumplimiento de las normas de la presente ley y sus decretos reglamentarios y firmará los planos y demás documentos técnicos como constancia de haber efectuado la revisión.* "

El artículo 15 de la ley 400 de 1997, establecía que la a revisión de los diseños podría ser realizado por el Curador o por funcionarios de las oficinas o dependencias municipales o distritales encargadas de expedir las licencias de construcción; o bien, a costo de quien solicita la licencia,

con un profesional particular, calificado para tal fin de dar conformidad con los requisitos establecidos en el Capítulo 3, Título Vl de esta ley, diferente del diseñador o independiente laboralmente de él, el cual por medio de un memorial dirigido a las oficinas o dependencias mencionadas, indicaba el alcance de la revisión efectuada y el cumplimiento de las normas y sus decretos reglamentarios.

El cambio realizado aplica para todas aquellas construcciones que superen los 2.000 m2 de área construida, independientemente de su uso e igualmente para aquellas edificaciones que siendo objeto de ampliación futura, tengan un área proyectada mayor al área ya señalada.

La revisión de los diseños estructurales de las edificaciones menores a dos mil (2.000) metros cuadrados de área construida, independientemente de su uso, deberá cumplir con la totalidad de las normas previstas en la presente ley y sus decretos reglamentarios, recayendo la responsabilidad sobre el diseñador estructural, el propietario del predio o el fideicomitente o el constructor en el caso de los patrimonios autónomos titulares de los derechos de dominio que hayan sido designados en el respectivo contrato de fiducia, de conformidad con lo previsto en la ley al respecto, y el titular de la licencia de construcción. Sin perjuicio de lo anterior, durante el trámite de la licencia se hará una revisión del proyecto estructural por parte de los encargados de estudiar y expedir las licencias.

Si bien no se establece de manera taxativa la responsabilidad que recae sobre aquel profesional particular que revisa los diseños, este entrará a formar parte de la cadena de responsabilidades

establecidas para el diseñador estructural, el propietario del predio o el fideicomitente o constructor.

Calidad de materiales empleados en la construcción de edificaciones en Colombia.

Concepto de la calidad:

Partiendo de la definición dada por el Diccionario de la Real Academia en su primera acepción: "***Calidad: f. propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor***", (subrayado nuestro), nos encontramos con la confirmación de que, al determinar la calidad de un bien, estamos en camino a determinar su valor.

Si por otra parte, tomamos en consideración la definición que trae la Norma Internacional ISO 9000 Sistemas de gestión de calidad – Fundamentos y vocabulario: "***Calidad: grado en el que un conjunto de características inherentes de un objeto cumple con los requisitos***", (subrayado nuestro), vemos como, el modo de juzgar su valor se establece al determinar el grado de cumplimiento de los requisitos.

La exposición de motivos al Proyecto de Ley número 218 de 1995 (Cámara) hace referencia a una de las amenazas más persistentes a las que se ve enfrentado el territorio nacional: los terremotos. Como se sabe, la superficie terrestre se compone de placas que se mueven en distintas direcciones y chocan entre sí. Colombia - recuerda la exposición de motivos -*"está localizada dentro de una de las zonas sísmicamente más activas de la tierra, la cual se denomina Anillo Circumpacífico y corresponde a los bordes del Océano Pacífico. El emplazamiento tectónico de Colombia es complejo pues en su territorio convergen la placa de Nazca, la placa Suramericana y la placa Caribe[13]."* El choque de las placas es constante y la mayoría de las veces incluso imperceptible. Provoca, sin embargo, *"fuertes deformaciones en las rocas al interior de la tierra,*

*las cuales al romperse súbitamente hacen que la energía acumulada se libere en forma de ondas y sacuda la superficie terrestre. Estos son los terremotos**[14]**."*

En la exposición de motivos se indica cómo la legislación existente hasta la Ley 400 de 1997 había surgido de manera coyuntural en tanto respuesta a la ocurrencia de un sismo. Eso sucedió con el Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes (Decreto 1400 de 1984) dictada con fundamento en la autorización conferida por la Ley 11 de 1983 y que intentó responder al desastre originado en el sismo de Popayán ocurrido el 31 de marzo de 1983. Esta regulación, dice la exposición, fue acertada aún cuando dejó de lado asuntos tan importantes como los relacionados con las cambios en los sistemas estructurales[15]; la limitación a las irregularidades[16]; los elementos no estructurales[17] así como otros elementos estructurales[18].

La exposición de motivos, muestra también las dificultades derivadas de la falta de aceptación y de conciencia acerca *"de la responsabilidad de cumplir"* con las normas sismo resistentes y se pronuncia al respecto de las actitudes tanto de los ingenieros estructurales como de los arquitectos, de los constructores del sector oficial en el manejo de la prevención de desastres, de las aseguradoras, del sector de normalización sísmica y de los usuarios[19]. La exposición de motivos destaca el papel del Código de 1984 en relación con la tarea de evitar el colapso y grave destrucción de las edificaciones cuando se presentan terremotos pero anota, así mismo, que la desprotección de los elementos no estructurales fue notoria.

La iniciativa de expedir una nueva Ley que actualizara el Código existente proviene del año 1993. Tal iniciativa fue impulsada principalmente por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica y

apoyada por el Fondo Nacional de Calamidades. El proyecto fue cuidadosamente estudiado y se sometió a la aprobación del Comité AIS 100 de la Asociación que cuenta, a su turno, con la presencia de más de sesenta expertos. Una vez aprobado por el Comité, el proyecto se sometió a la opinión pública y, en ese orden ideas, se convocó a un amplio grupo de profesionales, instituciones y universidades con el propósito de discutir el proyecto[20]. La exposición de motivos se refirió del siguiente modo al objeto y alcance del proyecto:

"La ley con carácter general, establece los criterios y requisitos mínimos para el diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones nuevas y de aquellas indispensables para la recuperación de la comunidad con posterioridad a la ocurrencia de un sismo, con el fin e que puedan resistirlo, reduciendo el riesgo de pérdidas en vidas humanas, y defender en lo posible el patrimonio del Estado y de los ciudadanos.//Igualmente señala los requisitos para el ejercicio de las profesiones relacionadas con su objeto, así como para la adición, modificación y remodelación del sistema estructural de edificaciones construidas antes de su vigencia.//Si bien en el proyecto de ley no se contemplan los aspectos técnicos precisos que habrán de reunir las construcciones nuevas que se edifiquen en el territorio nacional, definitivamente se establece el marco general, para que la Comisión Asesora Permanente realice la labor, con base en los lineamientos que se dictan.//Sin lugar a dudas, para la correcta aplicación de los preceptos de la ley y sus reglamentaciones, las oficinas o dependencias distritales o municipales encargadas de conceder las licencias de construcción, al aprobar los planos o proyectos de construcción, debe verificar que se cumplan las normas sismoresistentes.//Por último, se clarifica el ámbito de aplicación de las normas a expedirse, toda vez que excluye expresamente el diseño y construcción de estructuras

especiales como puentes, torres de transmisión, torres y equipos industriales, muelles, estructuras hidráulicas y todas aquellas estructuras cuyo comportamiento dinámico difiera del de edificaciones convencionales o no estén cubiertas dentro de las limitaciones de cada uno de los materiales estructurales prescritos."

Según lo indicado en la exposición de motivos, la permanente actividad sísmica a la que se ve confrontado el territorio colombiano pone al país ante una situación de riesgo permanente, frente al cual, ni el Estado ni los particulares pueden permanecer indiferentes. El artículo 2º de la Constitución Nacional establece claramente que *"[s]on fines esenciales del Estado: servir a la comunidad, promover la prosperidad general y garantizar la efectividad de los principios, derechos y deberes consagrados en la Constitución."* Añade, más adelante, que *"las autoridades de la República están instituidas para proteger a todas las personas residentes en Colombia, en su vida, honra, bienes, creencias y demás derechos y libertades y para asegurar el cumplimiento de los deberes sociales del Estado y de los particulares."* Le corresponde, pues, al Estado y también a los particulares adoptar todas las medidas pertinentes para cumplir con los preceptos contenidos en el artículo 2º superior. Justamente en esa dirección fue que se expidió la Ley 400 de 1997.

"[e]n el caso concreto de desastres cuyo origen se remonta a hechos de la naturaleza, y más precisamente en tragedias originadas por terremotos , la labor del Estado tendiente a aminorar sus efectos, debe ser desplegada en unión con los particulares que ejercen, para su propio provecho las labores de construcción; por consiguiente , para el cumplimiento de los fines del Estado y en desarrollo de lo

previsto en el artículo 26 de la Constitución Política, éste debe propender por que la labor por ellos realizada sea a todas luces eficaz"

Estos requerimientos de calidad y cumplimiento de requisitos para las construcciones en Colombia, están contemplados en la Ley 400 de 1987, la cual establece los criterios y requisitos mínimos para el diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones nuevas, así como de aquellas edificaciones indispensables para la recuperación de la comunidad con posterioridad a la ocurrencia de un sismo.

La ley 400/97 contiene una serie de definiciones, define qué es constructor, qué es una edificación, y otra serie de términos por ley. Con frecuencia se ven fallos de los tribunales que nunca consultan las definiciones que contiene la Ley 400/97. En seguida, vienen las responsabilidades y una serie de procedimientos para aprobar sistemas y materiales innova-tivos por medio de procedimientos relativamente sencillos. Luego, una cosa importantísima, la revisión de los diseños; muchos se quejan de la excesiva revisión, pero esto es mundial, hay que revisar y hay que hacerlo con gente competente. Eso no es que se muestren planos, se sellen y se construya, no debe ser así. Hemos tenido tragedias recientes gravísimas por simple falta de revisión. Más adelante, viene la obligación de la supervisión técnica de las construcciones, no solo lo que está en los planos, hay que ver que lo que se construya sea lo que es. Después define los profesionales afectados por eso. Les exige experiencia mínima y fija una manera para demostrar su idoneidad por medio de exámenes para demostrar que son competentes para las diferentes actividades profesionales cubiertas.

En este momento está listo el proyecto para empezar a llamar a los diferentes ingenieros que van cumpliendo los cinco años que se exigen, por ejemplo, para diseño estructural, a que presenten

unos exámenes en que demuestren que conocen la normativa, no son solo de ingeniería. Próximamente empezarán a salir los decretos de convocatoria a estas pruebas, está en el plan del Ministerio de Vivienda y las conversaciones con el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES) están muy adelantadas, por lo que se llevara a cabo muy pronto. Estaremos viendo que van a llamar a los primeros grupos piloto para presentarse al examen y no van a poder firmar en la curaduría si no demuestran que lo han hecho. Los afectados son los ingenieros civiles y arquitectos, en lo que respecta a elementos no estructurales y a la parte de sismo resistencia; ingenieros mecánicos en lo que ellos están facultados para hacer; los supervisores, los revisores de proyectos, los diseñadores de elementos estructurales y no estructurales, todos van a tener que tomar el examen. Estaba en la normativa desde 1998 pero hasta ahora se van a realizar las pruebas.

Además de lo anterior, la Ley 400/98 crea una comisión asesora, comisión bastante compensada porque asiste el gobierno y algunas asociaciones profesionales. La clave de la ley 400 es la potestad reglamentaria donde el Congreso autoriza al Presidente a actualizar la norma por decreto con un visto bueno de la Comisión. Finalmente, contiene responsabilidades y sanciones y las disposiciones finales que fueron las que obligaron a rehabilitar todos los hospitales y otras edificaciones indispensables y de atención a la comunidad del país en zonas de amenaza sísmica intermedia y alta. Adicionalmente, hay unas sanciones muy claras ante el incumplimiento de la ley, por ejemplo, el alcalde puede mandar demoler una edificación que no cumpla la reglamentación, entre otros aspectos.

Una edificación diseñada siguiendo los requisitos consagrados en las normas que regulan las construcciones sismo resistentes, debe ser capaz de resistir no solo las fuerzas que le impone su uso, sino también, debe resistir temblores de poca intensidad sin daño, temblores moderados sin

daño estructural, pero posiblemente con algún daño en elementos no estructurales y un temblor fuerte con daños a elementos estructurales y no estructurales, pero sin colapso.

Cundo se quiere ejecutar obras que perduren y que brinden un máximo de seguridad a las persona que las habitan o las frecuentan es indudable que a la hora de construir cualquier tipo de edificación es de suma importancia elegir materiales de construcción de buena calidad, ya que un material que no cumpla con las necesidades que exija en su composición el material puede provocar, sino en el instante, a la larga el deterioro progresivo de la edificación que se quiere levantar.

A la hora del ingeniero elegir los materiales de construcción siempre se debe cumplir ciertas normas y/o requisitos para cada obra que vaya a realizar.

A la hora de elegir cualquier material de construcción se debe tener en cuenta las siguientes propiedades de los materiales:

- Propiedades físicas
- Densidad: relación entre la masa y el volumen
- Higroscopicidad: capacidad para absorber el agua
- Coeficiente de dilatación: propiedad de aumentar o disminuir su tamaño dependiendo de la temperatura
- Conductividad térmica: facilidad con que un material permite el paso del calor
- Propiedades mecánicas (para conocerlas se realizan ensayos en la fábrica) es comportamiento del material ante fuerzas extremas:
- Resistencia mecánica: capacidad de los materiales para soportar esfuerzos de tracción, compresión, torsión y flexión
- Elasticidad

- Plasticidad

Nomenclatura

Puesto que los productos deben pasar unos controles de calidad antes poder ser utilizados, la totalidad de los materiales empleados hoy día en la construcción están suministrados por empresas. Para los materiales más comunes existen multitud de fábricas y marcas comerciales, por lo que el nombre genérico del material se respeta (cemento, ladrillo, etc). Sin embargo, cuando el fabricante posee una parte importante del mercado, es común que el nombre genérico sea sustituido por el de la marca dominante.

Tipos

Atendiendo a la materia prima utilizada para su fabricación, los materiales de construcción se pueden clasificar en diversos grupos:

<u>Arena</u>

Se emplea arena como parte de morteros y hormigones

• Arena

El principal componente de la arena es la sílice o dióxido de silicio (SiO_2). De este compuesto químico se obtiene:

• Vidrio, material transparente obtenido del fundido de sílice.

• Fibra de vidrio, utilizada como aislante térmico o como componente estructural (GRC, GRP)

• Vidrio celular, un vidrio con burbujas utilizado como aislante.

Arcilla

La arcilla es químicamente similar a la arena: contiene, además de dióxido de silicio, óxidos de aluminio y agua. Su granulometría es mucho más fina, y cuando está húmeda es de consistencia plástica. La arcilla mezclada con polvo y otros elementos del propio suelo forma el barro, material que se utiliza de diversas formas:

• Barro, compactado "in situ" produce tapial

• Cob, mezcla de barro, arena y paja que se aplica a mano para construir muros.

• Adobe, ladrillos de barro, o barro y paja, secados al sol.

Cuando la arcilla se calienta a elevadas temperaturas (900ºC o más),2 ésta se endurece, creando los materiales cerámicos:

• Ladrillo, ortoedro que conforma la mayoría de paredes y muros.

• Teja, pieza cerámica destinada a canalizar el agua de lluvia hacia el exterior de los edificios.

• Gres, de gran dureza, empleado en pavimentos y revestimientos de paredes. En formato pequeño se denomina gresite

• Azulejo, cerámica esmaltada, de múltiples aplicaciones como revestimiento.

De un tipo de arcilla muy fina llamada bentonita se obtiene:

• Lodo bentonítico, sustancia muy fluida empleada para contener tierras y zanjas durante las tareas de cimentación

Piedra

La piedra se puede utilizar directamente sin tratar, o como materia prima para crear otros materiales. Entre los tipos de piedra más empleados en construcción destacan:

• Granito, actualmente usado en suelos (en forma de losas), aplacados y encimeras. De esta piedra suele fabricarse el:

o Adoquín, ladrillo de piedra con el que se pavimentan algunas calzadas.

• Mármol, piedra muy apreciada por su estética, se emplea en revestimientos. En forma de losa o baldosa.

• Pizarra, alternativa a la teja en la edificación tradicional. También usada en suelos.

La piedra en forma de guijarros redondeados se utiliza como acabado protector en algunas cubiertas planas, y como pavimento en exteriores. También es parte constitutiva del hormigón

• Grava, normalmente canto rodado.

Mediante la pulverización y tratamiento de distintos tipos de piedra se obtiene la materia prima para fabricar la práctica totalidad de los conglomerantes utilizados en construcción:

• Cal, Óxido de calcio (CaO) utilizado como conglomerante en morteros, o como acabado protector.

• Yeso, sulfato de calcio semihidratado ($CaSO4 \cdot 1/2H2O$), forma los guarnecidos y enlucidos.

o Escayola, yeso de gran pureza utilizado en falsos techos y molduras.

• Cemento, producto de la calcinación de piedra caliza y otros óxidos.

El cemento se usa como conglomerante en diversos tipos de materiales:

• Terrazo, normalmente en forma de baldosas, utiliza piedras de mármol como árido.

• Piedra artificial, piezas prefabricadas con cemento y diversos tipos de piedra.

• Fibrocemento, lámina formada por cemento y fibras prensadas.

Antiguamente de amianto, actualmente de fibra de vidrio.

El cemento mezclado con arena forma el mortero: una pasta empleada para fijar todo tipo de materiales (ladrillos, baldosas, etc), y también como material de revestimiento (enfoscado) cuando yeso y cal no son adecuados, como por ejemplo en exteriores, o cuando se precisa una elevada resistencia o dureza.

• Mortero

o Mortero monocapa, un mortero prefabricado, coloreado en masa mediante aditivos

El cemento mezclado con arena y grava forma:

• Hormigón, que puede utilizarse solo o armado.

o Hormigón, empleado sólo como relleno.

o Hormigón armado, el sistema más utilizado para erigir estructuras

o GRC, un hormigón de árido fino armado con fibra de vidrio

o Bloque de hormigón, similar a un ladrillo grande, pero fabricado con hormigón.

El yeso también se combina con el cartón para formar un material de construcción de gran popularidad en la construcción actual, frecuentemente utilizado en la elaboración de tabiques:

• Cartón yeso, denominado popularmente Pladur por asimilación con su principal empresa distribuidora.

Otro material de origen pétreo se consigue al fundir y estirar basalto, generando:

• Lana de roca, usado en mantas o planchas rígidas como aislante térmico.

Metálicos

Los más utilizados son el hierro y el aluminio. El primero se alea con carbono para formar:

• Acero, empleado para estructuras, ya sea por sí solo o con hormigón, formando entonces el hormigón armado.

o Perfiles metálicos

o Redondos

o Acero inoxidable

o Acero cortén

Otros metales empleados en construcción:

• Aluminio, en carpinterías y paneles sandwich.

• Zinc, en cubiertas.

• Titanio, revestimiento inoxidable de reciente aparición.

• Cobre, esencialmente en instalaciones de electricidad y fontanería.

• Plomo, en instalaciones de fontanería antiguas. La ley obliga a su retirada, por ser perjudicial para la salud.

Orgánicos

Fundamentalmente la madera y sus derivados, aunque también se utilizan o se han utilizado otros elementos orgánicos vegetales, como paja, bambú, corcho, lino, elementos textiles o incluso pieles animales.

• Madera

• Contrachapado

• OSB

• Tablero aglomerado

• Madera cemento

• Linóleo suelo laminar creado con aceite de lino y harinas de madera o corcho sobre una base de tela.

Sintéticos

Fundamentalmente plásticos derivados del petróleo, aunque frecuentemente también se pueden sintetizar. Son muy empleados en la construcción debido a su inalterabilidad, lo que al mismo tiempo los convierte en materiales muy poco ecológicos por la dificultad a la hora de reciclarlos. También se utilizan alquitranes y otros polímeros y productos sintéticos de diversa naturaleza. Los materiales obtenidos se usan en casi todas las formas imaginables: aglomerantes, sellantes, impermeabilizantes, aislantes, o también en forma de pinturas, esmaltes, barnices y lasures.

• PVC o policloruro de vinilo, con el que se fabrican carpinterías y redes de saneamiento, entre otros.

o Suelos vinílicos, normalmente comercializados en forma de láminas continuas.

• Polietileno muy usado como barrera de vapor, tiene también otros usos

• Poliestireno empleado como aislante térmico

o Poliestireno expandido material de relleno de buen aislamiento térmico.

o Poliestireno extrusionado, aislante térmico impermeable

• Polipropileno como sellante, en canalizaciones diversas, y en geotextiles

• Poliuretano, en forma de espuma se emplea como aislante térmico. Otras formulaciones tienen diversos usos.

• Poliéster, con él se fabrican algunos geotextiles

• ETFE, como alternativa al vidrio en cerramientos, entre otros.

• EPDM, como lámina impermeabilizante y en juntas estancas.

• Neopreno, como junta estanca, y como "alma" de algunos paneles sándwich

• Resina epoxi, en pinturas, y como aglomerante en terrazos y productos de madera.

• Acrílicos, derivados del propileno de diversa composición y usos:

o Metacrilato, plástico que en forma trasparente puede sustituir al vidrio.

o Pintura acrílica, de diversas composiciones.

• Silicona, polímero del silicio, usado principalmente como sellante e impermeabilizante.

• Asfalto en carreteras, y como impermeabilizante en forma de lámina y de imprimación

Costos de la calidad en la construcción de obras

La no calidad en la construcción de una obra (errores, defectos, repetición de trabajos, uso de materiales inadecuados,…) cuestan dinero, tiempo y pérdida de imagen en las empresas y los

promotores de las obras. En el caso de que los promotores sean organismos públicos, al final también acaba repercutiendo en los contribuyentes.

Siguiendo una clasificación normalmente utilizada, podemos distinguir entre los siguientes:

Costos de calidad; que son aquellos en que incurre una empresa (organización) para evitar errores (costos de prevención) y realizar comprobaciones e inspecciones (costo de evaluación).

Costos de no calidad. Por costos de no calidad se entienden los costes en que incurre una empresa por los fallos cometidos, tanto si los descubre ella (fallos internos) como si los descubre el cliente (fallos externos).

Podemos denominar como **"costo total de la calidad de una obra"** a la diferencia entre el costo real de lo ejecutado (incluidos retrasos, repeticiones de trabajos) y el menor costo que hubiera tenido si no se hubieran producido ningún error o fallo.

Una de las actividades más importantes es la realización de replanteos. Ya que al ser la primera actividad que se realiza, un error en ella significa arrastrar el fallo al resto de actividades con lo que los costos de calidad aumentan notablemente.

El **"costo total de la calidad de una obra"** sería pues la suma de los siguientes cuatro tipos de costo:

Costos de prevención.

Que previenen la aparición de no conformidades respecto a los requisitos establecidos. Un ejemplo de este costo es la formación específica a impartir tanto a los responsables de calidad como al resto de los trabajadores.

Costos de evaluación.

Son los que se realizan para verificar la conformidad con los requisitos y especificaciones del proyecto. Un ejemplo de este costo sería el tiempo destinado tanto por el personal de calidad como por el personal de producción a realizar y documentar las inspecciones establecidas.

Costos por fallos internos.

Son los detectados por la propia organización durante la ejecución de la obra. Un ejemplo es la pérdida de tiempo (dinero en definitiva) por tener que repetir una actividad (un replanteo por ejemplo) y toda la posterior repercusión que tiene sobre la planificación inicial de obra.

Costos por fallos externos.

Son los detectados por el cliente una vez que se la ha entregado la obra. Son los más importantes, dado que suponen una pérdida de imagen y confianza con el cliente y un mayor gasto económico, ya que hay que movilizar recursos (humanos y materiales) que en la mayoría de los casos ya no se encuentran disponibles en la zona donde se realizó la obra.

Cualquier actividad por insignificante que pueda parecer a primera vista, puede originar importantes costos de calidad. Por ejemplo unas barras de acero no atadas o mal atadas puede hacer que se muevan en mitad del hormigonado impidiendo el uso de los vibradores con lo que estaríamos ante un problema serio.

Todos los costos relacionados con la calidad dentro de la ejecución de una obra no se pueden cuantificar. Identificar muchos de ellos es muy dificultoso. Además, los sistemas de contabilidad no están diseñados para identificar muchos de los costos de calidad y de no calidad.

Muchas empresas constructoras y de ingeniería son muy sensibles al costo total de la obra, y por el contrario no son conscientes del alto porcentaje que representa el costo total de la calidad dentro de ese costo global de la obra.

7. CONSTRUCCIÓN DE PRESUPUESTO

En el presente capitulo se explicará el procedimiento para la elaboración de un presupuesto de obra considerando criterios técnicos para la formulación del mismo en obras de edificación, es importante tener en cuenta que los análisis de precios unitarios deben adaptarse al momento de su utilización, a los diferentes tipos de obra y a las características de cada uno de ellas, fundamentalmente en lo que respecta a costo de materiales, mano de obra, y equipos a utilizar, lugar y tiempo de ejecución entre otros.

Lo anterior teniendo en cuenta que dependiendo del sitio en donde se construirán las obras así mismo será el valor de los materiales y la mano de obra, refiriéndonos al pago de transporte de materiales que encarecen el costo inicial dependiendo la distancia de los centros de acopio al sitio de construcción de las obras, también se debe tener en cuenta la accesibilidad al sitio de los trabajos, otra situación importante que se debe tener en cuenta en la elaboración de los presupuestos de obra es el orden público que se presenta en la zona de ejecución de los trabajos.

Con el fin de alcanzar la meta propuesta para la elaboración de un presupuesto de obra, se recomienda seguir los siguientes pasos:

7.1. MEDICIÓN DE CANTIDADES DE OBRA

La medición de cantidades de obra es uno de los documentos más importantes que compone la Memoria Técnica de Obra, en este caso de edificación, por esta razón es importante definir el concepto del término “ítem” en un presupuesto de obra.

Ítem

Cada uno de los productos o servicios que conforman el presupuesto de obra.

Los ítems agrupan actividades de características similares

La medición de cantidades de obra, también puede definirse al conjunto ordenado de datos obtenido de los planos o determinados de las lecturas acotadas, preferentemente, y con excepción de las lecturas a escala de diferentes partidas a cuantificar de la obra correspondiente.

Las cantidades de obra se calculan con el objeto de establecer la cantidad de obra ejecutar y al ser multiplicado por el respectivo costo o precio unitario y sumadas las cuantificaciones de las diferentes partidas se obtiene el costo directo de la obra.

Recomendaciones para realizar una buena medición de cantidades de obra.

- Precisar la zona de estudio o de medición de cantidades de obra y los trabajos que se van a ejecutar.
- El orden para elaborar la medición de cantidades de obra en forma manual es primordial dado que brindará la secuencia en que se toman las medidas o lecturas de los planos, enumerándose las páginas en las cuales se escriben las cantidades incluidas las observaciones pertinentes. El ordenamiento dará la pauta para realizar una verificación rápida y reducir errores.
- Pintara con diferentes colores los elementos o áreas de cantidades de obra de modo que se pueda simplificar la verificación respectiva. Por ejemplo, las columnas de 25*25 de color azul, y las columnas de 25*35 de color amarillo , ello conllevará a tener un espectro visual de los elementos que se están cuantificando. Cabe señalar, además que con las herramientas de sistemas computarizados, como AutoCAD, se

han facilitado procedimientos, sin embargo, es imprescindible la revisión a través de los planos físicos.

Formatos

- De aplicación general a las mediciones de cantidad de obra a excepción de los ítems de concreto armado.

CANTIDADES DE OBRA								
Obra:				**Hoja No.**		**de**		
Propietario:				**Plano No.**				
Fecha:				**Hecho por:**				
				Revisado:				
ÍTEM No.	**ESPECIFICACIONES**	**No. DE VECES**	**MEDIDAS**			**PARCIAL**	**TOTAL**	**UNIDAD**
			LARGO	**ANCHO**	**ALTURA**			

7.2. COSTOS DIRECTOS

El costo directo es la suma de costos de materiales, mano de obra, equipos, herramientas, y todos los elementos requeridos para la ejecución de una obra. Estos costos directos analizados de cada

uno de los ítems que conforman el costo de una obra pueden tener diversos grados de aproximación de acuerdo al interés propuesto; sin embargo, al efectuar un mayor refinamiento de los mismos no siempre conduce a una mayor exactitud dado que siempre existirán diferencias entre los diversos estimados de costo del mismo ítem. Esto debido a los diferentes criterios que se pueden asumir, así como la experiencia del ingeniero que los elabore.

Se presenta ordenadamente la metodología para llegar a la determinación del costo unitario directo en las diversas partidas que conforman la obra de edificación, las mismas que deben considerarse referenciales, puesto que cada analista de costos elaborará el costo unitario directo de cada partida en función de las características de cada obra y, específicamente, de materiales, rendimiento de mano de obra y equipos a utilizar, entre otros.

Aporte unitario de materiales

La cantidad de materiales se establece de acuerdo a condiciones preestablecidas físicas o geométricas dadas según el estudio técnico del mismo, y que consideran las publicaciones especializadas o, mejor aún, que elaboran los análisis con registros directos de la obra, considerando en razón a ello que estos análisis de costos responden a un proceso dinámico de la construcción.

Los insumos de materiales son expresados en unidades de comercialización: bulto de cemento, metro cúbico de arena o triturado, tonelada de hierro, etc.

Se analizan los costos unitarios de cemento, arena, triturado en concreto, cemento, arena, ladrillos macizos, huecos en muro, y techos respectivamente, madera, clavos en encofrado, y andamios, cantidad, peso de alambre, y tabla de porcentaje de desperdicios de los diferentes materiales utilizados en la construcción de edificaciones.

Costo de mano de obra

La remuneración de los trabajadores de la construcción se rige por las normas vigentes en la República de Colombia.

Costos de equipo de construcción y herramientas.

Considerando la diversidad de maquinarias y equipos que se emplean en la construcción. Se puede definir, en términos generales, el costo de operación de una máquina como la cantidad de dinero invertido en adquirirla, hacerla funcionar, realizar trabajo, y mantenerla en buen estado de conservación.

La determinación de costo de operación puede referirse a términos de un año, un mes, un día o una hora, siendo lo usual "costo diario de operación" y el "costo horario de operación".

Este costo reúne a dos grandes rubros de gastos:

a. Gastos Fijos
    - Intereses de capital invertidos en la máquina.
    - Seguros, impuestos, almacenaje, etc.
    - Repuestos y mano de obra de reparaciones.
    - Depreciación y fondo de reposición.

b. Gastos Variables
    - Combustible
    - Lubricantes
    - Jornales.

Cada uno de estos parámetros requiere un análisis detallado. Existen en el mercado revistas y libros de ingeniería que presentan las definiciones, métodos de cálculo, tablas y otros elementos

complementarios, constituyendo una herramienta de consulta para los ingenieros y personal que lo requiera.

Costo directo de herramientas

El costo directo de herramientas es el consumo o desgaste que sufren estas herramientas al ser utilizadas durante la ejecución de las diversos ítems de una obra. Se puede calcular de la siguiente manera:

Hm = h * M

Donde:

Hm: Costo directo de la herramienta en el ítem.

M: Costo directo de mano de obra de dicho ítem, considerando el jornal básico y porcentajes sobre el mismo (incremento adicional de remuneraciones, bonificaciones, etc.)

h: Representa un coeficiente (porcentaje expresado en forma decimal) estimado en función de la incidencia de utilización de las herramientas del ítem en estudio según la experiencia en obras similares. Este coeficiente o porcentaje, generalmente, varia de 1 al 5% (0.01 a 0.05).

Clases de herramientas

Las herramientas se clasifican de la siguiente manera:

a. Manuales
    - De uso personal o de propiedad del obrero, generalmente del operario, quien lleva y emplea en su trabajo herramientas tales como martillos, serrucho, etc.
    - De uso colectivo o de propiedad de la empresa, que proporciona a su personal herramientas tales como carretilla, pico, barras, etc.
b. Especiales

    Son aquellas que necesitan algún tipo de energía para su utilización y se les fija un valor de alquiler como el caso de maquinarias. Por ejemplo motosierras, taladros, pulidoras, etc.

Flete Terrestre

Se denomina flete al costo adicional que por transporte se debe cargar al precio de os materiales que, generalmente, se compran en la ciudad o las fábricas.

En el caso del flete terrestre, como es evidente, depende de la carretera. Debe considerar los siguientes parámetros:

a. Si es asfaltada, afirmada o trocha.
b. Ubicación geográfica: costa, sierra o selva.
c. Altura sobre el nivel del mar (altitud).
d. Gradiente o pendiente.

Existen tablas que permiten conocer costos aproximados del servicio de transporte de carga en camión de acuerdo a las distancias y demás condiciones del terreno en Colombia.

Análisis de precios unitarios

A continuación se presentan varios ejemplos de análisis de precios unitarios directos en ítems de edificaciones.

7.3. COSTOS INDIRECTOS

Generalidades

La construcción es un actividad de un variado y heterogéneo espectro de obras que puede abarcar desde la ejecución de una vivienda hasta la de una central hidroeléctrica. Una de sus principales características es el desarrollarse en un determinado tiempo, de acuerdo a la obra, la cual la hace vulnerable a los efectos de la economía del medio en que se desenvuelve.

Sin embargo es común en el cálculo del presupuesto de una obra la participación de dos conceptos de costo:

a. Costos directos.

b. Costos indirectos.

En general, se puede definir los costos directos como gastos que se pueden aplicar a una partida determinada y los costos indirectos como todos aquellos gastos que no pueden aplicarse a una partida determinada, sino al conjunto de la obra.

Clasificación de los costos indirectos

Los costos indirectos se clasifican en los siguientes:

a. Gastos Generales.

b. Utilidad

A su vez los gastos generales se subdividen en:

- Gastos generales no relacionados con el tiempo de ejecución de obra.
- Gastos generales relacionados con el tiempo de ejecución de obra.

Se define los gastos generales como aquellos gastos que debe efectuar el contratista durante la construcción, derivados de la propia actividad empresarial del mismo, por lo cual no pueden ser incluidos dentro de los ítems de la obra.

Gastos Generales no relacionados con el tiempo de ejecución de obra

Estos gastos comprenden los siguientes rubros:

a. **Gastos de Licitación y Contratación**

- Gastos en documentos de presentación.
- Gastos de visita a obra (pasajes viáticos, etc.)
- Gastos de aviso de convocatoria (en caso de ganar la obra).
- Gastos sobre el contrato principal, etc.

Es decir, este rubro se refiere a los gastos necesarios para presentación a la licitación y todos los derivados del proceso de contratación y que en general son aplicables a la obra a contratarse propiamente dicha.

b. **Gastos Indirectos Varios**

- Gastos de licitaciones no otorgadas (absorbidos por las obras ejecutadas).
- Gastos legales u notariales (aplicables a la organización en general)
- Patentes y regalías (por derecho de uso, generalmente para aplicación en todas las obras)
- Seguro contra incendios, robos, etc. (de todas las instalaciones de la empresa)

En general, se refiere a los gastos de toda índole que pueden considerarse como relativos a la oficina principal. Además incluirán obligaciones laborales de suma fija que sean contractuales o legales, como pasajes por traslado de personal de un lugar a otro.

Gastos generales relacionados con el tiempo de ejecución de la obra

Dentro del conjunto de los gastos relacionados con el tiempo de ejecución de la obra corresponde el mayor porcentaje dada su naturaleza de permanencia a lo largo de todo el plazo de ejecución de obra.

Análisis de precios unitarios

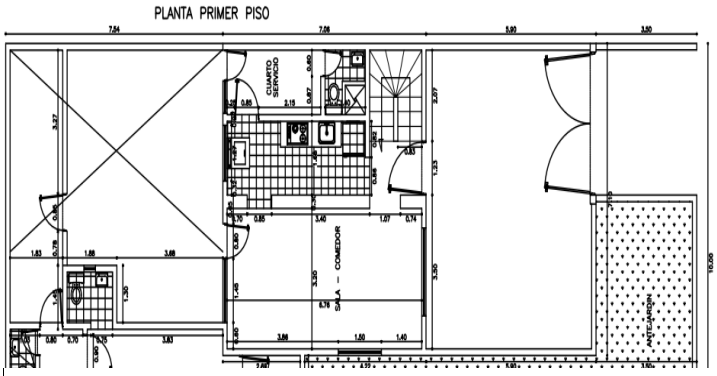
MEMORIAS CALCULO CANTIDADES DE OBRA

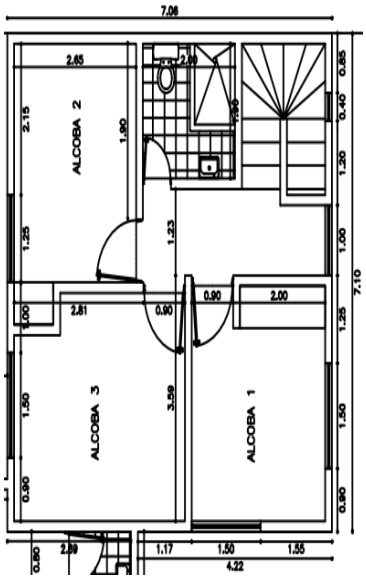
NOMBRE DEL PROYECTO: CALLE 44A # 50-78 LA ESMERALDA

I	ACTIVIDADES PRELIMINARES

(7) ITEM NO.	(8) UNIDAD	(9) DESCRIPCIÓN	(10) CORTE NO.	(11) FECHA
1,01	M2	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	1	

(10) AREA PARA DIBUJO





PLANTA SEGUNDO PISO

(12) LOCALIZACIÓN	DIMENSIONES (13) Ancho	(14) Alto	(15) Longitud	(16) Cantidad	(17) MEDIDA TOTAL
LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	10,00		24,00	1,00	240,00

(20) PASAN:	240,00
(21) SUBTOTAL:	
(22) PAGINA	1 DE 1

RUBEN DARIO CAICEDO ARANDA
COD. 201711170009
HERNANDO VALLEJO OBANDO
COD. 201711170060

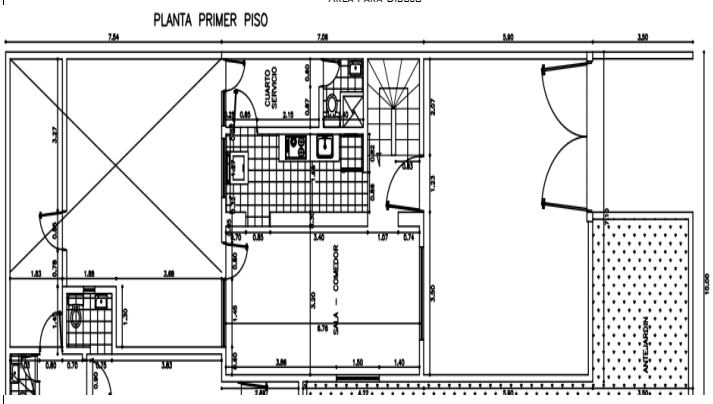
MEMORIAS CALCULO CANTIDADES DE OBRA

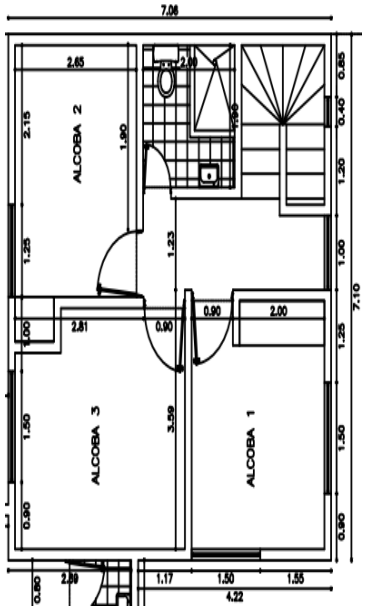
NOMBRE DEL PROYECTO: CALLE 44A # 50-78 LA ESMERALDA

I	ACTIVIDADES PRELIMINARES

(7) Item No.	(8) Unidad	(9) Descripción	(10) Corte No.	(11) Fecha
1,02	M3	**Descapote manual**	1	

(10) Area para Dibujo





PLANTA SEGUNDO PISO

(12) Localización	Dimensiones (13) Ancho	(14) Alto	(15) Longitud	(16) Cantidad	(17) Medida Total
Descapote manual	10,00	0,20	24,00	1,00	48,00

(20) Pasan:	48,00
(21) Subtotal:	
(22) Pagina	1 DE 1

RUBEN DARIO CAICEDO ARANDA COD. 20171117009
HERNANDO VALLEJO OBANDO COD. 201711170060

MEMORIAS CALCULO CANTIDADES DE OBRA

NOMBRE DEL PROYECTO: CALLE 44A # 50-78 LA ESMERALDA

I	ACTIVIDADES PRELIMINARES

(7) ITEM NO.	(8) UNIDAD	(9) DESCRIPCIÓN	(10) CORTE NO.	(11) FECHA
1,05	ML	CERRAMIENTO PROVISIONAL EN LÁMINA BASE H=2.5 M	1	

(10) AREA PARA DIBUJO	(12) LOCALIZACIÓN	DIMENSIONES (13) Ancho	(14) Alto	(15) Longitud	(16) Cantidad	(17) MEDIDA TOTAL
	EJE PRINCUOA			68,00	1,00	68,00
					(20) PASAN:	
					(21) SUBTOTAL:	68,00
					(22) PAGINA	1 DE 1

RUBEN DARIO CAICEDO ARANDA COD. 20171117009
HERNANDO VALLEJO OBANDO COD. 201711170060

MEMORIAS CALCULO CANTIDADES DE OBRA

NOMBRE DEL PROYECTO: CALLE 44A # 50-78 LA ESMERALDA

I	ACTIVIDADES PRELIMINARES

(7) Item No.	(8) Unidad	(9) Descripción	(10) Corte No.	(11) Fecha
2,01	m3	Excavación manual cimientos (No incluye retiro)	1	

(10) Area para Dibujo

(12) Localización	Dimensiones (13) Ancho	(14) Alto	(15) Longitud	(16) Cantidad	(17) Medida Total
Excavación muro perimetral	0,40	0,40	68,00	1,00	10,88
Excavación muros internos	0,40	0,40	48,26	1,00	7,72
Excavación Zapatas	0,80	0,80	0,80	9,00	4,61
(20) Pasan:					
(21) Subtotal:					23,21
(22) Pagina					1 DE 1

RUBEN DARIO CAICEDO ARANDA COD. 20171117009
HERNANDO VALLEJO OBANDO COD. 201711170060

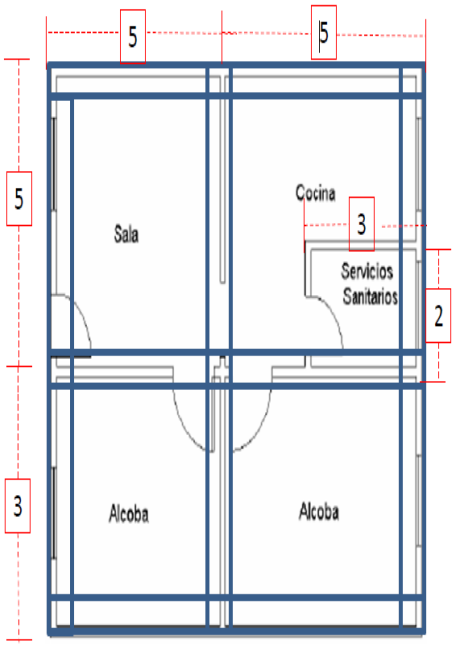
MEMORIAS CALCULO CANTIDADES DE OBRA

NOMBRE DEL PROYECTO: CALLE 44A # 50-78 LA ESMERALDA

I	ACTIVIDADES PRELIMINARES

(7) ITEM NO.	(8) UNIDAD	(9) DESCRIPCIÓN	(10) CORTE NO.	(11) FECHA
3,01	m3	SOLADO DE LIMPIEZA	1	

(10) AREA PARA DIBUJO



(12) LOCALIZACIÓN	DIMENSIONES (13) Ancho	(14) Alto	(15) Longitud	(16) Cantidad	(17) MEDIDA TOTAL
	0,60	0,05	9,00	3,00	0,81
	0,60	0,05	7,00	4,00	0,84
				(20) PASAN:	
				(21) SUBTOTAL:	1,65
				(22) PAGINA	1 DE 1

RUBEN DARIO CAICEDO ARANDA COD. 20171117009

HERNANDO VALLEJO OBANDO COD. 201711170060

MEMORIAS CALCULO CANTIDADES DE OBRA

NOMBRE DEL PROYECTO: CALLE 44A # 50-78 LA ESMERALDA

1	ACTIVIDADES PRELIMINARES

(7) Item No.	(8) Unidad	(9) Descripción	(10) Corte No.	(11) Fecha
3,02	m3	Ciclópeo	1	

(10) Area para Dibujo

(12) Localización	Dimensiones (13) Ancho	(14) Alto	(15) Longitud	(16) Cantidad	(17) Medida Total
	0,60	0,20	9,00	3,00	3,24
	0,60	0,20	7,00	4,00	3,36
				(20) Pasan:	
				(21) Subtotal:	6,60
				(22) Pagina	1 DE 1

RUBEN DARIO CAICEDO ARANDA COD. 20171117009
HERNANDO VALLEJO OBANDO COD. 201711170060

MEMORIAS CALCULO CANTIDADES DE OBRA

NOMBRE DEL PROYECTO: CALLE 44A # 50-78 LA ESMERALDA

I	ACTIVIDADES PRELIMINARES

(7) Item No.	(8) Unidad	(9) Descripción	(10) Corte No.	(11) Fecha
3,03	m3	Vigas de cimentación	1	

(10) Area para Dibujo

(12) Localización	Dimensiones (13) Ancho	(14) Alto	(15) Longitud	(16) Cantidad	(17) Medida Total
	0,25	0,25	9,00	3,00	1,69
	0,25	0,25	7,00	4,00	1,75
				(20) Pasan:	
				(21) Subtotal:	3,44
				(22) Pagina	1 DE 1

RUBEN DARIO CAICEDO ARANDA COD. 20171117009

HERNANDO VALLEJO OBANDO COD. 201711170060

MEMORIAS CALCULO CANTIDADES DE OBRA

NOMBRE DEL PROYECTO: CALLE 44A # 50-78 LA ESMERALDA

I	ACTIVIDADES PRELIMINARES

(7) Item No.	(8) Unidad	(9) Descripción	(10) Corte No.	(11) Fecha
4,01	m3	Concreto columnas	1	

(10) Area para Dibujo

(12) Localización	Dimensiones (13) Ancho	(14) Largo	(15) Longitud	(16) Cantidad	(17) Medida Total
columnas	0,30	0,30	5,40	9,00	4,37
(20) Pasan:					
(21) Subtotal:					4,37
(22) PAGINA					1 DE 1

RUBEN DARIO CAICEDO ARANDA COD. 20171117009
HERNANDO VALLEJO OBANDO COD. 201711170060

MEMORIAS CALCULO CANTIDADES DE OBRA

NOMBRE DEL PROYECTO: CALLE 44A # 50-78 LA ESMERALDA

I	ACTIVIDADES PRELIMINARES

(7) Item No.	(8) Unidad	(9) Descripción	(10) Corte No.	(11) Fecha
4,02	m3	VIGA DE AMARRE	1	

(10) Area para Dibujo

(12) Localización	Dimensiones (13) Ancho	(14) Alto	(15) Longitud	(16) Cantidad	(17) Medida Total
VIGA DE AMARRE	0,12	0,15	9,00	3,00	0,49
VIGA DE AMARRE	0,12	0,15	7,00	4,00	0,50
				(20) Pasan:	
				(21) Subtotal:	0,99
				(22) PAGINA	1 DE 1

RUBEN DARIO CAICEDO ARANDA COD. 20171117009

HERNANDO VALLEJO OBANDO COD. 201711170060

MEMORIAS CALCULO CANTIDADES DE OBRA

NOMBRE DEL PROYECTO: CALLE 44A # 50-78 LA ESMERALDA

1	ACTIVIDADES PRELIMINARES

(7) Item No.	(8) Unidad	(9) Descripción	(10) Corte No.	(11) Fecha
4,03	m2	Losa de contrapiso espesor 10 cm	1	

(10) Area para Dibujo	(12) Localización	Dimensiones (13) Ancho	(14) Alto	(15) Longitud	(16) Cantidad	(17) Medida Total
	losa contrapiso (construccion)	7,00		9,00		63,00
					(20) Pasan:	
					(21) Subtotal:	63,00
					(22) PAGINA	1 DE 1

RUBEN DARIO CAICEDO ARANDA COD. 20171117009

HERNANDO VALLEJO OBANDO COD. 201711170060

MEMORIAS CALCULO CANTIDADES DE OBRA

NOMBRE DEL PROYECTO: CALLE 44A # 50-78 LA ESMERALDA

I	ACTIVIDADES PRELIMINARES

(7) Item No.	(8) Unidad	(9) Descripción	(10) Corte No.	(11) Fecha
4,04	m2	Losa de contrapiso (Antejardín espesor 10 cm)	1	

(10) Area para Dibujo	(12) Localización	Dimensiones (13) Ancho	(14) Alto	(15) Longitud	(16) Cantidad	(17) Medida Total
	Losa contrapiso (antejardin)	7,00		9,00		63,00
					(20) Pasan:	
					(21) Subtotal:	63,00
					(22) Pagina	1 DE 1

RUBEN DARIO CAICEDO ARANDA COD. 20171117009
HERNANDO VALLEJO OBANDO COD. 201711170060

MEMORIAS CALCULO CANTIDADES DE OBRA

NOMBRE DEL PROYECTO: CALLE 44A # 50-78 LA ESMERALDA

I	ACTIVIDADES PRELIMINARES

(7) Item No.	(8) Unidad	(9) Descripción	(10) Corte No.	(11) Fecha
4,05	m2	Losa de contrapiso (Patio espesor 7 cm)	1	

(10) Area para Dibujo	(12) Localización	Dimensiones (13) Ancho	(14) Alto	(15) Longitud	(16) Cantidad	(17) Medida Total
	Losa de contrapiso (Patio espesor 7 cm)	7,00		6,00		42,00
	(20) Pasan:					
	(21) Subtotal:					42,00
	(22) Pagina					1 DE 1

RUBEN DARIO CAICEDO ARANDA COD. 20171117009
HERNANDO VALLEJO OBANDO COD. 201711170060

MEMORIAS CALCULO CANTIDADES DE OBRA

NOMBRE DEL PROYECTO: CALLE 44A # 50-78 LA ESMERALDA

I	ACTIVIDADES PRELIMINARES

(7) Item No.	(8) Unidad	(9) Descripción	(10) Corte No.	(11) Fecha
4,06	m2	Losa de entrepiso Espesor 15 cm	1	

(10) Area para Dibujo

(12) Localización	Dimensiones (13) Ancho	(14) Alto	(15) Longitud	(16) Cantidad	(17) Medida Total
Losa de entrepiso Espesor 15 cm	7,00		9,00		63,00
AREA DE ESCALERA (PUNTO FIJO)	2,20		3,00		6,60
(20) Pasan:					
(21) Subtotal:					56,40
(22) PAGINA					1 DE 1

RUBEN DARIO CAICEDO ARANDA COD. 20171117009
HERNANDO VALLEJO OBANDO COD. 201711170060

PRESUPUESTO DE OBRA - CUMPLIMIENTO NSR - 10

CALCULO COSTOS DE OBRA VIVIENDA UNIFAMIILIAR - CUMPLIMIENTO NSR-10 **CALLE 44A # 50-78** SECTOR LA ESMERALDA

HERNANDO VALLEJO OBANDO **20171117060**
RUBÉN DARÍO CAICEDO ARANDA **20171117009**

ITEM		UM	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR PARCIAL	Observacion	%
1.	**PRELIMINARES**					**25.880.992,00**	Construdata revista 183	**15,35%**
1,01	Localización y replanteo	M2	240,00	2.485,00	596.400,00			
1,02	Descapote manual	M2	48,00	17.965,00	862.320,00			
1,03	Adecuación campamentos (9 m2)	UN	1,00	1.100.000,00	1.100.000,00			
1,04	Instalaciones provisionales	Gl	1,00	450.000,00	450.000,00			
1,05	Cerramiento provisional en lámina base H=2.5 m	Ml	68,00	303.328,00	20.626.304,00			
1,07	Cargue y retiro de material	M3	48,00	46.791,00	2.245.968,00			
2.	**MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DRENAJES**					**1.155.125,21**	Construdata revista 183	**0,69%**
2,01	Excavación manual cimientos (No incluye retiro)	M3	23,21	17.965,00	416.960,46			
2,02	Material seleccionado para compactación	M3	13,17	20.384,00	268.500,09			
2,03	Cargue y retiro de material sobrante	M3	10,04	46.791,00	469.664,66			
3.	**CIMENTACIONES**					**8.889.417,35**	Construdata revista 183	**5,27%**
3,01	Solado de limpieza	M3	1,65	193.000,00	318.450,00			
3,02	Ciclópeo	M3	6,60	446.096,00	2.944.233,60			
3,03	Vigas de cimentación	M3	3,44	783.668,00	2.693.858,75			
3,04	Acero de refuerzo vigas de cimentación	Kg	618,75	4.740,00	2.932.875,00			
4.	**ESTRUCTURA**					**42.764.711,72**	Construdata revista 183	**25,37%**
4,01	Concreto columnas	M3	4,37	1.980.166,00	8.661.246,08			
4,02	Concreto vigas de amarre	M3	1,98	1.973.618,00	3.907.763,64			
4,03	Losa de contrapiso espesor 10 cm	M2	63,00	108.265,00	6.820.695,00			
4,04	Losa de contrapiso (Antejardín espesor 10 cm)	M2	63,00	108.265,00	6.820.695,00			
4,05	Losa de contrapiso (Patio espesor 7 cm)	M2	42,00	75.786,00	3.183.012,00			
4,06	Losa de entrepiso Espesor 15 cm	M2	88,20	125.000,00	11.025.000,00			
4,07	Refuerzo vigas de amarre	kg	495,00	4.740,00	2.346.300,00			
5	**MAMPOSTERÍA**					**14.608.040,10**	Construdata revista 183	**8,66%**
5.1	Mampostería bloque 4	M2	237,00	35.230,00	8.349.510,00			
5.2	Mampostería interna	M2	23,70	35.900,00	850.830,00			
5.3	Revoque	M2	260,70	20.743,00	5.407.700,10			
6	**PAÑETES Y RECUBRIMIENTOS**					**4.221.540,00**	Construdata revista 183	**2,50%**
6,10	Cerámica en paredes baños	M2	24,60	55.500,00	1.365.300,00			
6.2	Cerámica en pisos baños	M2	18,00	60.720,00	1.092.960,00			
6.3	Cerámica en paredes cocina	M2	12,00	58.440,00	701.280,00			
6.4	Cerámica en pisos cocina	M2	18,00	59.000,00	1.062.000,00			
7	**CUBIERTAS E IMPERMEABILIZACIONES**					**4.471.904,00**	Construdata revista 183	**2,65%**
7,10	Teja acrílica ondula 2 mm No 6	un	16,00	52.074,00	833.184,00			
7,20	Teja manilit P7 No 5	un	60,00	32.312,00	1.938.720,00			
7,30	Caballete	ml	10,00	170.000,00	1.700.000,00			
8	**CIELOS RASOS**					**10.725.000,00**	Construdata revista 183	**6,36%**
8,10	Cielo raso plano Drywall	M2	165,00	65.000,00	10.725.000,00			
9	**BASES Y PISOS**					**9.671.040,00**	Construdata revista 183	**5,74%**
9,10	Cerámica en pisos baños	M2	18,00	60.720,00	1.092.960,00			
9,20	Cerámica en paredes cocina	M2	32,00	52.440,00	1.678.080,00			
9,30	Cerámica en alcobas	M2	70,00	60.000,00	4.200.000,00			
10,30	Ceramica Hall de acceso	M3	30,00	52.000,00	1.560.000,00			
11,30	Cerámica en pisos cocina	M2	20,00	57.000,00	1.140.000,00			
			170,00					
10	**VENTANERÍA**					**2.045.000,00**	Construdata revista 183	**1,21%**
10,10	Ventanería en aluminio	M2	10,00	159.500,00	1.595.000,00			
10,20	Vidrios 4 mm	m2	10,00	45.000,00	450.000,00			
11	**CARPINTERÍA MADERA**					**13.606.340,00**	Construdata revista 183	**8,07%**
11,10	Puerta madera baño - P-0,65	Un	3,00	258.060,00	774.180,00			
11,20	Puerta madera cocina P-0,90 Batiente	Un	1,00	308.660,00	308.660,00			
11,30	Puerta madera alcobas P-0,85 -	Un	5,00	278.300,00	1.391.500,00			
11,40	Closet	M2	20,00	379.500,00	7.590.000,00			
11,50	Muebles para cocina ancho 2,75	Un	1,00	2.024.000,00	2.024.000,00			
11,60	Muebles para lavamanos ancho 1,2	Un	4,00	379.500,00	1.518.000,00			
12	**CARPINTERÍA METÁLICA Y CERRAJERÍA**					**2.620.200,00**	Construdata revista 183	**1,55%**
12,10	Puerta acceso	m2	2,00	486.000,00	972.000,00			
12,20	Cerradura llave marca Yale	Un	1,00	90.600,00	90.600,00			
12,30	Cerradura botón - seguro - Marca Kwikset	Un	1,00	57.600,00	57.600,00			
12,40	Estructura de cubierta metalica	Gl	1,00	1.500.000,00	1.500.000,00			
13	**INSTALACIONES HIDRO SANITARIAS**					**6.873.297,00**	Construdata revista 183	**4,08%**
13,10	Cajas de inspección 070x0.70	Ml	1,40	202.400,00	283.360,00			
13,20	Bajante de aguas negras - PVC 4"	Ml	7,60	44.541,00	338.511,60			
13,30	Bajante de aguas negras - PVC 3"	Ml	3,80	18.500,00	70.300,00			
13,40	Tuberia de ventilación	Ml	6,00	23.309,00	139.854,00			
13,50	Tubería desague sanitario pvc de 6"	Ml	8,00	20.240,00	161.920,00			

13,60	Tubería desague sanitario pvc de 4"	Ml	18,00	15.180,00	273.240,00			
13,70	Punto desague sanitario pvc de 4"	Un	1,00	35.420,00	35.420,00			
13,80	Punto desague sanitario pvc de 3"	Un	1,00	27.830,00	27.830,00			
13,90	Punto desague sanitario pvc de 2"	Un	3,00	22.921,80	68.765,40			
14,00	Acometida pvc 1/2" 5 m	Un	1,00	22.397,00	22.397,00			
14,10	Punto agya fría PVC	Un	3,00	76.230,00	228.690,00			
14,20	Red de suministro cpvc de 1/2"	ML	3,00	16.100,00	48.300,00			
14,30	Red de suministro pvc 3/4"	ML	16,00	12.152,00	194.432,00			
14,40	Registro de 1/2"	Un	3,00	40.693,00	122.079,00			
14,50	Acometida agua principal	ML	12,00	23.000,00	276.000,00			
14	**APARATOS Y GRIFERÍA**					**3.209.400,00**	Construdata revista 183	**1,90%**
14,10	Sanitario	Un	3,00	225.400,00	676.200,00			
14,20	Lavamanos de empotrar	Un	3,00	92.000,00	276.000,00			
14,30	Duchas con mezcladora	Un	3,00	227.700,00	683.100,00			
14,40	Grifería lavamanos	Un	3,00	225.400,00	676.200,00			
14,50	Grifería lavadero	Un	3,00	149.500,00	448.500,00			
14,60	Extractor de olores	Un	3,00	87.400,00	262.200,00			
14,70	Juegos y accesorios de baño	Un	3,00	62.400,00	187.200,00			
15	**INSTALACIONES ELECTRICAS Y TELEFÓNICAS**					**3.059.300,00**	Construdata revista 183	**1,81%**
15,10	Roseta	U	16,00	44.200,00	707.200,00			
15,20	Toma Monofasica GFCI	U	3,00	91.500,00	274.500,00			
15,30	Toma Monofasica Normal	U	15,00	52.200,00	783.000,00			
15,40	Toma Bifasica (Horno Secadora)	U	2,00	63.600,00	127.200,00			
15,50	Toma Nevera Utensilios de Cocina plancha Lavadora	U	1,00	52.200,00	52.200,00			
15,60	Campana Timbre	U	1,00	42.000,00	42.000,00			
15,70	Pulsador Timbre	U	1,00	42.200,00	42.200,00			
15,80	Toma Para Telefono	U	2,00	46.100,00	92.200,00			
15,90	Toma Para Television	U	6,00	53.000,00	318.000,00			
16,00	Tablero de 6 circuitos Trifasico tipo Lx o similar sin espacio para totalizador	U	2,00	310.400,00	620.800,00			
16,10	Interruptor tipo enchufable							
16	**PINTURA**					**9.642.565,20**	Construdata revista 183	**5,72%**
16,10	Estuco y pintura vinilo 3 manos	M2	263,60	30.207,00	7.962.565,20			
16,20	Pintura fachada	M2	33,60	37.000,00	1.243.200,00			
16,30	Hidrófugo fachada	M2	33,60	13.000,00	436.800,00			
16,50								
17	**OBRAS EXTERIORES**					**5.152.000,00**	Construdata revista 183	**3,06%**
17,10	Empradizado zonas verdes	M2	36,00	12.000,00	432.000,00			
17,20	Jardinería y ornamentación	GL	3,00	600.000,00	1.800.000,00			
17,30	Andenes concreto 17.5 mpa	M2	42,00	60.000,00	2.520.000,00			
17,40	Bordillos en concreto 210	Ml	16,00	25.000,00	400.000,00			
	TOTAL COSTO DIRECTO					**168.595.873**		**100,00%**

PRESUPUESTO VIVIENDA - CAPÍTULOS

CODIGO	CAPÍTULO	VALOR PARCIAL
1,00	PRELIMINARES	$25.880.992
2,00	MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DRENAJES	$1.155.125
3,00	CIMENTACIONES	$8.889.417
4,00	ESTRUCTURA	$42.764.712
5,00	MAMPOSTERÍA	$14.608.040
6,00	PAÑETES Y RECUBRIMIENTO	$4.221.540
7,00	CUBIERTAS E IMPERMEABILIZACIONES	$4.471.904
8,00	CIELOS RASOS	$10.725.000
9,00	BASES Y PISOS	$9.671.040
10,00	VENTANERÍA	$2.045.000
11,00	CARPINTERÍA MADERA	$13.606.340
12,00	CARPINTERÍA METÁLICA Y CERRAJERÍA	$2.620.200
13,00	INSTALACIONES HIDRO SANITARIAS	$6.873.297
14,00	APARATOS Y GRIFERÍA	$3.209.400
15,00	INSTALACIONES ELECTRICAS E ILUMINACIÓN TELEFÓNICAS	$3.059.300
16,00	PINTURA	$9.642.565
17,00	OBRAS EXTERIORES	$5.152.000
TOTAL COSTO DIRECTO		**$168.595.873**
AREA TOTAL CONSTUIDA (en metros cuadrados)		170,00
COSTO METRO CUADRADO		**991.740,43**

PRESUPUESTO DE OBRA - NO CUMPLIMIENTO NSR - 10

CALCULO COSTOS DE OBRA VIVIENDA UNIFAMIILIAR - NO CUMPLIMIENTO NSR - 10 **CALLE 44A # 50-78** SECTOR LA ESMERALDA

HERNANDO VALLEJO OBANDO **20171117060**
RUBÉN DARÍO CAICEDO ARANDA **20171117009**

ITEM		UM	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR PARCIAL	Observacion	%
1.	**PRELIMINARES**					**25.880.992,00**	Construdata revista 183	**18,36%**
1,01	Localización y replanteo	M2	240,00	2.485,00	596.400,00			
1,02	Descapote manual	M2	48,00	17.965,00	862.320,00			
1,03	Adecuación campamentos (9 m2)	UN	1,00	1.100.000,00	1.100.000,00			
1,04	Instalaciones provisionales	Gl	1,00	450.000,00	450.000,00			
1,05	Cerramiento provisional en lámina base H=2.5 m	Ml	68,00	303.328,00	20.626.304,00			
1,07	Cargue y retiro de material	M3	48,00	46.791,00	2.245.968,00			
2.	**MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DRENAJES**					**1.155.125,21**	Construdata revista 183	**0,82%**
2,01	Excavación manual cimientos (No incluye retiro)	M3	23,21	17.965,00	416.960,46			
2,02	Material seleccionado para compactación	M3	13,17	20.384,00	268.500,09			
2,03	Cargue y retiro de material sobrante	M3	10,04	46.791,00	469.664,66			
3.	**CIMENTACIONES**					**3.262.683,60**	Construdata revista 183	**2,32%**
3,01	Solado de limpieza	M3	1,65	193.000,00	318.450,00			
3,02	Ciclópeo	M3	6,60	446.096,00	2.944.233,60			
3,03	Vigas de cimentación	M3	3,44	783.668,00	2.693.858,75			
3,04	Acero de refuerzo vigas de cimentación	Kg	618,75	4.740,00	2.932.875,00			
4.	**CONCRETOS**					**20.732.165,64**	Construdata revista 183	**14,71%**
4,01	Concreto vigas de amarre	M3	1,98	1.973.618,00	3.907.763,64			
4,02	Losa de contrapiso espesor 10 cm	M2	63,00	108.265,00	6.820.695,00			
4,03	Losa de contrapiso (Antejardín espesor 10 cm)	M2	63,00	108.265,00	6.820.695,00			
4,04	Losa de contrapiso (Patio espesor 7 cm)	M2	42,00	75.786,00	3.183.012,00			
5	**MAMPOSTERÍA**					**14.608.040,10**	Construdata revista 183	**10,36%**
5.1	Mampostería bloque 4	M2	237,00	35.230,00	8.349.510,00			
5.2	Mampostería interna	M2	23,70	35.900,00	850.830,00			
5.3	Revoque	M2	260,70	20.743,00	5.407.700,10			
6	**PAÑETES Y RECUBRIMIENTOS**					**4.221.540,00**	Construdata revista 183	**3,00%**
6,10	Cerámica en paredes baños	M2	24,60	55.500,00	1.365.300,00			
6.2	Cerámica en pisos baños	M2	18,00	60.720,00	1.092.960,00			
6.3	Cerámica en paredes cocina	M2	12,00	58.440,00	701.280,00			
6.4	Cerámica en pisos cocina	M2	18,00	59.000,00	1.062.000,00			
7	**CUBIERTAS E IMPERMEABILIZACIONES**					**4.471.904,00**	Construdata revista 183	**3,17%**
7,10	Teja acrílica ondula 2 mm No 6	un	16,00	52.074,00	833.184,00			
7,20	Teja manilit P7 No 5	un	60,00	32.312,00	1.938.720,00			
7,30	Caballete	ml	10,00	170.000,00	1.700.000,00			
8	**CIELOS RASOS**					**10.725.000,00**	Construdata revista 183	**7,61%**
8,10	Cielo raso plano Drywall	M2	165,00	65.000,00	10.725.000,00			
9	**BASES Y PISOS**					**9.671.040,00**	Construdata revista 183	**6,86%**
9,10	Cerámica en pisos baños	M2	18,00	60.720,00	1.092.960,00			
9,20	Cerámica en paredes cocina	M2	32,00	52.440,00	1.678.080,00			
9,30	Cerámica en alcobas	M2	70,00	60.000,00	4.200.000,00			
10,30	Ceramica Hall de acceso	M3	30,00	52.000,00	1.560.000,00			
11,30	Cerámica en pisos cocina	M2	20,00	57.000,00	1.140.000,00			
			170,00					
10	**VENTANERÍA**					**2.045.000,00**	Construdata revista 183	**1,45%**
10,10	Ventanería en aluminio	M2	10,00	159.500,00	1.595.000,00			
10,20	Vidrios 4 mm	m2	10,00	45.000,00	450.000,00			
11	**CARPINTERÍA MADERA**					**13.606.340,00**	Construdata revista 183	**9,65%**
11,10	Puerta madera baño - P-0,65	Un	3,00	258.060,00	774.180,00			
11,20	Puerta madera cocina P-0,90 Batiente	Un	1,00	308.660,00	308.660,00			
11,30	Puerta madera alcobas P-0,85 -	Un	5,00	278.300,00	1.391.500,00			
11,40	Closet	M2	20,00	379.500,00	7.590.000,00			
11,50	Muebles para cocina ancho 2,75	Un	1,00	2.024.000,00	2.024.000,00			
11,60	Muebles para lavamanos ancho 1,2	Un	4,00	379.500,00	1.518.000,00			
12	**CARPINTERÍA METÁLICA Y CERRAJERÍA**					**2.620.200,00**	Construdata revista 183	**1,86%**
12,10	Puerta acceso	m2	2,00	486.000,00	972.000,00			
12,20	Cerradura llave marca Yale	Un	1,00	90.600,00	90.600,00			
12,30	Cerradura botón - seguro - Marca Kwikset	Un	1,00	57.600,00	57.600,00			
12,40	Estructura de cubierta metalica	Gl	1,00	1.500.000,00	1.500.000,00			
13	**INSTALACIONES HIDRO SANITARIAS**					**6.873.297,00**	Construdata revista 183	**4,88%**
13,10	Cajas de inspección 070x0.70	Ml	1,40	202.400,00	283.360,00			
13,20	Bajante de aguas negras - PVC 4"	Ml	7,60	44.541,00	338.511,60			
13,30	Bajante de aguas negras - PVC 3"	Ml	3,80	18.500,00	70.300,00			
13,40	Tuberia de ventilación	Ml	6,00	23.309,00	139.854,00			
13,50	Tubería desague sanitario pvc de 6"	Ml	8,00	20.240,00	161.920,00			

13,60	Tubería desague sanitario pvc de 4"	Ml	18,00	15.180,00	273.240,00			
13,70	Punto desague sanitario pvc de 4"	Un	1,00	35.420,00	35.420,00			
13,80	Punto desague sanitario pvc de 3"	Un	1,00	27.830,00	27.830,00			
13,90	Punto desague sanitario pvc de 2"	Un	3,00	22.921,80	68.765,40			
14,00	Acometida pvc 1/2" 5 m	Un	1,00	22.397,00	22.397,00			
14,10	Punto agya fría PVC	Un	3,00	76.230,00	228.690,00			
14,20	Red de suministro cpvc de 1/2"	ML	3,00	16.100,00	48.300,00			
14,30	Red de suministro pvc 3/4"	ML	16,00	12.152,00	194.432,00			
14,40	Registro de 1/2"	Un	3,00	40.693,00	122.079,00			
14,50	Acometida agua principal	ML	12,00	23.000,00	276.000,00			
14	**APARATOS Y GRIFERÍA**					**3.209.400,00**	Construdata revista 183	**2,28%**
14,10	Sanitario	Un	3,00	225.400,00	676.200,00			
14,20	Lavamanos de empotrar	Un	3,00	92.000,00	276.000,00			
14,30	Duchas con mezcladora	Un	3,00	227.700,00	683.100,00			
14,40	Grifería lavamanos	Un	3,00	225.400,00	676.200,00			
14,50	Grifería lavadero	Un	3,00	149.500,00	448.500,00			
14,60	Extractor de olores	Un	3,00	87.400,00	262.200,00			
14,70	Juegos y accesorios de baño	Un	3,00	62.400,00	187.200,00			
15	**INSTALACIONES ELECTRICAS Y TELEFÓNICAS**					**3.059.300,00**	Construdata revista 183	**2,17%**
15,10	Roseta	U	16,00	44.200,00	707.200,00			
15,20	Toma Monofasica GFCI	U	3,00	91.500,00	274.500,00			
15,30	Toma Monofasica Normal	U	15,00	52.200,00	783.000,00			
15,40	Toma Bifasica (Horno Secadora)	U	2,00	63.600,00	127.200,00			
15,50	Toma Nevera Utensilios de Cocina plancha Lavadora	U	1,00	52.200,00	52.200,00			
15,60	Campana Timbre	U	1,00	42.000,00	42.000,00			
15,70	Pulsador Timbre	U	1,00	42.200,00	42.200,00			
15,80	Toma Para Telefono	U	2,00	46.100,00	92.200,00			
15,90	Toma Para Television	U	6,00	53.000,00	318.000,00			
16,00	Tablero de 6 circuitos Trifasico tipo Lx o similar sin espacio para totalizador	U	2,00	310.400,00	620.800,00			
16,10	Interruptor tipo enchufable							
16	**PINTURA**					**9.642.565,20**	Construdata revista 183	**6,84%**
16,10	Estuco y pintura vinilo 3 manos	M2	263,60	30.207,00	7.962.565,20			
16,20	Pintura fachada	M2	33,60	37.000,00	1.243.200,00			
16,30	Hidrófugo fachada	M2	33,60	13.000,00	436.800,00			
16,50								
17	**OBRAS EXTERIORES**					**5.152.000,00**	Construdata revista 183	**3,66%**
17,10	Empradizado zonas verdes	M2	36,00	12.000,00	432.000,00			
17,20	Jardinería y ornamentación	GL	3,00	600.000,00	1.800.000,00			
17,30	Andenes concreto 17.5 mpa	M2	42,00	60.000,00	2.520.000,00			
17,40	Bordillos en concreto 210	Ml	16,00	25.000,00	400.000,00			
	TOTAL COSTO DIRECTO					**140.936.593**		**100,00%**

PRESUPUESTO VIVIENDA - CAPÍTULOS

CODIGO	CAPÍTULO	VALOR PARCIAL
1,00	PRELIMINARES	$25.880.992
2,00	MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DRENAJES	$1.155.125
3,00	CIMENTACIONES	$3.262.684
4,00	CONCRETOS	$20.732.166
5,00	MAMPOSTERÍA	$14.608.040
6,00	PAÑETES Y RECUBRIMIENTO	$4.221.540
7,00	CUBIERTAS E IMPERMEABILIZACIONES	$4.471.904
8,00	CIELOS RASOS	$10.725.000
9,00	BASES Y PISOS	$9.671.040
10,00	VENTANERÍA	$2.045.000
11,00	CARPINTERÍA MADERA	$13.606.340
12,00	CARPINTERÍA METÁLICA Y CERRAJERÍA	$2.620.200
13,00	INSTALACIONES HIDRO SANITARIAS	$6.873.297
14,00	APARATOS Y GRIFERÍA	$3.209.400
15,00	INSTALACIONES ELECTRICAS E ILUMINACIÓN TELEFÓNICAS	$3.059.300
16,00	PINTURA	$9.642.565
17,00	OBRAS EXTERIORES	$5.152.000
TOTAL COSTO DIRECTO		**$140.936.593**
AREA TOTAL CONSTRUIDA (en metros cuadrados)		170,00
COSTO METRO CUADRADO		**829.038,78**
DIFERENCIA EN RECURSOS Y PORCENTAJE ENTRE LAS EDIFICACIONES ESTRUCTURALMENTE CONSTRUIDAS Y LAS QUE NO CUMPLEN LA NSR 10		**27.659.280,00** **16,41%**

8. CONCLUSIONES

- La vida útil de una edificación depende directamente de la calidad de los materiales utilizados y de un diseño estructural en cumplimiento de la normatividad sismorresistente.

- Comparando los presupuesto de obra con base al cumplimiento de la NSR 10 de 2010 para una misma edificación, podemos concluir que la diferencia económica ($27.659.280) para el caso de la estructura seleccionada es de gran consideración con respecto al Costo Directo (CD) de la obra ($168.525.873) en mención, lo que corresponde al 16.41% del CD debido a que la diferencia corresponde a $27.659.280 un 16.41% del Costo Directo.
- La importancia de cuantificar y describir la vulnerabilidad a tiempo de edificación, permite a las entidades de atención y prevención de desastres tomar medidas para evitar la pérdida de vidas humanas, ante un eventual suceso natural.
- El no contar en nuestro país con datos estadísticos de eventos naturales ocurridos, y relacionados específicamente con daños a las estructuras y edificaciones en zonas determinadas de alta sismicidad, dificulta la atención técnica de evaluación dirigida a conceptuar profesionalmente el tiempo de vida útil de la construcción después de la ocurrencia del suceso.
- El profesional encargado de emitir concepto a cerca de la evaluación de las edificaciones afectadas por la ocurrencia de suceso naturales debe ser una persona con amplio conocimiento en el área de desempeño, con el fin de evitar conceptos sugestivos que en algunos casos causan problemas en la población afectada.

9. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los profesionales encargados de realizar los avalúos de inmuebles urbanos, solicitar en la visita de verificación del bien inmueble, los documentos exigidos por las curadurías, con el fin de corroborar el cumplimiento de la normatividad sismo-resistente según el mapa de riesgo sísmico del área en donde se construirá la edificación.
- Cuando no es posible contar con la documentación y planos exigidos por la curaduría, se recomienda una cuidadosa observación a los muros de la edificación a la cuales se le hará el respectivo avalúo, con el fin de verificar la uniformidad de los mismos y de esta manera tener la posibilidad de aclarar dudas sobre la utilización de adobe en la construcción de la misma, pues cuando el muro no esta construido en ladrillo y cemento no presenta uniformidad en el acabado.
- Cuando no es posible aclarar la duda con lo planteado en el punto inmediatamente anterior, se recomienda realizar un pequeño apique en un área escondida del bien inmueble con el fin de verificar el tipo de material utilizado para la construcción del mismo.
- Con respecto al sistema de estructura de la edificación, se recomienda que la persona encargada de realiza la visita de verificación del bien inmueble, observe con detenimiento la existencia de columnas no falsas en el mismo, para establecer la existencia de un sistema de estructura portante para las diferentes cargas a las que está sometida la edificación.
- Se recomienda tener especial cuidado en la detención de agrietamientos en muros y pisos, situación que nos indica la posible existencia de asentamientos diferenciales o fallas en la estructura que demandan recursos económicos importantes para su reparación, los cuales deben incidir en el avalúo del bien inmueble.

- Las anteriores recomendaciones se hacen con el fin de ser tenidas en cuenta en el avalúo de los bienes inmuebles.

10. BIBLIOGRAFIA

1. Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente, Bogotá D.C. 1998
2. Ley 400 de 1997.
3. Decreto 926 de 2010.
4. Decreto Ley de 1984.
5. Meli, R. "Ingeniería estructural de edificaciones antiguas" Fundación ICA, Ciudad de México, 1998.
6. Vargas N. J.; Bario la B. J.; Blondet, M. "Resistencia sísmica de la mampostería de adobe", Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú 1984.
7. Juárez Badillo. "Mecánica de suelos", Tomo 1, México, 1985
8. Stulz, R. "Materiales de construcción apropiados" Catálogo de soluciones potenciales. SKAT & IT Publications, Gerrnany, 1993.
9. Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente, Bogota D.C. 1998
10. Alarcón, A., C. E. Bernal, O. D. Cardona, J. Escallón, A. Espinosa, L. E. García (Director),M. Puccini, N. Pulido, E. Rodríguez, A. Sarria, M. Severiche, A. Taboada, y L. Yamín, (1996), Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia, Comité AIS 300 – Amenaza Sísmica, Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, Bogotá, Colombia. (fue publicado posteriormente por el Ingeominas en una edición especial)
11. Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes (Creada por medio de la Ley 400 de 1997) Manual sobre Sismo Resistencia para Funcionarios de Planeación Municipal y otros profesionales de la ingeniería y arquitectura. Documento redactado y aprobado por los miembros de la Comisión Asesora Permanente del Régimen de Construcciones Sismo Resistentes.

Tabla A.2.2.-1 (NSR-10)

Valores de A_a y de A_v, según las regiones
De los mapas de las figuras A.2.3-2 Y A.2.3-3

Región Nº	Valor de A_a o de A_v
10	0.50
9	0.45
8	0.40
7	0.35
6	0.30
5	0.25
4	0.20
3	0.15
2	0.10
1	0.05

Tabla A.2.3.1 (NSR-10)

Nivel de amenaza sísmica según valores de A_a y de A_v

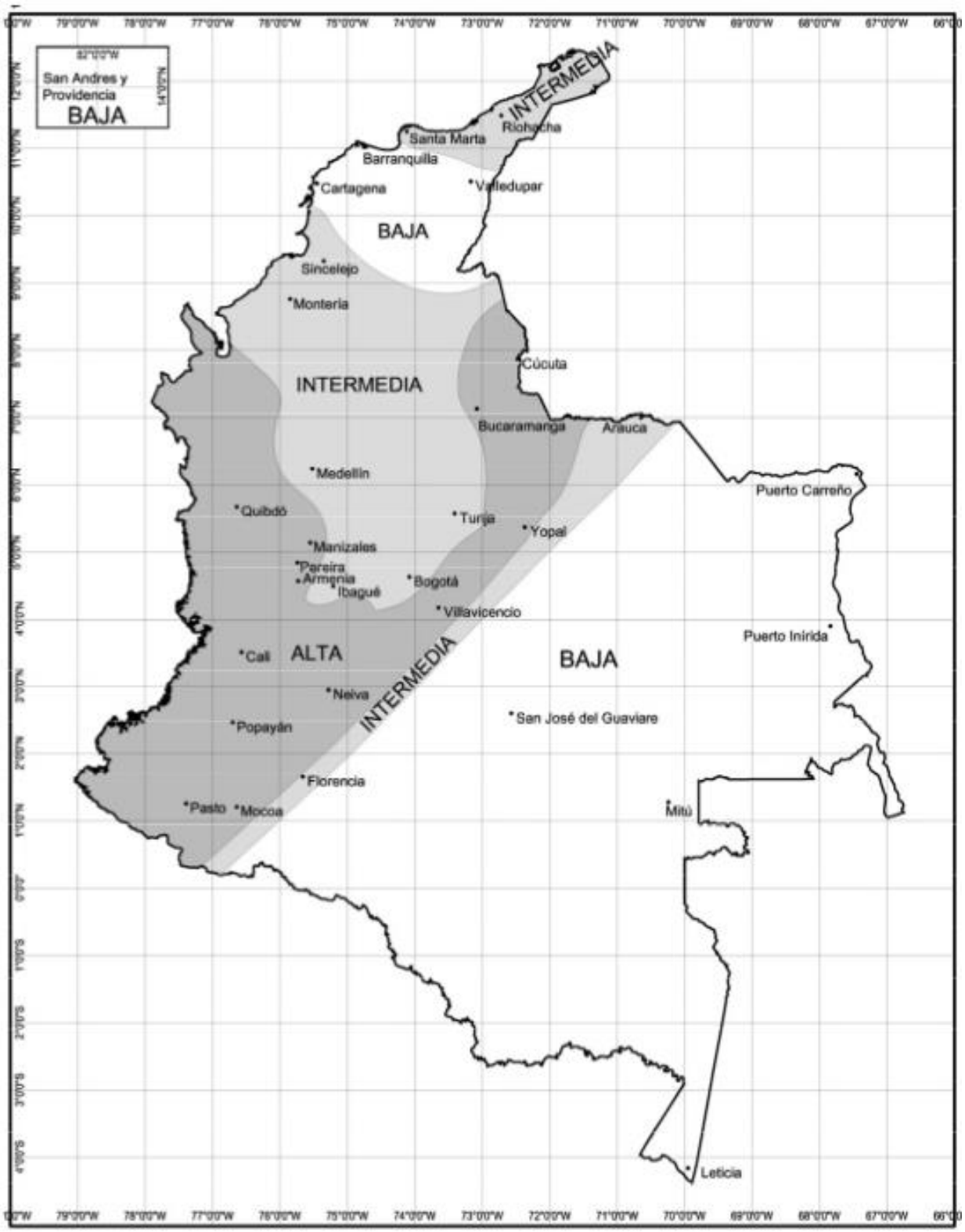
Mayor valor entre A_a y A_v	Asociado en mapas de las figuras A.2.3-2 y A.2.3-3 a Región Nº	Amenaza Sísmica
0.50	10	Alta
0.45	9	Alta
0.40	8	Alta
0.35	7	Alta
0.30	6	Alta
0.25	5	Alta
0.20	4	Intermedia
0.15	3	Intermedia
0.10	2	Baja
0.05	1	Baja

Tabla A.2.3-2 (NSR-10)

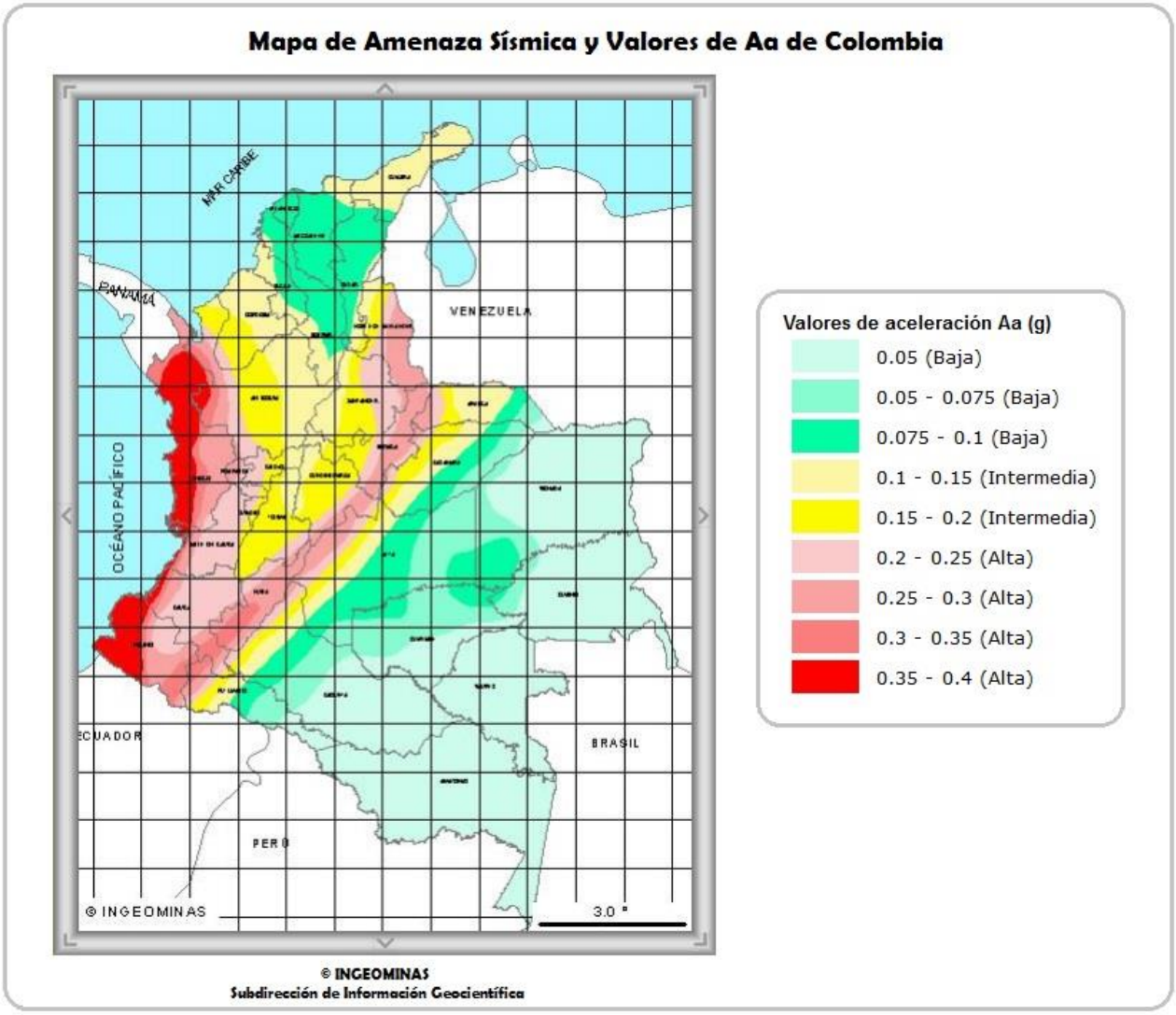
Valor de A_a y de A_v para las ciudades capitales de departamento

Ciudad	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica
Arauca	0.15	0.15	Intermedia
Armenia	0.25	0.25	Alta
Barranquilla	0.10	0.10	Baja
Bogotá D. C.	0.15	0.20	Intermedia
Bucaramanga	0.25	0.25	Alta
Cali	0.25	0.25	Alta
Cartagena	0.10	0.10	Baja
Cúcuta	0.35	0.30	Alta
Florencia	0.20	0.15	Intermedia
Ibagué	0.20	0.20	Intermedia
Leticia	0.05	0.05	Baja
Manizales	0.25	0.25	Alta
Medellín	0.15	0.20	Intermedia
Mitú	0.05	0.05	Baja
Mocoa	0.30	0.25	Alta
Montería	0.10	0.15	Intermedia
Neiva	0.25	0.25	Alta
Pasto	0.25	0.25	Alta
Pereira	0.25	0.25	Alta
Popayán	0.25	0.20	Alta
Puerto Carreño	0.05	0.05	Baja
Puerto Inírida	0.05	0.05	Baja
Quibdó	0.35	0.35	Alta
Riohacha	0.10	0.15	Intermedia
San Andrés, Isla	0.10	0.10	Baja
Santa Marta	0.15	0.10	Intermedia
San José del Guaviare	0.05	0.05	Baja
Sincelejo	0.10	0.15	Intermedia
Tunja	0.20	0.20	Intermedia
Valledupar	0.10	0.10	Baja
Villavicencio	0.35	0.30	Alta
Yopal	0.30	0.20	Alta

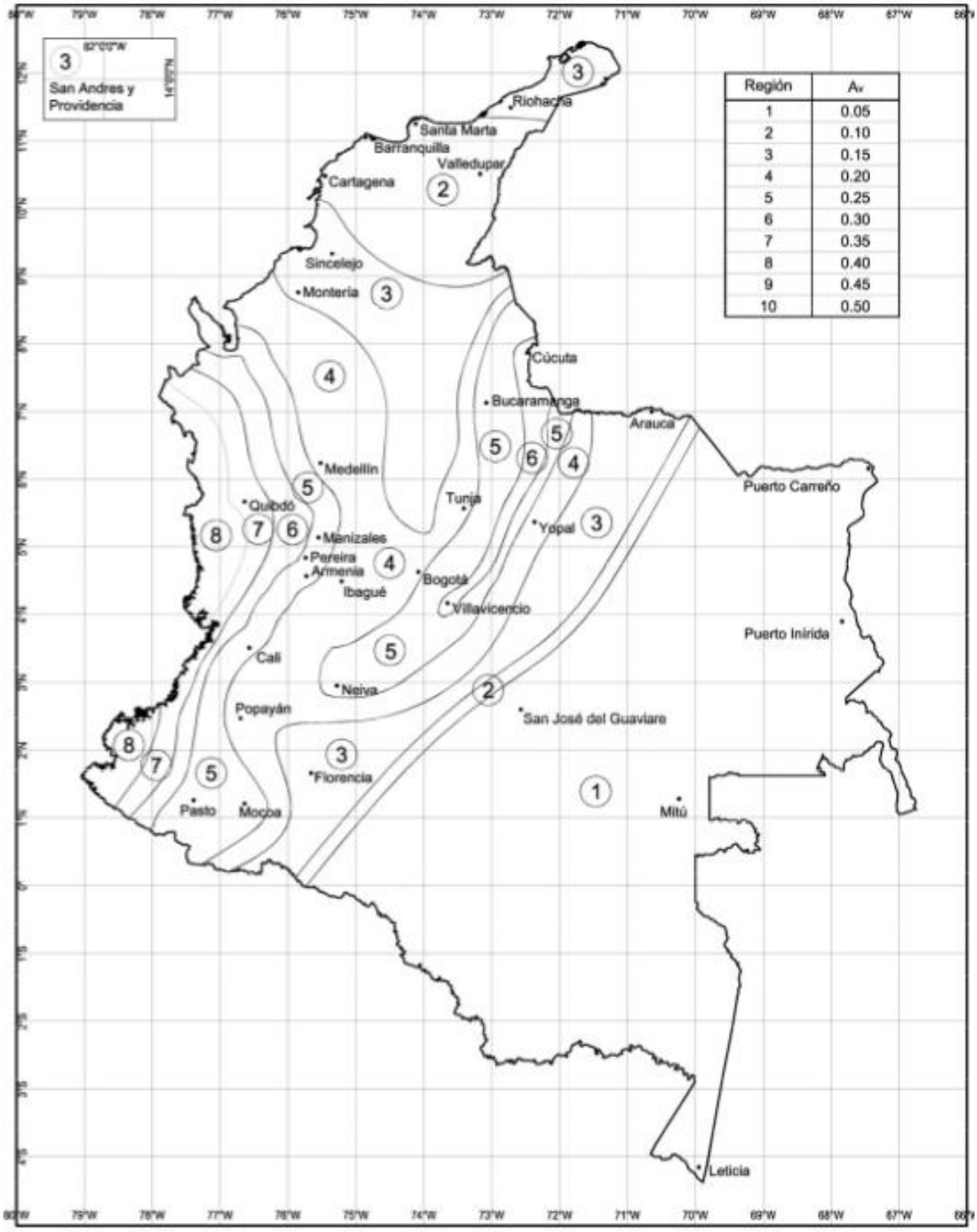
Zonas de amenaza sísmica y movimientos sísmicos de diseño (NSR-10)



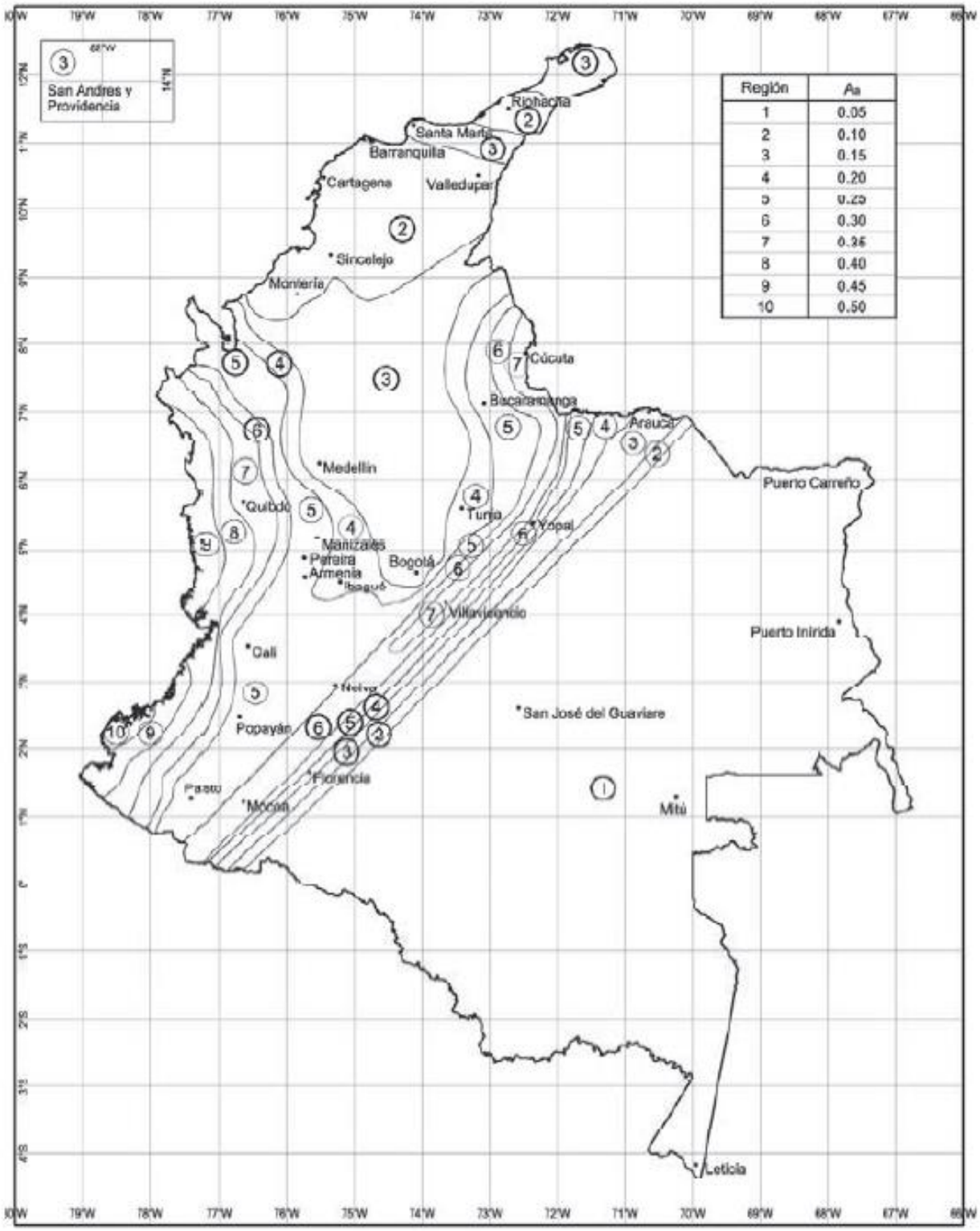
Mapa de Amenaza sísmica y Valores de Aa de Colombia



Zonas de amenaza sísmica y movimientos sísmicos de diseño



Mapa de valores de Aa



11. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Tomados los términos de las siguientes fuentes bibliográficas: Según (Russell, 2008) y (NSR-10, 2010).

- **Amenaza sísmica**: Es el valor esperado de futuras acciones sísmicas en el sitio de interés y se cuantifica en términos de una aceleración horizontal del terreno esperada, que tiene una probabilidad de excedencia dada en un lapso de tiempo predeterminado
- **Amortiguamiento:** Pérdida de energía en un movimiento ondulatorio.
- **Análisis dinámico elástico**: Tipo de análisis dinámico en el cual las propiedades de rigidez y resistencia de la estructura permanecen dentro del rango de respuesta lineal.
- **Análisis dinámico inelástico**: Tipo de análisis dinámico en el cual se tiene en cuenta que las propiedades de rigidez y resistencia de la estructura pueden salirse del rango de respuesta lineal y entrar en el rango de respuesta inelástica.
- **Análisis espectral:** Tipo de análisis dinámico modal en el cual la respuesta dinámica máxima de cada modo se obtiene utilizando la ordenada del espectro, correspondiente al período de vibración del modo.
- **Análisis modal:** Procedimiento de análisis dinámico por medio del cual la respuesta dinámica de la estructura se obtiene como la superposición de las respuestas de los diferentes modos, o formas de vibración.
- **Base**: Es el nivel en el que los movimientos sísmicos son transmitidos a la estructura o el nivel en el que la estructura, considerada como un oscilador, está apoyada.

- **Calidad en la construcción** : Edificación que cumple con los estándares de diseño y construcción y de buenas prácticas constructivas, así como el fiel cumplimiento de las especificaciones y requerimientos que pueda tener un proyecto.
- **Capacidad de disipación de energía:** Es la capacidad que tiene un sistema estructural, un elemento estructural, o una sección de un elemento estructural, de trabajar dentro del rango inelástico de respuesta sin perder su resistencia.
- **Carga muerta:** Cargas de magnitud constante que permanecen en una sola posición. Ejemplos: el peso de muros, pisos, techos, plomería, accesorios, marcos estructurales, etcétera.
- **Cargas de servicio:** Cargas reales que se suponen aplicadas a una estructura cuando está en servicio (llamadas también cargas de trabajo).
- **Cargas de trabajo:** Cargas reales aplicadas a una estructura cuando está en servicio (llamadas también cargas de servicio).
- **Cargas vivas:** Cargas que cambian de posición y de magnitud. Éstas se mueven o son movidas. Ejemplos: camiones, gente, viento, lluvia, sismos, cambios de temperatura, etcétera.
- **Categoría de diseño sísmico:** Una clasificación dada a una estructura basada en su categoría de ocupación y la severidad del movimiento del suelo del sismo de diseño en el lugar.
- **Centroide plástico de columnas:** Posición de la fuerza resultante producida por el acero y el concreto.
- **Columnas cortas:** Columnas con relaciones de esbeltez tan pequeñas que los momentos secundarios resultan despreciables.

- **Columnas esbeltas (o columnas largas):** Columnas con relaciones de esbeltez suficientemente grandes para que los momentos secundarios las debiliten apreciablemente.
- **Concreto:** Mezcla de arena, grava, roca triturada u otros agregados, unidos por medio de una pasta de cemento y agua con consistencia de piedra.
- **Concreto monolítico:** Concreto colado en una sola pieza o en diferentes operaciones, pero con juntas de construcción apropiadas.
- **Concreto premezclado:** Concreto mezclado en una planta de concreto y luego transportado a la obra.
- **Concreto reforzado:** Combinación de concreto y refuerzo de acero, donde el acero suministra la resistencia a tensión que falta en el concreto. (El refuerzo de acero también puede usarse para resistir fuerzas de compresión.)
- **Diseño Estructural Sismorresistente:** Aquel diseño que partiendo de una arquitectura específica busca el más óptimo sistema estructural que sea capaz de resistir la fuerza del sismo máximo esperado de una región o país. Para ello es importante que la estructuración sea profundamente plasmada y sea capaz de dar rigidez lateral a las edificaciones en sus dos direcciones principales.
- **Diseño por esfuerzos de trabajo**: Método de diseño en el que los miembros de una estructura se dimensionan de tal manera que las cargas muertas y vivas estimadas no generan esfuerzos elásticos mayores a ciertos valores específicos. Al método también se le llama Método de diseño por esfuerzos permisibles, método de diseño elástico, o método de diseño por cargas de servicio.

- **Diseño por resistencia**: Método de diseño en el que las cargas muertas y vivas estimadas se multiplican por ciertos factores de carga o de seguridad. Las así llamadas cargas factorizadas resultantes se usan para dimensionar los miembros.
- **Estado de servicio:** Se refiere al comportamiento de las estructuras bajo cargas normales de servicio y tiene que ver con deflexiones, vibraciones, agrietamiento y deslizamiento.
- **Factor de carga:** Factor generalmente mayor que uno, que se multiplica por una carga de servicio o de trabajo para proporcionar un factor de seguridad.
- **Losa en una dirección:** Losa diseñada para flexionarse en una dirección.
- **Módulo de elasticidad:** Relación del esfuerzo a la deformación unitaria en los materiales elásticos. Entre mayor es su valor, menores serán las deformaciones en un miembro.
- **Patología estructural**: La patología de edificaciones es el estudio metódico de los defectos presentados en los edificios con el objetivo de comprender sus causas, síntomas y tratamientos. Esto debe realizarse porque de no hacerlo viene el deterioro progresivo del edificio hasta su posible colapso. Esto requiere de un examen e investigación de los edificios desde un punto de vista holístico. Por eso es importante la comprensión de cómo los edificios son diseñados, construidos, utilizados y modificados, así como los diversos mecanismos por los cuales sus materiales que los constituyen pueden ser afectados por el medioambiente. . Estudio metódico de los defectos presentados en los edificios con el objetivo de comprender sus causas, síntomas y tratamientos, que requiere de un examen e investigación de los edificios desde un punto de vista holístico para advertir sus procesos patológicos y proponer su acertada intervención.

- **Recubrimiento**: Capa protectora de concreto sobre las varillas de refuerzo para protegerlas contra el fuego y la corrosión.

- Vulnerabilidad sísmica: Grado de daño que sufriría una estructura debido a un evento sísmico de determinadas características. De este modo las estructuras se pueden calificar en “más vulnerables” o “menos vulnerables” ante un evento sísmico. Es una propiedad intrínseca a la misma, y además, es independiente de la peligrosidad del lugar.