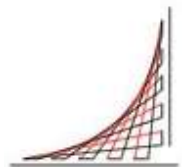


Maestría en Ingeniería Civil

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA DETERMINAR LOS COEFICIENTES DE
REDUCCIÓN DE RESISTENCIA ϕ_c Y ϕ_e DE LA NSR-10 EN ESTRUCTURAS DE
CONCRETO REFORZADO

Jenny Paola Zuluaga Arias



Bogotá, D.C., 11 de Diciembre de 2019

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA DETERMINAR LOS COEFICIENTES DE
REDUCCIÓN DE RESISTENCIA ϕ_c Y ϕ_e DE LA NSR-10 EN ESTRUCTURAS DE
CONCRETO REFORZADO

Tesis para optar al título de magíster en Ingeniería Civil, con énfasis en
estructuras.

Director: Luis Enrique Aycardi Fonseca

Jurados:

Pedro Nel Quiroga Saavedra

Sandra Rocío Jerez Barbosa

Bogotá, D.C., 11 de Diciembre de 2019

La tesis de maestría titulada “PROPUESTA METODOLÓGICA PARA DETERMINAR LOS COEFICIENTES DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA ϕ_c Y ϕ_e DE LA NSR-10 EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO”, presentada por Jenny Paola Zuluaga Arias, cumple con los requisitos establecidos para optar al título de Magíster en Ingeniería Civil con énfasis en estructuras.

Director: Luis Enrique Aycardi Fonseca

Jurados:

Pedro Nel Quiroga Saavedra

Sandra Rocío Jerez Barbosa

Bogotá, D.C., 11 de Diciembre de 2019

RESUMEN

Con la ley 400 de 1997 que posteriormente dio origen al Reglamento Colombiano de Construcción Sismoresistente de 1998, se estableció la obligatoriedad de evaluar la vulnerabilidad sísmica de algunas edificaciones existentes. Para eso se debe determinar la resistencia efectiva (N_{ef}), cuyo valor se obtiene multiplicando la resistencia existente (N_{ex}) por el coeficiente de reducción de resistencia por calidad del diseño y construcción de la estructura (Φ_c) y por el estado de la estructura (Φ_e).

La NSR-10 plantea que la calificación para la obtención de los coeficientes debe realizarse de una manera totalmente cualitativa, sin embargo, se considera necesario proponer una metodología para determinar los valores de Φ_c y Φ_e basada en unos criterios numéricos definidos. En esta tesis se propone un método semicuantitativo para seleccionar dichos coeficientes.

Existen diversas normas, metodologías y documentos con diferentes procedimientos para determinar la resistencia actual de una estructura existente como el FEMA356, ATC 40, FEMA 310, entre otros, sin embargo, ninguno de ellos presenta una metodología para la determinación de los coeficientes de reducción de resistencia.

En la metodología propuesta para definir el coeficiente Φ_c se tuvo en cuenta la influencia de las características de:

- Sistema estructural
- Cimentación
- Información Previa

Y para el caso de la definición del coeficiente Φ_e se tuvo en cuenta la detección de:

- Patologías constructivas
- Patologías no constructivas

Se visitaron cinco estructuras, se determinaron los coeficientes de reducción de resistencia de manera cualitativa como lo indica la NSR-10, se aplicó la metodología utilizando el

formato diseñado y finalmente se compararon los resultados obtenidos por los dos procedimientos.

Analizando los resultados de resistencia efectiva obtenidos por los dos métodos se concluyó que hay factores que no se tienen presentes al realizar la calificación cualitativa que recomienda el reglamento, pues esta puede ser muy subjetiva y no existe una guía para calificar aspectos importantes que pueden ser determinantes en el comportamiento de la estructura. Adicionalmente, se identificó que al hacer una calificación cualitativa algunas patologías menores que no afectan el comportamiento de la estructura inducen al evaluador a calificar mal la estructura. En la metodología propuesta se califican de manera más objetiva las lesiones patológicas y todos los parámetros significativos, de acuerdo con su implicación en la respuesta estructural de la edificación, obteniendo así un resultado numérico único para cada estructura. La importancia de cada parámetro incluido en la metodología propuesta se validó consultando a un panel de expertos de reconocida trayectoria profesional en el país.

ÍNDICE GENERAL

1. CAPITULO 1.....	12
1.1. INTRODUCCIÓN.....	12
1.2. MARCO TEÓRICO	15
1.2.1. REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR10.....	15
1.2.2. FEMA 356 (ASCE 4106) - PRESTANDARD AND COMMENTARY FOR THE SEISMIC REHABILITATION OF BUILDINGS.....	19
1.2.3. ATC 40 - SEISMIC EVALUATION AND RETROFIT OF CONCRETE BUILDINGS	22
1.2.4. FEMA 310 / FEMA 178 – Handbook for the Seismic Evaluation of Buildings 26	
1.2.5. OTRA BIBLIOGRAFÍA DEL TEMA	31
2. CAPITULO 2.....	33
2.1. METODOLOGÍA.....	33
2.1.1. Recopilación de bibliografía.....	33
2.1.2. Análisis de la bibliografía recopilada:.....	33
2.1.3. Determinación de criterios y de los nuevos intervalos para determinación de los coeficientes de reducción de resistencia Φ_c y Φ_e :	34
Tabla 9 Nuevos rangos definidos para la determinación de Φ_c y Φ_e	38
2.1.4. Encuestas y validación del porcentaje de importancia	38
2.1.5. Elaboración de un formato para la aplicación de la metodología	39
2.1.6. Elaboración del formato de campo	39
2.1.7. Visita a cinco edificaciones	41
2.1.8. Informe de visita a las estructuras y aplicación de la metodología propuesta 42	
2.1.9. Elaboración del documento	43
2.2. DEFINICIÓN DE CRITERIOS Y FACTORES DE PONDERACIÓN	44
2.2.1. Definición de criterios	44
2.2.2. Definición inicial de los coeficientes de ponderación.....	45

2.2.3.	Determinación de los coeficientes de ponderación según el criterio de los expertos	48
2.2.4.	Determinación definitiva de coeficientes de importancia	51
2.2.5.	Definición de nuevos intervalos	53
	Tabla 18 Nuevos rangos definidos para la determinación de Φ_c y Φ_e	53
2.3.	INFORME DE VISITA Y APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA	53
2.3.1.	INFORME ESTRUCTURA 1	54
2.3.2.	INFORME ESTRUCTURA 2	66
2.3.3.	INFORME ESTRUCTURA 3	79
2.3.4.	INFORME ESTRUCTURA 4	89
2.3.5.	INFORME ESTRUCTURA 5	98
3.	RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES	108
3.1.	RECOMENDACIONES	108
3.2.	CONCLUSIONES	109
3.3.	BIBLIOGRAFÍA	111
4.	ANEXOS	112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Valores de Φ_c y Φ_e (Tabla A.10.4-1 NSR-10).....	13
Tabla 2 – Valores porcentuales de N_{ef} para diferentes combinaciones de Φ_c y Φ_e	13
Tabla 3 – Valores de Φ_c y Φ_e (Tabla A.10.4-1 NSR-10).....	16
Tabla 4. Factor de conocimiento K (FEMA 356) (Tomada del FEMA 356).....	20
Tabla 5. Nivel de rendimiento de la estructura (Tomado del ATC 40 - Traducción propia)23	
Tabla 6. Selección de tabla de recolección de datos (Tomado del ATC 40 -Traducción propia)	24
Tabla 7 Listas de chequeo requeridas para una evaluación de alcance 1 (Tabla 3-2 del FEMA 310 - Traducción propia).	27
Tabla 8 Bibliografía de interés.	32
Tabla 9 Nuevos rangos definidos para la determinación de Φ_c y Φ_e	38
Tabla 10. Primera propuesta de los coeficientes de ponderación – Φ_c	46
Tabla 11. Primera propuesta de los coeficientes de ponderación – Φ_e	47
Tabla 12. Resultados de las encuestas – Φ_c	48
Tabla 13. Resultados de las encuestas – Φ_e	49
Tabla 14. Coeficientes de importancia según encuesta realizada a expertos – Φ_c	50
Tabla 15. Coeficientes de importancia según encuesta realizada a expertos – Φ_e	51
Tabla 16. Coeficientes de importancia seleccionados – Φ_c	52
Tabla 17. Coeficientes de importancia seleccionados – Φ_e	52
Tabla 18 Nuevos rangos definidos para la determinación de Φ_c y Φ_e	53
Tabla 19. Valor de Φ_c y Φ_e , según NSR-10.....	62
Tabla 20. Valor de Φ_c y Φ_e , según metodología.....	65
Tabla 21. Valor de Φ_c y Φ_e , según NSR-10.....	75
Tabla 22. Valor de Φ_c y Φ_e , según metodología.....	78
Tabla 23. Valor de Φ_c y Φ_e , según NSR-10.....	84
Tabla 24. Valor de Φ_c y Φ_e , según metodología.....	88
Tabla 25 Coeficientes Φ_c y Φ_e , según NSR-10	93
Tabla 26 Coeficientes Φ_c y Φ_e , según metodología	97
Tabla 27 Coeficientes Φ_c y Φ_e , según NSR-10	103

Tabla 28 Coeficientes Φ_c y Φ_e , según metodología 106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Procedimiento para determinar la Resistencia efectiva N_{ef} , según NSR 10 (Elaboración propia).....	18
Figura 2. Procedimiento para determinar la Resistencia efectiva Q , según el FEMA 356 (Elaboración propia).....	21
Figura 3. Procedimiento para realizar el análisis estructural de una estructura existente, según el ATC 40 (Elaboración propia).	25
Figura 4. Procedimiento para realizar el análisis estructural de una estructura existente, según el FEMA 310 (Elaboración propia).....	30

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 - FORMATO DE ENCUESTA A EXPERTOS	113
Anexo 2 - FORMATO PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA.....	117
Anexo 3 - FORMATO DE INSPECCIÓN.....	124
Anexo 4 - FORMATO DE INSPECCIÓN – ESTRUCTURA 1.....	133
Anexo 5 - DETERMINACIÓN ϕ_c – ESTRUCTURA 1	136
Anexo 6 - DETERMINACIÓN ϕ_e – ESTRUCTURA 1	138
Anexo 7 - FORMATO DE INSPECCIÓN – ESTRUCTURA 2.....	140
Anexo 8 - DETERMINACIÓN ϕ_c – ESTRUCTURA 2	143
Anexo 9 - DETERMINACIÓN ϕ_e – ESTRUCTURA 2	145
Anexo 10 - FORMATO DE INSPECCIÓN – ESTRUCTURA 3.....	147
Anexo 11 - DETERMINACIÓN ϕ_c – ESTRUCTURA 3	150
Anexo 12 - DETERMINACIÓN ϕ_e – ESTRUCTURA 3	152
Anexo 13 - FORMATO DE INSPECCIÓN – ESTRUCTURA 4.....	154
Anexo 14 - DETERMINACIÓN ϕ_c – ESTRUCTURA 4	157
Anexo 15 - DETERMINACIÓN ϕ_e – ESTRUCTURA 4	159
Anexo 16 - FORMATO DE INSPECCIÓN – ESTRUCTURA 5.....	161
Anexo 17 - DETERMINACIÓN ϕ_c – ESTRUCTURA 5	164
Anexo 18 - DETERMINACIÓN ϕ_e – ESTRUCTURA 5.....	166

1. CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1.INTRODUCCIÓN

Con la ley 400 de 1997 que posteriormente dio origen al Reglamento Colombiano de Construcción Sismoresistente de 1998, se estableció la obligatoriedad de evaluar la vulnerabilidad sísmica de algunas edificaciones existentes. Posteriormente con la actualización realizada en el 2010 se introdujeron algunos cambios en el proceso de la evaluación de esta vulnerabilidad. Las estructuras a las cuales se les debe realizar un estudio de vulnerabilidad con el fin de determinar el estado de los elementos estructurales y no estructurales y así establecer si requieren o no una obra de reforzamiento son las siguientes:

- Estructuras pertenecientes a los grupos de uso III y IV
- Cuando se piense realizar una modificación o ampliación de la edificación.
- Aquellas en las que se planea implementar un cambio de uso.
- Cuando el propietario así lo desee.

Para realizar este estudio de vulnerabilidad es necesario seguir el procedimiento establecido en el Capítulo A-10 de la NSR-10 "Evaluación e Intervención de Edificaciones construidas antes de la vigencia de la presente versión del Reglamento".

Uno de los pasos más importantes de este proceso de evaluación de la estructura es determinar la resistencia actual del sistema estructural. Como se explica en la sección A.10.4 de la NSR-10 "Criterios de Evaluación de la Estructura Existente" para obtener el valor de la resistencia efectiva o actual (N_{ef}) de los elementos de una estructura, es necesario multiplicar la resistencia existente (N_{ex}) por el coeficiente de reducción de resistencia por calidad del diseño y construcción de la estructura (Φ_c) y por el coeficiente de reducción de resistencia por estado de la estructura (Φ_e), Ver Ecuación 1.

Ecuación 1 $N_{ef} = \Phi_c * \Phi_e * N_{ex}$

En la sección A.10.2 "Estudios e Investigaciones Requeridas" se realiza una descripción de los factores que deben tenerse en cuenta para determinar estos coeficientes, los cuales dependerán del estado actual y de la calidad del diseño y de la construcción de la edificación. Actualmente se califica la estructura en tres categorías y según esta calificación se asigna un valor a los coeficientes de reducción de resistencia, estos valores se muestran en la Tabla 1.

Calidad del diseño y la construcción, o del estado de la edificación			
	Buena	Regular	Mala
Φ_c o Φ_e	1.00	0.80	0.60

Tabla 1 – Valores de Φ_c y Φ_e (Tabla A.10.4-1 NSR-10)

Al utilizar la Ecuación 1 se obtienen los siguientes valores de resistencia efectiva (N_{ef}) para diferentes combinaciones de los coeficientes de reducción de resistencia Φ_c y Φ_e .

N_{ex}	Φ_c	Φ_e	N_{ef}
100%	1.00	1.00	100%
100%	1.00	0.80	80%
100%	1.00	0.60	60%
100%	0.80	1.00	80%
100%	0.80	0.80	64%
100%	0.80	0.60	48%
100%	0.60	1.00	60%
100%	0.60	0.80	48%
100%	0.60	0.60	36%

Tabla 2 – Valores porcentuales de N_{ef} para diferentes combinaciones de Φ_c y Φ_e .

En la Tabla 2 se observa que para valores de Φ_c y Φ_e iguales a 0.6, se obtiene un valor de resistencia efectiva igual a 0.36 veces la resistencia existente, lo cual dicho de otro modo, significa que la reducción de resistencia de la estructura es de un 64%. Lo anterior resalta la importancia de adoptar un valor adecuado de estos coeficientes para así llevar a cabo un

apropiado proceso de evaluación de la vulnerabilidad sísmica de una edificación, ya que la selección de un valor u otro de Φ_c y Φ_e puede determinar resultados completamente diferentes.

Según lo planteado en la NSR-10 la calificación de la estructura debe realizarse de una manera totalmente cualitativa. Sin embargo, con lo mostrado anteriormente se considera necesario proponer una metodología para determinar los valores de Φ_c y Φ_e basada en unos criterios claramente definidos con la cual la selección de estos coeficientes se pueda realizar de una manera objetiva. En la realización de este trabajo de grado se utiliza un método semicuantitativo para la selección de estos coeficientes, siguiendo los requerimientos planteados en el numeral A.10.2 “Estudios e Investigaciones Requeridas” de la NSR-10; dentro de los criterios de evaluación a tener en cuenta se encuentran patologías constructivas y no constructivas, información existente, sistema estructural y otros que serán detallados en el marco teórico de este trabajo.

Posteriormente se deben evaluar los criterios definidos y se califica cada uno para finalmente ponderar todos estos resultados y obtener una evaluación de la estructura según los criterios de calidad del diseño y construcción y estado actual, dando un valor numérico de los coeficientes Φ_c y Φ_e . Adicionalmente, se plantea ampliar las categorías de calificación de la estructura propuestas por la NSR-10 en la tabla A.10.4-1, pues se considera que con solo tres rangos se puede obtener una calificación que no sea representativa de la realidad de la estructura.

Actualmente existen metodologías orientadas a evaluar la vulnerabilidad de la estructura posterior a la ocurrencia de eventos sísmicos, eventos de remoción en masa, inundación y otros, sin embargo, no existe ninguna metodología enfocada directamente al cálculo de los coeficientes Φ_c y Φ_e , que es lo que busca este trabajo de grado.

A continuación, se muestra el trabajo realizado para obtener la “Propuesta Metodológica para Determinar los Coeficientes de Reducción de Resistencia Φ_c y Φ_e de la NSR-10”

1.2. MARCO TEÓRICO

Existen diversas normas, metodologías y documentos en el mundo que definen diferentes procedimientos a seguir para determinar la resistencia actual de una estructura existente.

El principal objetivo de estas evaluaciones es establecer si las condiciones actuales de la edificación permiten resistir las solicitaciones a las que se ve sometida.

A continuación, se hace un breve resumen de los principales documentos consultados para el desarrollo de esta tesis.

1.2.1. REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR10

En la sección A-10 "*Evaluación e Intervención de Edificaciones construidas antes de la vigencia de la presente versión del Reglamento*", del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, actualización del año 2017, correspondiente al decreto 945, se indica el procedimiento a seguir para determinar la resistencia efectiva o actual de una estructura (N_{ef}).

La sección A.10.4 del reglamento NSR-10 "*Criterios de Evaluación de la Estructura Existente*" indica que para obtener el valor de la resistencia efectiva o actual (N_{ef}) de una estructura, es necesario utilizar la Ecuación 2.

$$\text{Ecuación 2} \quad N_{ef} = \Phi_c * \Phi_e * N_{ex}$$

Donde, (N_{ex}) Resistencia existente.

(Φ_c) Coeficiente de reducción de resistencia por calidad del diseño y construcción de la estructura.

(Φ_e) Coeficiente de reducción de resistencia por estado de la estructura.

Los coeficientes (Φ_c) y (Φ_e) pueden tener tres valores según la calificación que el ingeniero responsable del estudio de vulnerabilidad le asigne a la estructura, como se indica en la Tabla 3. Esta evaluación se realiza de una manera totalmente cualitativa, según el criterio

del ingeniero, siguiendo las recomendaciones de la sección A.10.2 "Estudios e Investigaciones Requeridas".

Calidad del diseño y la construcción, o del estado de la edificación			
	Buena	Regular	Mala
Φ_c o Φ_e	1.00	0.80	0.60

Tabla 3 – Valores de Φ_c y Φ_e (Tabla A.10.4-1 NSR-10)

A continuación, se indican algunos de los factores que deben ser tenidos en cuenta, según la sección A.10.2 "Estudios e Investigaciones Requeridas", para calificar la estructura.

- **Información Previa:** Realizar una investigación para recolectar información existente de la estructura, que pueda aportar datos importantes al momento de evaluar la vulnerabilidad de esta. Dentro de la información de importancia que se pueda encontrar se tiene la siguiente:
 - Memorias de cálculo de la estructura y cimentación.
 - Planos de diseño.
 - Planos de remodelación o reforzamientos previos de ser el caso.
 - Registros de fallas en la estructura.
 - Registros de asentamientos en la cimentación.
 - Ocurrencia previa de eventos sísmicos.
 - Cambios de uso o remodelaciones.

Cuando se cuente con los documentos requeridos debe comprobarse la concordancia entre los diseños y la construcción.

- **Estado del sistema estructural:** Para evaluar este parámetro se debe tener en cuenta la calidad del diseño y la construcción de la estructura, y el estado actual de esta.

Calidad del diseño y la construcción

- Registros de interventoría

- Ensayos realizados
- Distribuciones irregulares de la masa o la rigidez
- Equipos utilizados para la construcción

Estado actual de la estructura

- Patologías post-sismo
- Patologías por funcionamiento
- Patologías por deficiencias constructivas.

La Figura 1 muestra un paso a paso del proceso que se debe realizar para determinar la resistencia efectiva (N_{ef}), según la NSR-10.

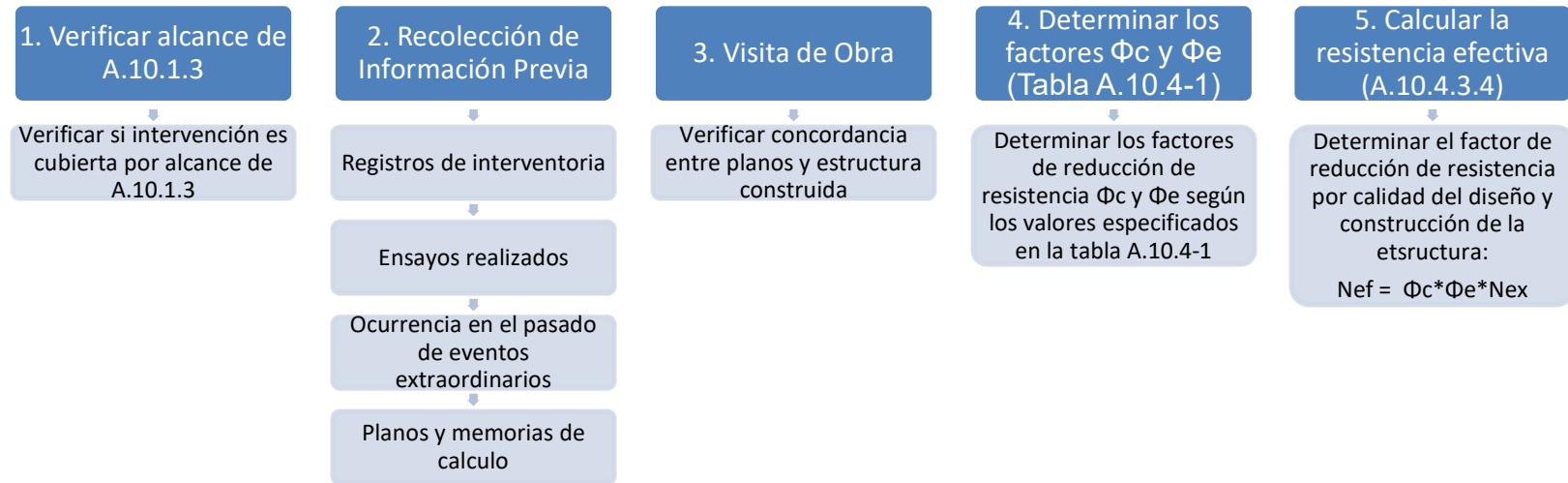


Figura 1. Procedimiento para determinar la Resistencia efectiva N_{ef} , según NSR 10 (Elaboración propia).

1.2.2. FEMA 356 (ASCE 4106) - PRESTANDARD AND COMMENTARY FOR THE SEISMIC REHABILITATION OF BUILDINGS

El procedimiento del reglamento NSR-10 tiene una gran similitud con el procedimiento establecido por el FEMA 356. Sobre este reglamento existe un trabajo de grado del Ingeniero Fredy Olejua, de la Escuela Colombiana De Ingeniería Julio Garavito, "Propuesta de traducción y adaptación a Colombia de la Norma ASCE/SEI 4106 Seismic Rehabilitation of existing buildings", del año 2013.

El documento enlista las siguientes limitaciones que deben ser tenidas en cuenta al realizar la rehabilitación de una estructura:

- No debe reducir el comportamiento actual.
- No debe crear una nueva irregularidad.
- No debe resultar en un incremento de las fuerzas sísmicas.
- Todos los elementos nuevos deben ser vinculados a la estructura existente.

El siguiente es el procedimiento que se debe seguir para realizar el estudio:

- a) **Consideraciones iniciales:** Características estructurales, zona de amenaza sísmica, uso, consideraciones económicas, riesgos sociales.
- b) **Seleccionar el objetivo de la rehabilitación:** El objetivo de la rehabilitación debe ser seleccionado por el propietario de la estructura y consiste en clasificar la estructura en uno de los siguientes niveles de desempeño:
 - Ocupación Inmediata (S1)
 - Control de Daños (S2)
 - Seguridad de la Vida (S3)
 - Seguridad Limitada (S4)
 - Prevención del Colapso (S5)
 - No Considerado (S6)
- c) **Recolectar la información de la construcción:** Se debe obtener información de los elementos estructurales y no estructurales, planos, especificaciones y cualquier documento de la construcción, que pueda

aportar información relevante al estudio. Estos documentos deben ser verificados en obra mediante inspección y ensayos destructivos y no destructivos.

Durante la visita se deben verificar las condiciones de exposición de la estructura, configuración estructural, condiciones de la cimentación, estructuras adyacentes, la existencia de estudios previos y de ser posible realizar una entrevista a los propietarios.

De toda esta información recolectada resulta un factor de conocimiento K. Ver Tabla 4.

Table 2-1 Data Collection Requirements

Data	Level of Knowledge							
	Minimum		Usual				Comprehensive	
Rehabilitation Objective	BSO or Lower		BSO or Lower		Enhanced		Enhanced	
Analysis Procedures	LSP, LDP		All		All		All	
Testing	No Tests		Usual Testing		Usual Testing		Comprehensive Testing	
Drawings	Design Drawings	Or Equivalent	Design Drawings	Or Equivalent	Design Drawings	Or Equivalent	Construction Documents	Or Equivalent
Condition Assessment	Visual	Comprehensive	Visual	Comprehensive	Visual	Comprehensive	Visual	Comprehensive
Material Properties	From Drawings or Default Values	From Default Values	From Drawings and Tests	From Usual Tests	From Drawings and Tests	From Usual Tests	From Documents and Tests	From Comprehensive Tests
Knowledge Factor (K)	0.75	0.75	1.00	1.00	0.75	0.75	1.00	1.00

Tabla 4. Factor de conocimiento K (FEMA 356) (Tomada del FEMA 356)

Este factor de conocimiento expresa la comprensión que se tiene de la estructura y su obtención se basa en la calidad y cantidad de la información recolectada, como se indica en la tabla anterior.

Una vez obtenido este factor, se puede obtener la capacidad de la estructura mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación 3 } Q = K * Q_{cl} \quad \text{Donde, } (Q_{cl}) \text{ Resistencia existente.}$$

(K) Factor de conocimiento.

La Figura 2 muestra un paso a paso del proceso a realizar para determinar la resistencia efectiva (Q), según el FEMA 356.

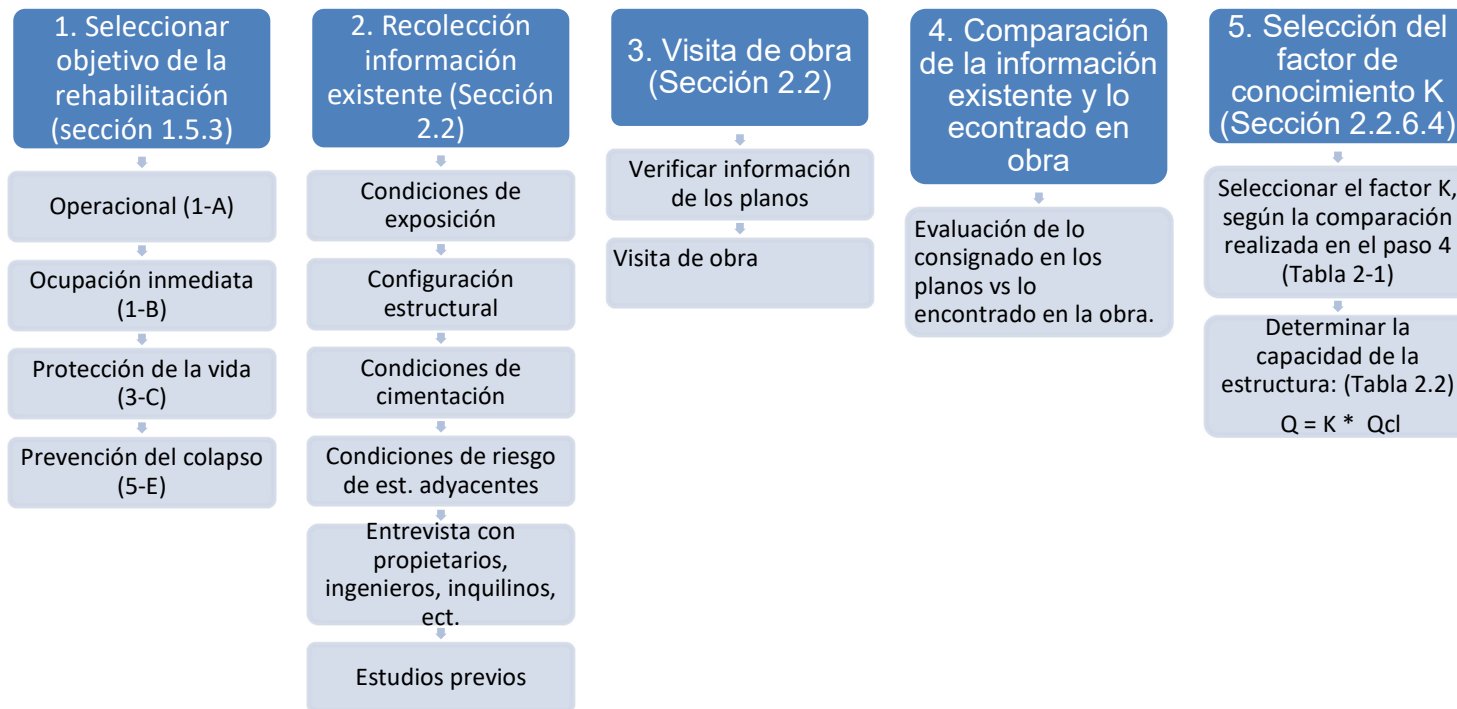


Figura 2. Procedimiento para determinar la Resistencia efectiva Q, según el FEMA 356 (Elaboración propia).

1.2.3. ATC 40 - SEISMIC EVALUATION AND RETROFIT OF CONCRETE BUILDINGS

El ATC 40, de Noviembre del año 1996, define el siguiente procedimiento para llevar a cabo la evaluación de la resistencia actual y reforzamiento de una estructura de concreto:

- d) **Verificación de requerimientos:** Se realiza una verificación de todos los requerimientos del proyecto (arquitectura, legales, ingeniería), después se debe seleccionar el profesional adecuado.
- e) **Establecer el objetivo del estudio:** Para establecer el objetivo del estudio, se selecciona un nivel de desempeño para los elementos estructurales y un nivel de desempeño para los elementos no estructurales.

A continuación, se enlistan los niveles de desempeño para los elementos estructurales:

- SP1: Ocupación inmediata
- SP2: Control de daños
- SP3: Seguridad de la vida
- SP4: Seguridad limitada
- SP5: Estabilidad estructural
- SP6: No considerado

A continuación, se enlistan los niveles de desempeño para los elementos no estructurales:

- NPA: Operacional
- NPB: Ocupación inmediata
- NPC: Seguridad de la vida
- NPD: Reducción de riesgos
- NPE: No considerado

Una vez se determinan los niveles de desempeño de los elementos estructurales y no estructurales, se procede a determinar el nivel de desempeño de la estructura, como se indica en la Tabla 5.

Nivel de desempeño de la estructura						
Nivel de desempeño de elementos no estructurales	Nivel de desempeño de elementos estructurales					
	SP-1 Ocupación inmediata	SP-2 Control de daños	SP-3 Seguridad de la vida	SP-4 Seguridad limitada	SP-5 Estabilidad estructural	SP-6 No considerado
NP-A Operacional	1-A Operacional	2-A	NR	NR	NR	NR
NP-B Ocupación Inmediata	1-B Ocupación inmediata	2-B	3-B	NR	NR	NR
NP-C Seguridad de la vida	1-C	2-C	3-C Seguridad de la vida	4-C	5-C	6-C
ND-D Reducción de riesgos	NR	2-D	3-D	4-D	5-D	6-D
NP-E No considerado	NR	NR	3-E	4-E	5-E Estabilidad estructural	No aplica

	Niveles de desempeño de la estructura comunes (SP-NP)
	Otras posibles combinaciones de SP-NP
	Combinaciones no recomendadas de SP-NP

Tabla 5. Nivel de rendimiento de la estructura (Tomado del ATC 40 - Traducción propia)

- f) **Recolección de información de la estructura:** El siguiente paso es recolectar toda la información que sea posible de la estructura, dentro de esta se debe tener planos, memorias de cálculos y bitácoras de obra, adicionalmente, se debe realizar una inspección visual de la edificación.

Para realizar la recolección de información, es necesario seleccionar una lista de chequeo. La selección de esta lista dependerá de dos factores, primero, del tipo de evaluación que se va a realizar y segundo, de la disponibilidad de los planos originales de la edificación. Ver Tabla 6.

Matriz de selección de tablas de recolección de datos		
Nivel de evaluación sísmica	Planos originales disponible	Planos originales no disponibles
Evaluación preliminar	Tabla 5-1	Tabla 5-2
Evaluación detallada	Tabla 5-3	Tabla 5-4

Tabla 6. Selección de tabla de recolección de datos (Tomado del ATC 40 - Traducción propia)

- g) **Definición de la estrategia de análisis estructural:** Finalmente se formula la estrategia de análisis estructural, la cual, puede ser un procedimiento simplificado, método inelástico o un análisis complejo. La norma ATC 40 da todos los parámetros para realizar un análisis inelástico no lineal o *push – over*.

La Figura 3 muestra un paso a paso del proceso a realizar para determinar la resistencia efectiva (Q), según el ATC 40.

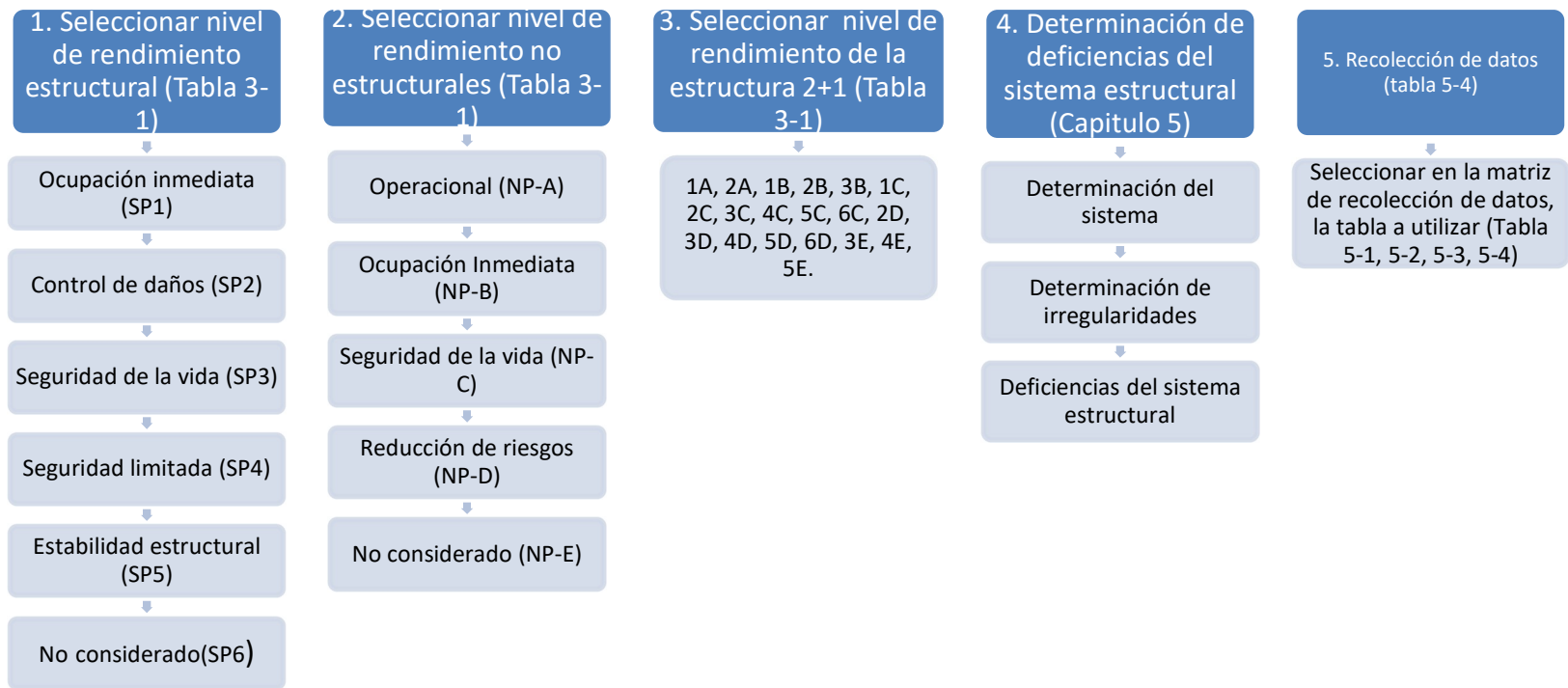


Figura 3. Procedimiento para realizar el análisis estructural de una estructura existente, según el ATC 40 (Elaboración propia).

1.2.4. FEMA 310 / FEMA 178 – Handbook for the Seismic Evaluation of Buildings

El FEMA 310 es un documento que brinda una metodología con tres alcances (evaluación de nivel 1, nivel 2 y nivel 3), para realizar la evaluación sísmica de una estructura existente.

El primer paso a realizar, al igual que en todos los documentos descritos anteriormente, es recolectar toda la información existente de la estructura, tanto del diseño como del proceso constructivo, posteriormente en la visita que se realice al sitio, se debe verificar que la información consignada en los planos y memorias de cálculo corresponde con lo construido.

La información recolectada debe ser suficiente para:

- Cumplir con las listas de chequeo del capítulo 3 del FEMA 310.
- Definir el nivel de desempeño de la estructura.
- Definir la zona de amenaza sísmica.
- Definir el tipo de estructura.

El siguiente paso es seleccionar el nivel de desempeño para la estructura, el cual es elegido por el propietario, se selecciona entre las dos opciones enunciadas a continuación

- Seguridad de la vida (*Life safety*): Según el FEMA 310 esta categoría se define como el nivel de desempeño de la estructura que incluye daños significativos tanto de los elementos estructurales como de los no estructurales. Pueden ocurrir lesiones de las personas que habitan la estructura, sin embargo, la probabilidad de pérdida de la vida es baja.
- Ocupación inmediata (*Immediate occupancy*): Para este nivel de desempeño los daños para de los elementos estructurales y no estructurales son muy bajos. Se considera que los sistemas de resistencia de cargas verticales y sísmicas, resisten casi las mismas fuerzas que antes de la ocurrencia del sismo. El riesgo de la pérdida de la vida es muy bajo. Aunque la estructura es completamente habitable puede requerir algunas reparaciones.

La Figura 1-1 (*Evaluation Process*) del FEMA 310, muestra el procedimiento a seguir, para determinar la vulnerabilidad sísmica de la estructura estudiada.

El primer paso es remitirse a la tabla 3.2 del FEMA 310, donde según la zona de amenaza sísmica y el nivel de desempeño seleccionado, se determinara la lista de chequeo que se deberá utilizar para la evaluación de la estructura. Ver Tabla 7.

Zona de Amenaza Sísmica	Nivel de Desempeño	Listas de chequeo requeridas					
		Zona de amenaza sísmica baja (Sec. 3.6)	Estudio básico estructural (Sec. 3.7)	Estudio complementario estructural (Sec. 3.7)	Cimentación (Sec. 3.8)	Estudio básico noestructural (Sec. 3.9.1)	Estudio complementario no estructural (Sec. 3.9.2)
Baja	LS	x					
	IO		x		x	x	
Moderada	LS		x		x	x	
	IO		x	x	x	x	x
Alta	LS		x	x	x	x	
	IO		x	x	x	x	x

Tabla 7 Listas de chequeo requeridas para una evaluación de alcance 1 (Tabla 3-2 del FEMA 310 - Traducción propia).

Posteriormente, en la tabla 3-3 del FEMA 310, según la configuración estructural, se muestra cual es el número máximo de pisos permitido para realizar una evaluación de nivel 1, cualquier estructura que supere las especificaciones dadas en esta tabla requerirá una evaluación más detallada (nivel 2 o nivel 3).

A continuación se procede a llenar la lista de chequeo, según lo indicado en la Tabla 7, en estas listas de chequeo se deben evaluar diferentes factores:

- **Sistema Estructural:** Trayectoria de la carga, piso débil, discontinuidades verticales, estructuras adyacentes, columna corta, continuidad del refuerzo, entre otros.
- **Sistema de Resistencia Sísmica:** Ausencia de redundancia, chequeo de cortante, entre otros
- **Conexiones de los Elementos:** Conexión de las columnas o muros con la cimentación, entre otros.

Para cada uno de estos ítems, se debe llenar en la lista cumple, no cumple o no aplica, según sea el caso. Para los factores calificados con “no cumple”, el ingeniero puede optar por realizar una investigación adicional, utilizando la evaluación de Nivel 2.

En la sección 3.7 del FEMA hay 23 listas de chequeo, una para cada uno de los siguientes sistemas estructurales:

- W1: Wood Light Frames
- W1A: Multi-Story, Multi-Unit Residential Wood Frames
- W2: Wood Frames, Commercial and Industrial
- S1: Pórticos resistentes a momentos en acero, con diafragmas rígidos.
- S1A: Pórticos resistentes a momentos en acero, con diafragmas flexibles.
- S2: Pórticos de acero arriostrados con diafragmas rígidos
- S2A: Pórticos en acero arriostrados con diafragmas flexibles
- S3: Pórticos ligeros de acero
- S4: Pórticos de acero combinado con muros de cortante en concreto reforzado.
- S5: Pórticos de acero arriostrados con muros diafragma de mampostería y diafragmas rígidos.
- S5A: Pórticos de acero arriostrados con muros diafragma de mampostería y diafragmas flexibles.
- C1: Pórticos resistentes a momentos en concreto reforzado.
- C2: Muros estructurales en concreto reforzado con diafragmas rígidos.
- C2A: Muros estructurales en concreto reforzado con diafragmas flexibles.
- C3: Pórticos en concreto con muros diafragma en mampostería con diafragmas rígidos
- C3A: Pórticos en concreto con muros diafragma en mampostería con diafragmas flexibles
- PC1: Muros estructurales prefabricados en concreto reforzado con diafragmas flexibles.
- PC1A: Muros estructurales prefabricados en concreto reforzado con diafragmas rígidos.

- PC2: pórticos prefabricados en concreto reforzado combinados con muros estructurales
- PC2A: pórticos prefabricados en concreto reforzado sin muros estructurales
- RM1: Muros de mampostería reforzada con diafragmas flexibles
- RM2: Muros de mampostería reforzada con diafragmas rígidos
- URMA: Muros de mampostería no reforzada con diafragmas rígidos.

Para la elaboración del formato de recolección de datos de este trabajo de grado, se tomarán como referencia los ítems evaluados en las listas C1, C2, C2A, C3, C3A, correspondientes a estructuras de concreto reforzado, ya que ese es el alcance de este documento.

La Figura 4 muestra un paso a paso del proceso a realizar para determinar la resistencia efectiva (Q), según el FEMA 310.

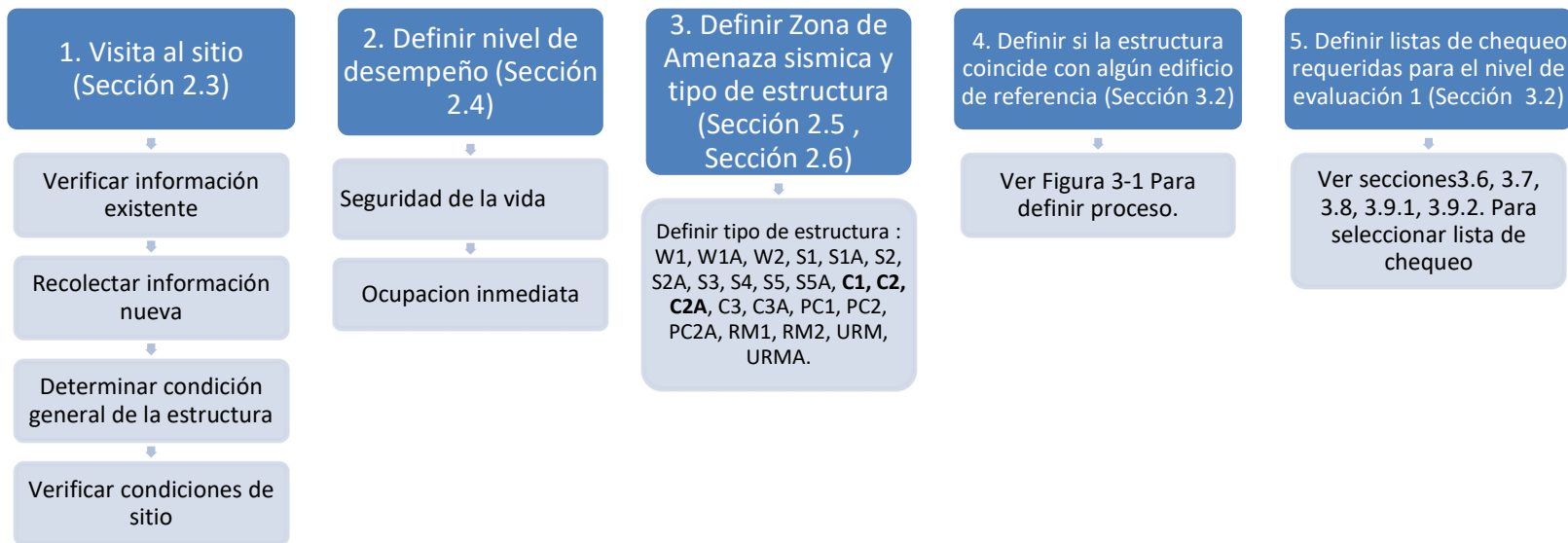


Figura 4. Procedimiento para realizar el análisis estructural de una estructura existente, según el FEMA 310 (Elaboración propia).

1.2.5. OTRA BIBLIOGRAFÍA DEL TEMA

Finalmente, en la Tabla 8 se enlistan otros documentos que fueron consultados para el desarrollo de este trabajo de grado o que pueden ser de interés para el tema tratado.

Id	Año	Título	País	Autor
1	2016	GUÍA METODOLÓGICA PARA ESTUDIOS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA	Colombia	Servicio Geológico Colombiano
2	2016	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN SÍSMICA DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES PROPUESTA EN EL DOCUMENTO ASCE/SEI 31-03 – CASO DE ESTUDIO –	Colombia	BELTRÁN GAMBA DARWIN DAVIER CAÑÓN MARTÍNEZ LUIS FELIPE
3	2015	EVALUACIÓN DE DAÑO ESTRUCTURAL POST-SISMO EN EDIFICACIONES: ESTADO DEL ARTE	Colombia	Zulma Cristina Gil Mancipe
4	2015	SISTEMA EXPERTO PARA LA EVALUACIÓN DEL DAÑO POSTSÍSMICO EN EDIFICIOS	Colombia	Martha Liliana Carreño Tibaduiza
5	2014	PROPUESTA DE ADAPTACIÓN DEL DOCUMENTO ASCE/SEI31-03 “EVALUACIÓN SÍSMICA DE EDIFICACIONES EXISTENTES”	Colombia	PAULO MARCELO LÓPEZ PALOMINO
6	2014	IDENTIFICATION OF THE STRUCTURAL MODEL AND ANALYSIS OF THE GLOBAL SEISMIC BEHAVIOUR OF A RC DAMAGED BUILDING	Italia	Antonio Di Cesare, Felice Carlo Ponso, Marco Vona, Mauro Dolce, Angelo Masi, Maria Rosaria Gallipoli, Marco Mucciarelli
7	2013	METODOLGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE EDIFICIOS	México	CENAPRED

8	2012	POST-SEISMIC EVALUATION: A PROBABILITY-BASED GLOBAL DAMAGE INDEX	Lisboa	S. Jérez
9	2011	MANUAL DE FORMATO DE CAPTURA DE DATOS PARA LA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL. RED NACIONAL DE EVALUADORES	México	Joel Aragón Cárdenas, Leonardo Flores Corona, Oscar López
10	2011	GUÍA DE PATOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS, ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES	Colombia	FOPAE
11	2009	ATC 71 - NEHRP WORKSHOP ON MEETING THE CHALLENGES OF EXISTING BUILDINGS	Estados Unidos	ATC - Applied Technology Council
12	2009	PATOLOGIAS CONSTRUCTIVAS EN LOS EDIFICIOS. PREVENCIÓN Y SOLUCIONES	Paraguay	MA. Mercedes Florentin Saldaña, Rubén Granados Rojas.
13	2006	TECNICAS INNOVADORAS PARA LA EVALUACIÓN DEL RIESGO SISMICO Y SU GESTIÓN EN CENTROS URBANOS	España	Martha Liliana Carreño Tibaduiza
14	1998	FEMA 306 - EVALUATION OF EARTHQUAKE DAMAGED CONCRETE AND MASONRY WALL BUILDINGS	Estados Unidos	FEMA
15	-	ESCENARIO DE DAÑOS EN BOGOTÁ POR UN SISMO DE LA FALLA FRONTAL DE MAGNITUD 7.01	Colombia	FOPAE
16	-	INSTRUCTIVO PARA LA EVALUACION TECNICA DE DAÑOS EN VIVIENDAS POST DESASTRES	Chile	MINVU

Tabla 8 Bibliografía de interés.

2. CAPITULO 2

DESARROLLO DEL TRABAJO

2.1.METODOLOGÍA

A continuación se describe el procedimiento seguido para realizar el presente trabajo de grado que tiene como objetivo desarrollar una “Propuesta Metodológica para Determinar los Coeficientes de Reducción de Resistencia Φ_c Y Φ_e de la NSR-10 en estructuras de concreto reforzado”

2.1.1. Recopilación de bibliografía

El primer paso durante el desarrollo de esta actividad fue recopilar bibliografía relevante, como:

- Metodologías de evaluación de estructuras por ocurrencia de eventos externos: Se consultaron documentos del FEMA, del ATC, del NERHP y metodologías de entidades estatales.
- Información sobre las principales patologías que afectan el correcto funcionamiento del sistema estructural de una edificación en concreto.

Esta información fue utilizada como suministro para realizar el marco teórico presentado anteriormente y para definir los criterios de evaluación que se utilizaran más adelante en el desarrollo de este trabajo.

2.1.2. Análisis de la bibliografía recopilada:

Después de identificar la bibliografía relevante, se analizaron todos los documentos, y se extrajo la información de utilidad, como:

- Patologías constructivas y no constructivas que deberían ser consideradas a la hora de realizar un estudio de vulnerabilidad estructural.

- Falencias relevantes del diseño que pueden afectar el adecuado comportamiento estructural de una edificación.
- Falencias relevantes en la construcción que pueden afectar el adecuado comportamiento estructural de una edificación.

2.1.3. Determinación de criterios y de los nuevos intervalos para determinación de los coeficientes de reducción de resistencia Φ_c y Φ_e :

Después de realizar el análisis de los documentos de interés y de identificar diferentes criterios, se definió que los más relevantes y que deberían ser evaluados en esta metodología son los siguientes:

2.1.3.1. Descripción de criterios para determinar el coeficiente Φ_c

Sistema Estructural

- **Trayectoria de la carga:** Aquí se evaluará que la distribución de los elementos estructurales aseguren una trayectoria adecuada de las cargas actuantes, de tal manera que estas puedan llegar a la cimentación.
- **Separación sísmica** Si existen edificios adyacentes, estos deben cumplir con lo estipulado en el reglamento NSR-10.
- **Muros divisorios dilatados:** Se debe evaluar que los muros divisorios estén dilatados de los elementos estructurales (no haya comportamiento de muros diafragmas).
- **Columna corta o cautiva:** Para este criterio se evalúa que no existan columnas cuyo esfuerzo principal sea el cortante.
- **Refuerzo continuo en vigas:** El refuerzo longitudinal de las vigas debe ser continuo a lo largo de todo el elemento.
- **Refuerzo continuo en columnas y/o muros:** El refuerzo longitudinal de las columnas y/o muros debe ser continuo a lo largo de todo el elemento.

- **Longitud de traslapos:** La longitud de los traslapos del acero de refuerzo, debe corresponder con lo especificado en la norma vigente, en el momento en que se realizó el diseño y construcción de la estructura.
- **Separación del refuerzo:** La separación del refuerzo debe cumplir con los mínimos y máximos indicados en la NSR-10.
- **Porcentaje de excentricidad en columnas y/o muros:** La excentricidad de la viga, respecto a la columna que le da apoyo, no puede ser mayor al 25% del ancho del apoyo, según C.21.3.4.2 de la NSR-10.
- **Estribos y ganchos:** Se debe verificar la existencia de estribos en los elementos estructurales.
- **Continuidad del diafragma:** Se debe verificar que no existan irregularidades geométricas en el diafragma.

Cimentación

- **Anclaje de las columnas a la cimentación:** Todas las columnas deben estar ancladas a la cimentación, mediante el refuerzo longitudinal.
- **Existencia de vigas de cimentación formando anillos:** El sistema de cimentación debe estar conformado por vigas que formen anillos, conectando todas las columnas.
- **Elementos en concreto reforzado:** Los elementos de la cimentación deben estar contruidos en concreto reforzado, no en concreto ciclópeo.

Información previa

- **Concordancia de planos con la construcción:** Las secciones de los elementos, acero de refuerzo y especificaciones de los materiales, deben coincidir con lo indicado en los planos constructivos.
- **Existencia de memorias calculo estructural:** En este criterio se evaluará la existencia de memorias detalladas en donde se indique

el método de diseño empleado, avalúos de carga, tipo de sistema estructural seleccionado, etc.

- **Estudio de suelos:** Debe existir un estudio de suelos en donde se muestren los ensayos realizados y el tipo de suelo en donde se encuentra cimentada la estructura.
- **Bitácora de obra y ensayos:** Existe una bitácora de la obra en donde haya registro de los procedimientos constructivos empleados, ensayos realizados a los materiales, inconvenientes presentados durante la construcción, etc.

2.1.3.2. Descripción de criterios para determinar el coeficiente Φ_e :

Patologías constructivas

- **Hormigueros:** Se evidencia formación de hormigueros por una inadecuada vibración del concreto en el proceso de fundida.
- **Acero expuesto:** Este criterio evaluará la presencia de acero de refuerzo expuesto por un inadecuado proceso constructivo.

Patologías no constructivas

- **Fisuras en vigas:** Se evaluará la presencia de fisuras por flexión, cortante o torsión en las vigas de la estructura.
- **Fisuras en columnas y/o muros:** Se evaluará la presencia de fisuras por compresión, cortante o torsión en las columnas o muros de la estructura.
- **Asentamientos:** Se evidencian asentamientos diferenciales por consolidación en la estructura.
- **Humedad:** Este criterio evaluará la presencia de humedad por filtración de agua en la estructura.
- **Sometida a Fuego:** Se debe investigar si durante la etapa de servicio la estructura ha sido sometida a la acción del fuego.

- **Daños post sismo:** Se evidencian o se tiene registro de daños en la estructura, inducidos por la acción de un evento sísmico.
- **Corrosión en acero de refuerzo:** Se debe evaluar si existen procesos de corrosión en el acero de refuerzo por exposición, filtración de agua, presencia de agentes corrosivos o cualquier otro que pueda comprometer el comportamiento del elemento.
- **Perdida de recubrimiento:** Se evidencia desprendimiento del concreto de recubrimiento de los elementos estructurales.
- **Deterioro del concreto:** Hay un visible deterioro del concreto de los elementos estructurales por mala calidad o por exposición.

Una vez establecidos los criterios a evaluar se determinaron los coeficientes de ponderación para cada uno de ellos según el nivel de importancia, los cuales se mostraran más adelante en el desarrollo del trabajo.

2.1.3.3. Definición de rangos para determinar los coeficientes Φ_c y Φ_e

Posteriormente se procedió a definir un nuevo rango de intervalos para la calificación de la estructura, ya que, como se expuso anteriormente se considera que con solo tres rangos se puede obtener una calificación para la edificación que no sea representativa de la realidad de la estructura.

La Tabla 9 muestra los nuevos rangos que fueron definidos, donde Σ_c corresponde a la calificación obtenida para la estructura después de la aplicación de la metodología.

Intervalos de calificación	Φ_c o Φ_e
SI, $1.00 > \Sigma_c \leq 2.50$	0.60
SI, $2.51 > \Sigma_c \leq 3.10$	0.70
SI, $3.11 > \Sigma_c \leq 3.70$	0.80
SI, $3.71 > \Sigma_c \leq 4.30$	0.90
SI, $4.31 > \Sigma_c \leq 5.00$	1.00

Tabla 9 Nuevos rangos definidos para la determinación de Φ_c y Φ_e

2.1.4. Encuestas y validación del porcentaje de importancia

Con el fin de validar los porcentajes propuestos, se realizó una encuesta (Ver Anexo 1) a cinco ingenieros que cuentan con 25 y hasta 60 años de experiencia en la academia y la práctica del diseño estructural, todos ellos tienen participación en oficinas de ingeniería estructural en calidad de socios, sus oficinas han recibido premios y distinciones por sus proyectos y su amplia y reconocida trayectoria en la ingeniería nacional e internacional, han sido profesores de las universidades más reconocidas del país como la Universidad Nacional de Colombia, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito y la Universidad de los Andes, todos ellos pertenecen a diferentes agremiaciones y asociaciones profesionales como el ACI, AIS, SCI y otras.

En esta encuesta se les solicitó calificar de 1 a 5 cada uno de los criterios para la determinación de los coeficientes de reducción de resistencia Φ_c y Φ_e establecidos anteriormente, según la importancia que tiene para ellos, siendo 1 poco importante y 5 muy importante. El resultado obtenido según el concepto de los expertos encuestados se comparó con los coeficientes de ponderación asignados inicialmente a los criterios de evaluación y así se llegó a un consenso de los porcentajes de importancia que serán utilizados en la aplicación de esta metodología. Los resultados de estas encuestas y el procesamiento de estos datos se muestran más adelante

2.1.5. Elaboración de un formato para la aplicación de la metodología

Una vez definidos todos los criterios y sus porcentajes de importancia, se realizó el formato de aplicación de la metodología, ver Anexo 2. En este formato se debe calificar, según lo observado en la visita a la estructura y la información existente recolectada, todos los criterios con un valor de 1 a 5, siendo 1 muy malo y 5 muy bueno.

Después de esto se debe multiplicar la calificación de cada criterio por su factor de ponderación, la sumatoria de estos valores dará un resultado de 1 a 5 y así según los intervalos definidos anteriormente se determinarán los valores de los coeficientes de reducción de resistencia Φ_c y Φ_e .

2.1.6. Elaboración del formato de campo

Se realizó un formato de recolección de información de campo, en el cual se debe consignar la mayor cantidad de información relevante de la estructura, ver Anexo 3 . Este formato incluye la siguiente información:

- Identificación del evaluador, del proyecto y fecha de la visita.
- Nombre de la edificación.
- Dirección de la edificación
- Uso predominante: Residencial, comercial, educacional, salud, hotelero, oficinas, industria, institucional, bodegas, parqueaderos, multipropósito y otro.
- Estado de la construcción, en donde se debe seleccionar alguna de las siguientes opciones: Completa, incompleta, en construcción y no construido.
- Número de pisos, se debe indicar el número de pisos aéreos, sótanos, número total y altura de entrepiso.
- Control de calidad durante la construcción, en donde se debe seleccionar alguna de las siguientes opciones: Autoconstrucción o con supervisión por un profesional.

- Cimentación, en donde se debe seleccionar alguna de las siguientes opciones: Zapatas, vigas corridas, mixto, concreto ciclópeo, pilotes, caissons, placa de cimentación, no existe, no identificada y otro.
- Sistema de entrepiso, en donde se debe seleccionar alguna de las siguientes opciones: Placa maciza de concreto, placa aligerada de concreto, otro y no aplica.
- Sistema de entrepiso, en donde se debe seleccionar alguna de las siguientes opciones: Placa maciza en concreto, placa aligerada de concreto, otro y no aplica.
- Sistema de cubierta, en donde se debe seleccionar alguna de las siguientes opciones: Placa en concreto, estructura metálica y teja, estructura de madera y teja y otro.
- Sistema estructural, en donde se debe seleccionar alguna de las siguientes opciones: Pórticos en concreto reforzado, muros estructurales en concreto reforzado, sistema combinado en concreto reforzado, prefabricados en concreto y otros.
- Irregularidad en planta, en donde se debe seleccionar alguna de las siguientes opciones: Irregularidad alta, irregularidad media e irregularidad baja o inexistente.
- Irregularidad en altura, en donde se debe seleccionar alguna de las siguientes opciones: Irregularidad alta, irregularidad media e irregularidad baja o inexistente.
- Causa de daños presentes, en donde se debe seleccionar alguna de las siguientes opciones, según lo que se identifique en la visita: Asentamientos, deslizamientos de tierra, inundación, sismos, impactos, deficiencias constructivas, falta de mantenimiento, otro y no presenta daños.
- Inundación del predio, en donde se debe seleccionar sí o no, según lo conversado con el propietario del predio.
- Evaluación de daños en elementos estructurales, en donde se debe seleccionar el nivel de daño que se observa en los siguientes

elementos: Cimentación, muros portantes, columnas, vigas, entresijos, escaleras y soporte de cubierta.

- Evaluación de daños en elementos no estructurales, en donde se debe seleccionar el nivel de daño que se observa en los siguientes elementos: Muros de fachada o antepecho, muros divisorios, cubierta, cielo raso y tanques elevados.
- Finalmente hay un campo para escribir los comentarios y observaciones importantes como información que pueda ser obtenida de los usuarios o propietarios (cambios de uso, daños sufridos en el pasado, reparaciones previas) o cualquier observación que pueda ser relevante para el estudio de vulnerabilidad de la estructura
- Además, se debe llevar un registro fotográfico durante la visita, el cual será empleado posteriormente para realizar el informe de patologías del proyecto.

2.1.7. Visita a cinco edificaciones

Se visitaron cinco edificaciones en las cuales se utilizó el formato de campo elaborado y posteriormente se aplicó la metodología para obtener los coeficientes Φ_c y Φ_e . Estas edificaciones fueron seleccionadas porque eran variadas en cuanto a área, estado actual, uso, número de pisos y año de construcción. De acuerdo con lo anterior se muestra una breve descripción de cada una de las estructuras, más adelante en este documento se encuentra la descripción detallada y el informe de cada visita.

2.1.7.1. Estructura 1

- Área: 2000m²
- Uso: Recreativo
- Número de pisos: 3
- Año de construcción: 1999

2.1.7.2. Estructura 2

- Área: 500m²
- Uso: Salón comunal
- Número de pisos: 3
- Año de construcción: 2007

2.1.7.3. Estructura 3

- Área: 1000m²
- Uso: Institucional
- Número de pisos: 7
- Año de construcción: 1992

2.1.7.4. Estructura 4

- Área: 1800m²
- Uso: Institucional
- Número de pisos: 3
- Año de construcción: 2004

2.1.7.5. Estructura 5

- Área: 3500m²
- Uso: Oficinas
- Número de pisos: 6
- Año de construcción: 1973

2.1.8. Informe de visita a las estructuras y aplicación de la metodología propuesta

Una vez realizadas las visitas se elaboró el informe de cada estructura, el cual contiene una descripción general del proyecto, posteriormente se describieron las patologías encontradas con su respectivo registro fotográfico. Por último se llevaron a cabo las siguientes actividades:

2.1.8.1. Determinación de los coeficientes Φ_c y Φ_e , según NSR-10

Según lo observado en la inspección visual realizada en cada una de las estructuras y utilizando la **Tabla 3**, se seleccionaron los valores para los coeficientes Φ_c y Φ_e .

2.1.8.2. Determinación de los coeficientes Φ_c y Φ_e , según la metodología propuesta

Posteriormente se aplicó la metodología a cada una de las estructuras, para esto se realizó una evaluación de cada uno de los criterios definidos según lo que se observó en la visita y la información existente recolectada. Después, se utilizó el formato para la aplicación de la metodología (Anexo 2) y con esto se obtuvieron los valores de los coeficientes Φ_c y Φ_e .

2.1.8.3. Comparación de los resultados obtenidos con los dos métodos

Una vez se tenían los valores de los coeficientes obtenidos por el método actual de la NSR-10 y los obtenidos al aplicar la metodología propuesta, se compararon los resultados obtenidos y se llegó a las conclusiones pertinentes.

2.1.9. Elaboración del documento

Una vez se realizaron todas las actividades descritas anteriormente, se elaboró el presente según los requisitos establecidos por la Universidad. Este documento incluye los siguientes capítulos

- Introducción
- Marco Teórico
- Metodología
- Definición de factores de ponderación
- Informe de la visita y aplicación de la metodología
- Recomendaciones
- Conclusiones
- Bibliografía
- Anexos

2.2. DEFINICIÓN DE CRITERIOS Y FACTORES DE PONDERACIÓN

A continuación se muestra el proceso para establecer los criterios a calificar en la determinación de los coeficientes de reducción de resistencia Φ_c y Φ_e . Además, se propone una modificación a los intervalos de la NSR-10, donde actualmente para una estructura considerada buena el valor de los coeficientes es 1.00, si se considera regular el valor de los coeficientes es 0.80 y si se considera mala el valor de los coeficientes es 0.60.

2.2.1. Definición de criterios

Como se explicó en la metodología, se llevaron a cabo varios procesos para definir los valores de ponderación que tendría cada uno de los criterios establecidos para determinar los coeficientes de reducción de resistencia Φ_c y Φ_e . El primero fue realizar una encuesta a los especialistas (ver en metodología), posteriormente, con algunos comentarios recibidos por los especialistas y al realizar una revisión de los criterios que se habían establecido inicialmente, se identificó la necesidad de no evaluar algunos de estos ya que no se consideraron relevantes para el desarrollo de este trabajo. A continuación se muestran los criterios finales que serán incluidos en la metodología.

2.2.1.1. Criterios definidos para la evaluación del coeficiente Φ_c .

Sistema Estructural

- Trayectoria de la carga
- Separación Sísmica
- Columna corta o cautiva
- Refuerzo continuo en vigas
- Refuerzo continuo en columnas y/o muros
- Existencia de estribos y ganchos

Cimentación

- Anclaje de las columnas a la cimentación.
- Existencia de vigas de cimentación formando anillos

- Elementos en concreto reforzado

Información Previa

- Concordancia de planos con construcción.
- Existencia de memorias calculo estructural
- Estudio de suelos
- Bitácora de obra y ensayos

2.2.1.2. Criterios definidos para la evaluación del coeficiente Φ_e .

Patologías constructivas

- Hormigueros.
- Acero expuesto

Patologías no constructivas

- Fisuras en vigas.
- Fisuras en columnas y/o muros
- Asentamientos
- Humedad
- Sometida a Fuego
- Daños post sismo
- Corrosión en acero de refuerzo
- Perdida de recubrimiento
- Deterioro del concreto
- Deflexiones excesivas de los elementos

2.2.2. Definición inicial de los coeficientes de ponderación

Una vez definidos los criterios definitivos, se realizó una calificación inicial para determinar unos factores de ponderación según la importancia que se considera tienen cada criterio en la evaluación de los coeficientes de reducción de resistencia. Esta calificación fue concertada con el director de tesis.

2.2.2.1. Coeficientes de ponderación para los criterios establecidos en la evaluación del coeficiente Φ_c .

La Tabla 10 muestra la primera propuesta de los coeficientes de ponderación de los criterios que se evaluarán en el proceso de determinación del coeficiente de reducción de resistencia por la calidad del diseño y la construcción Φ_c .

PRIMERA PROPUESTA DE LOS COEFICIENTES DE PONDERACIÓN PARA LA DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE Φ_c (CALIDAD DEL DISEÑO Y LA CONSTRUCCIÓN)		
1 SISTEMA ESTRUCTURAL		Coefficiente de Ponderación
1.1	Trayectoria de la carga	0.11
1.2	Separación Sismica	0.03
1.3	Columna corta o cautiva	0.10
1.4	Refuerzo continuo en vigas	0.15
1.5	Refuerzo continuo en columnas y/o muros	0.15
1.6	Existencia de estribos y ganchos	0.10
2 CIMENTACIÓN		
2.1	Anclaje de las columnas a la cimentación.	0.06
2.2	Existencia de vigas de cimentación formando anillos	0.06
2.3	Elementos en concreto reforzado	0.08
3 INFORMACIÓN PREVIA		
3.10	Concordancia de planos con construcción	0.09
3.2	Existencia de memorias calculo estructural	0.03
3.3	Estudio de suelos	0.02
3.40	Bitácora de obra y ensayos	0.02
Σ		1.00

Tabla 10. Primera propuesta de los coeficientes de ponderación – Φ_c .

Esta primera propuesta se realizó analizando la importancia que tiene cada uno de los criterios en el comportamiento estructural de una edificación, de esta manera se le asignó un coeficiente a cada uno, en donde la suma de todos los coeficientes debería ser igual a 1.00. Por ejemplo, se considera que la existencia de una adecuada trayectoria de carga, la cual tiene un coeficiente de 0.11, es más relevante que la existencia de una bitácora de obra y ensayos, el cual se le asignó un coeficiente de ponderación de 0.02. De esta manera

se valoraron los coeficientes de ponderación para cada uno de los criterios que deberán ser evaluados en la determinación del coeficiente Φ_c

2.2.2.1. Coeficientes de ponderación para los criterios establecidos en la evaluación del coeficiente Φ_e .

En la Tabla 11 se muestra la primera propuesta de los coeficientes de ponderación que se evaluarán en el proceso de determinación del coeficiente de reducción de resistencia por el estado de la estructura Φ_e .

PRIMERA PROPUESTA DE LOS COEFICIENTES DE PONDERACIÓN PARA LA DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE Φ_e (ESTADO DE LA ESTRUCTURA)		
1. PATOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS		Coeficiente de Ponderación
1.1	Hormigueros	0.05
1.2	Acero expuesto	0.15
2. PATOLOGÍAS NO CONSTRUCTIVAS		
2.1	Fisuras en vigas	0.15
2.2	Fisuras en columnas y/o muros	0.20
2.3	Asentamientos	0.05
2.4	Humedad	0.05
2.5	Sometida a Fuego	0.02
2.6	Daños post sismo	0.05
2.7	Corrosión en acero de refuerzo	0.10
2.8	Perdida de recubrimiento	0.08
2.10	Deterioro del concreto	0.05
2.11	Deflexiones excesivas de los elementos	0.05
Σ		1.00

Tabla 11. Primera propuesta de los coeficientes de ponderación – Φ_e .

Esta propuesta se realizó analizando la importancia que tiene cada uno de los criterios en el comportamiento estructural, de esta manera se le asignó un coeficiente. Por ejemplo, se considera que la existencia de fisuras en columnas o muros es el criterio de mayor importancia, por lo cual se le asignó un coeficiente de 0.20, de esta misma manera se considera que la existencia de fisuras en vigas es muy importante aunque menos importante que la existencia de fisuras en las columnas, por lo cual se le asignó un coeficiente de ponderación de 0.15. De esta manera se valoraron los coeficientes de

ponderación para cada uno de los criterios que deberán ser evaluados en la determinación del coeficiente Φ_c .

2.2.3. Determinación de los coeficientes de ponderación según el criterio de los expertos

Como se explicó en la metodología, con el fin de validar los coeficientes de ponderación propuestos anteriormente, se realizó una encuesta a 5 expertos, en esta encuesta se les solicitó calificar de 1 a 5 cada uno de los criterios establecidos para la determinación de los coeficientes de reducción de resistencia Φ_c y Φ_e establecidos anteriormente. A continuación se muestran los resultados obtenidos.

ENCUESTAS PARA EL CALCULO DEL COEFICIENTE Φ_c (CALIDAD DEL DISEÑO Y LA CONSTRUCCIÓN)						
PREGUNTA		#1	#2	#3	#4	#5
1. SISTEMA ESTRUCTURAL						
1.1	Trayectoria de la carga	4	5	5	5	5
1.2	Separación Sismica	3	4	4	5	3
1.3	Columna corta o cautiva	3	5	5	5	5
1.4	Refuerzo continuo en vigas	3	5	4	4	3
1.5	Refuerzo continuo en columnas y/o muros	4	5	4	5	5
1.6	Existencia de estribos y ganchos	1	5	5	5	5
2. CIMENTACIÓN						
2.1	Anclaje de las columnas a la cimentación.	3	5	4	5	5
2.2	Existencia de vigas de cimentación formando anillos	2	5	4	5	4
2.3	Elementos en concreto reforzado	2	5	5	5	5
3. INFORMACIÓN PREVIA						
3.1	Concordancia de planos con construcción	5	5	5	5	5
3.2	Existencia de memorias calculo estructural	4	3	3	5	3
3.3	Estudio de suelos	3	5	4	5	3
3.4	Bitácora de obra y ensayos	5	3	4	5	3

Tabla 12. Resultados de las encuestas – Φ_c .

ENCUESTAS PARA EL CALCULO DEL COEFICIENTE Φ_e (ESTADO DE LA ESTRUCTURA)						
PREGUNTA		ID ENCUESTA				
		#1	#2	#3	#4	#5
PATOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS						
4.3	Hormigueros	4	5	4	5	3
4.4	Acero expuesto	4	5	4	5	3
PATOLOGÍAS NO CONSTRUCTIVAS						
4.5	Fisuras en vigas	4	5	4	5	5
4.6	Fisuras en columnas y/o muros	5	5	5	5	5
4.7	Asentamientos	3	4	4	5	5
4.8	Humedad	2	3	4	5	3
4.9	Sometida a Fuego	4	3	4	4	4
4.10	Daños post sismo	5	4	4	5	4
4.11	Corrosión en acero de refuerzo	4	5	4	4	3
4.12	Perdida de recubrimiento	3	4	4	4	4
4.13	Deterioro del concreto	4	5	5	5	4
4.14	Deflexiones excesivas de los elementos	4	5	4	5	4

Tabla 13. Resultados de las encuestas – Φ_e .

Una vez obtenidos los resultados de las encuestas, se debe realizar un tratamiento de esta información, para convertir los valores de 1 a 5 obtenidos en unos nuevos coeficientes de ponderación entre 0 y 1. A continuación se muestra un ejemplo de cómo se determinó el coeficiente para el criterio “trayectoria de la carga”.

El primer paso fue realizar un promedio de los resultados obtenidos por los 5 expertos.

$$promedio = \frac{4 + 5 + 5 + 5 + 5}{5} = 4.80$$

Una vez calculado el promedio para cada uno de los criterios, se identificó que todos los promedios eran valores por encima de 3.0, por lo tanto se definió una nueva escala en la que una calificación de 3.0 corresponde a 0.0 y una calificación de 5.0 corresponde a 1.0. Se muestra la formula aplicada para obtener el valor de 0 a 1 correspondiente al criterio “trayectoria de la carga”.

$$a^* = \frac{4.80 - 3}{2} = 0.90$$

Después de realizar este cálculo para todos los criterios se realizó una ponderación de estos coeficientes de la siguiente manera.

$$\text{coeficiente ponderado} = \frac{0.90}{8.10} = 0.11$$

En donde 8.10 es la sumatoria de todos los valores a^* para todos los criterios. Obteniendo un valor de coeficiente de importancia de 0.11, lo cual significa que según el tratamiento de datos realizado el criterio “trayectoria de la carga” tiene una importancia del 11% en el total de la evaluación.

Se siguió este mismo procedimiento para cada uno de los criterios establecidos y se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 14 para el coeficiente Φ_c y en la Tabla 15 para el coeficiente Φ_e .

DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE PONDERACIÓN PARA EL CALCULO DEL COEFICIENTE Φ_c (CALIDAD DEL DISEÑO Y LA CONSTRUCCIÓN), SEGÚN LOS EXPERTOS CONSULTADOS									
PREGUNTA	ID ENCUESTA					Calificación promedio.	a^*	Coeficiente de importancia expertos	
	#1	#2	#3	#4	#5				
SISTEMA ESTRUCTURAL									
3.4	Trayectoria de la carga	4	5	5	5	5	4.80	0.90	0.11
3.5	Separación Sismica	3	4	4	5	3	3.80	0.40	0.05
3.7	Columna corta o cautiva	3	5	5	5	5	4.60	0.80	0.10
3.8	Refuerzo continuo en vigas	3	5	4	4	3	3.80	0.40	0.05
3.9	Refuerzo continuo en columnas y/o muros	4	5	4	5	5	4.60	0.80	0.10
3.12	Existencia de estribos y ganchos	1	5	5	5	5	4.20	0.60	0.07
CIMENTACIÓN									
3.14	Anclaje de las columnas a la cimentación.	3	5	4	5	5	4.40	0.70	0.09
3.15	Existencia de vigas de cimentación formando anillos	2	5	4	5	4	4.00	0.50	0.06
3.16	Elementos en concreto reforzado	2	5	5	5	5	4.40	0.70	0.09
INFORMACIÓN PREVIA									
3.17	Concordancia de planos con construcción	5	5	5	5	5	5.00	1.00	0.12
3.18	Existencia de memorias calculo estructural	4	3	3	5	3	3.60	0.30	0.04
3.19	Estudio de suelos	3	5	4	5	3	4.00	0.50	0.06
3.20	Bitácora de obra y ensayos	5	3	4	5	3	4.00	0.50	0.06
							Σ	8.10	1.00

Tabla 14. Coeficientes de importancia según encuesta realizada a expertos – Φ_c .

COEFICIENTES DE PONDERACIÓN PARA EL CALCULO DEL COEFICIENTE Φ_e (ESTADO DE LA ESTRUCTURA), SEGÚN LOS EXPERTOS CONSULTADOS									
PREGUNTA	#1	#2	#3	#4	#5	Calificación promedio.	a*	Coeficiente de importancia expertos	
1. PATOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS									
1.1	Hormigueros	4	5	4	5	3	4.2	0.60	0.08
1.2	Acero expuesto	4	5	4	5	3	4.2	0.60	0.08
2. PATOLOGÍAS NO CONSTRUCTIVAS									
2.1	Fisuras en vigas	4	5	4	5	5	4.6	0.80	0.11
2.2	Fisuras en columnas y/o muros	5	5	5	5	5	5	1.00	0.14
2.3	Asentamientos	3	4	4	5	5	4.2	0.60	0.08
2.4	Humedad	2	3	4	5	3	3.4	0.20	0.03
2.5	Sometida a Fuego	4	3	4	4	4	3.8	0.40	0.05
2.6	Daños post sismo	5	4	4	5	4	4.4	0.70	0.10
2.7	Corrosión en acero de refuerzo	4	5	4	4	3	4	0.50	0.07
2.8	Perdida de recubrimiento	3	4	4	4	4	3.8	0.40	0.05
2.9	Deterioro del concreto	4	5	5	5	4	4.6	0.80	0.11
2.10	Deflexiones excesivas de los elementos	4	5	4	5	4	4.4	0.70	0.10
							Σ	7.30	1.00

Tabla 15. Coeficientes de importancia según encuesta realizada a expertos – Φ_e .

2.2.4. Determinación definitiva de coeficientes de importancia

Una vez realizado el procedimiento anterior, los coeficientes obtenidos y recomendados por esta metodología son los indicados a continuación, ver Tabla 16 y Tabla 17.

COEFICIENTES DE PONDERACIÓN PARA EL CALCULO DEL COEFICIENTE Φ_c (CALIDAD DEL DISEÑO Y LA CONSTRUCCIÓN)				
PREGUNTA		1° propuesta de coeficientes	Coefficiente de importancia expertos	Coefficientes seleccionados
1. SISTEMA ESTRUCTURAL				
1.1	Trayectoria de la carga	0.11	0.11	0.11
1.2	Separación Sismica	0.03	0.05	0.04
1.3	Columna corta o cautiva	0.10	0.10	0.09
1.4	Refuerzo continuo en vigas	0.15	0.05	0.08
1.5	Refuerzo continuo en columnas y/o muros	0.15	0.10	0.15
1.6	Existencia de estribos y ganchos	0.10	0.07	0.10
2. CIMENTACIÓN				
2.1	Anclaje de las columnas a la cimentación.	0.06	0.09	0.08
2.2	Existencia de vigas de cimentación formando anillos	0.06	0.06	0.06
2.3	Elementos en concreto reforzado	0.08	0.09	0.08
3. INFORMACIÓN PREVIA				
3.1	Concordancia de planos con construcción	0.09	0.12	0.12
3.2	Existencia de memorias calculo estructural	0.03	0.04	0.03
3.3	Estudio de suelos	0.02	0.06	0.02
3.4	Bitácora de obra y ensayos	0.02	0.06	0.04
			Σ	1.00

Tabla 16. Coeficientes de importancia seleccionados – Φ_c .

COEFICIENTES DE PONDERACIÓN PARA EL CALCULO DEL COEFICIENTE Φ_e (ESTADO DE LA ESTRUCTURA)				
PREGUNTA		1° propuesta de coeficientes	Coefficiente de importancia expertos	Coefficientes seleccionados
1. PATOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS				
1.1	Hormigueros	0.05	0.08	0.07
1.2	Acero expuesto	0.15	0.08	0.10
2. PATOLOGÍAS NO CONSTRUCTIVAS				
2.1	Fisuras en vigas	0.15	0.11	0.10
2.2	Fisuras en columnas y/o muros	0.20	0.14	0.15
2.3	Asentamientos	0.05	0.08	0.05
2.4	Humedad	0.05	0.03	0.03
2.5	Sometida a Fuego	0.02	0.05	0.05
2.6	Daños post sismo	0.05	0.10	0.10
2.7	Corrosión en acero de refuerzo	0.10	0.07	0.10
2.8	Perdida de recubrimiento	0.08	0.05	0.05
2.9	Deterioro del concreto	0.05	0.11	0.10
2.10	Deflexiones excesivas de los elementos	0.05	0.10	0.10
			Σ	1.00

Tabla 17. Coeficientes de importancia seleccionados – Φ_e .

Estos son los valores seleccionados para la metodología propuesta. Con estos valores y el formato de la aplicación de la metodología (ver Anexo 2), se procede a realizar la evaluación de cada una de las estructuras visitadas, las cuales se muestran más adelante.

2.2.5. Definición de nuevos intervalos

Por último se definió un nuevo rango de intervalos para la calificación de la estructura, ya que, como se expuso anteriormente se considera que con los tres rangos establecidos actualmente en la NSR-10 se puede obtener una calificación para la edificación que no sea representativa de la realidad.

La Tabla 9 muestra los nuevos rangos definidos, donde Σ_c corresponde a la calificación obtenida para la estructura después de la aplicación de la metodología.

Intervalos de calificación	Φ_c o Φ_e
SI, $1.00 > \Sigma_c \leq 2.50$	0.60
SI, $2.51 > \Sigma_c \leq 3.10$	0.70
SI, $3.11 > \Sigma_c \leq 3.70$	0.80
SI, $3.71 > \Sigma_c \leq 4.30$	0.90
SI, $4.31 > \Sigma_c \leq 5.00$	1.00

Tabla 18 Nuevos rangos definidos para la determinación de Φ_c y Φ_e

2.3. INFORME DE VISITA Y APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

Buscando probar la metodología propuesta se visitaron cinco estructuras y posteriormente se aplicó el procedimiento para determinar los valores de los coeficientes de reducción de resistencia.

Se muestran los informes de las cinco estructuras visitadas, en donde se realiza una descripción de las edificaciones, se relaciona la información existente recolectada, se describen las patologías identificadas durante la visita y se realiza la correspondiente determinación de los coeficientes Φ_c y Φ_e por el método cuantitativo recomendado por la NSR-10 y por la metodología propuesta.

2.3.1. INFORME ESTRUCTURA 1

Esta estructura es una construcción de 3 pisos (un sótano, un nivel de piscinas y un nivel administrativo), tiene un área aproximada de 2000 m², su estructura principal es un sistema de pórticos en concreto reforzado resistentes a momentos y muros de contención en concreto reforzado, construida en el año 1999. La estructura se encuentra localizada en Bogotá, en el barrio Lourdes de la Localidad Santa Fe. El Anexo 4 muestra el formato de inspección de la visita realizada.



Imagen 1. Vista General Estructura 1.



Imagen 2. Localización Estructura 1.

2.3.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

Es una estructura dedicada al uso recreativo comunitario, cuenta con tres niveles, los cuales se distribuyen de la siguiente manera:

- **Nivel 1 - Sótano:** En este nivel se encuentran los equipos de bombeo, calderas, cuarto de máquinas y tanque de almacenamiento.
- **Nivel 2 - Piscinas:** En este nivel se encuentra la piscina para niños y adultos, adicionalmente, este nivel cuenta con una gradería.
- **Nivel 3 – Área Administrativa:** En este nivel se encuentra la zona administrativa (Oficina, bodega, taquilla), los vestidores, baños y duchas.
- **Cubierta:** La cubierta está compuesta por correas y cerchas en celosía y teja de asbesto cemento.

- **Estructura principal:** Estructura de pórticos resistentes a momentos en concreto reforzado, conformados por vigas, columnas y muros de contención.
- **Nivel de amenaza sísmica:** Según lo depositado en el estudio de suelos, la estructura se encuentra localizada en un suelo tipo F en Bogotá:

Ciudad	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica
Bogotá	0.15	0.20	Intermedia

- **Coefficiente de importancia:** La estructura es clasificada como Grupo III, según el numeral A.2.5.1.2 (Guarderías, escuelas, colegios, universidades y otros centros de enseñanza). Para este grupo de uso el valor del coeficiente de importancia es 1.25.

2.3.1.2. INFORMACIÓN EXISTENTE

A continuación se realiza una breve descripción de la información existente encontrada.

- **Informe de vulnerabilidad sísmica previo:** Este fue un estudio realizado bajo los lineamientos de la NSR-98, en este informe se presenta datos de derivas (2.82%), valor del índice de sobre esfuerzo de los elementos estructurales (4.84), también recomienda la sustitución de la estructura existente de cubierta ya que presenta graves daños estructurales, se recomienda realizar un amarre en todos los muros divisorios y finalmente concluye que es necesario realizar un reforzamiento de la estructura.
- **Estudio de suelos:** Realizado bajo los requerimientos de la NSR-98.

- **Planos de la estructura:** Se cuenta con planos estructurales, arquitectónicos, eléctricos e hidrosanitarios.
- **Planos del estudio de vulnerabilidad:** Se cuenta con planos del estudio de vulnerabilidad sísmica realizado anteriormente.

2.3.1.3. INFORME DE PATOLOGÍAS Y REGISTRO FOTOGRÁFICO:

- **Acero de refuerzo expuesto:** En la piscina se evidencia acero de refuerzo expuesto y corroído, el cual se puede presentar por la pérdida del recubrimiento de concreto en algunas zonas.



Imagen 3. Acero de refuerzo expuesto.

- **Fisuras, humedad y eflorescencia en muro de piscina:** Se observan en el muro de la piscina para adultos debido a la filtración de agua, adicionalmente, en algunas zonas se observa la pérdida del pañete por el exceso de humedad.



Imagen 4. Fisuras, humedad y eflorescencia.

- **Perdida de recubrimiento en columnas:** Algunas columnas presentan pérdida de recubrimiento en la zona inferior, se observa el acero de refuerzo expuesto.



Imagen 5. Perdida de recubrimiento en columnas.

- **Humedad en placa de entepiso:** Se observa humedad en la placa de entepiso, además de una inadecuada instalación de las redes eléctricas lo que incrementa el problema de filtración en estas zonas.



Imagen 6. Humedad en placa de entrepiso

- **Corrosión en elementos de cubierta:** Se observa corrosión de los elementos metálicos de las cerchas, debido a la filtración de agua lluvia y el ambiente altamente corrosivo del interior de la estructura.



Imagen 7. Corrosión elementos de cubierta

- **Grietas en gradas:** Se evidencia la aparición de grietas en la mampostería de las gradas, las cuales pueden ser causadas por asentamientos diferenciales de la edificación.



Imagen 8. Grietas en Graderías

- **Fisuras en placa alrededor de la piscina:** Fisuras generadas posiblemente por asentamiento diferencial entre la estructura de la edificación y el sistema independiente que corresponde a la piscina.



Imagen 9. Fisuras en placa alrededor de la piscina

- **Acero expuesto en vigas:** Exposición y corrosión del acero de refuerzo en vigas, además, se observa exceso de humedad por evaporación del agua de las piscinas.



Imagen 10. Acero expuesto en vigas

- **Asentamientos diferenciales:** Presencia de asentamientos diferenciales en el nivel de las piscinas.



Imagen 11. Asentamientos diferenciales

- **Desprendimiento y humedad del cielo raso:** Se observa desprendimiento de algunas piezas del cielo raso y humedad por filtración de agua.



Imagen 12. Desprendimiento y humedad en cielo raso.

2.3.1.4. DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES Φ_c Y Φ_e SEGÚN LA NSR-10

Según lo observado en la inspección visual realizada a la estructura 1 y utilizando la tabla A.10.4.1 de la NSR-10, se definen los valores para los coeficientes Φ_c y Φ_e . No se observan deficiencias en la configuración estructural ni daños evidentes en los materiales por problemas constructivos, de lo anterior la calidad del diseño y la construcción se considera buena, por lo tanto el valor de Φ_c es 1.00. En cuanto al estado de la estructura, se presentan diferentes patologías como fisuras, acero expuesto y especialmente humedad, por lo tanto, el valor de Φ_e es 0.60.

Coeficientes de reducción de resistencia	
Φ_c	Φ_e
1.00	0,60

Tabla 19. Valor de Φ_c y Φ_e , según NSR-10

2.3.1.5. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA - ESTRUCTURA 1

Para determinar los valores de los coeficientes Φ_c y Φ_e , se aplica la metodología propuesta a la Estructura 1

2.3.1.5.1. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA POR LA CALIDAD DEL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN (Φ_c) PARA LA ESTRUCTURA 1.

Con la información descrita anteriormente se aplica la metodología propuesta, para esto, se califica de 1 a 5 cada uno de los parámetros establecidos para la determinación del coeficiente de reducción de resistencia por la calidad del diseño y construcción (Φ_c).

Sistema estructural

- **Trayectoria de la carga:** Se presenta una adecuada configuración de los elementos para asegurar la trayectoria de las cargas hasta la cimentación. *Calificación: 5*

- **Separación Sísmica:** La estructura no tiene edificios adyacentes. *Calificación:5*
- **Columna corta o cautiva:** No cuenta con elementos que trabajen como columna corta. *Calificación:5*
- **Refuerzo continuo en vigas:** Según lo identificado en los planos estructurales, se observa continuidad del refuerzo longitudinal de las vigas (esta calificación debería ser confirmada con los ensayos destructivos y no destructivos realizados en sitio). *Calificación: 5*
- **Refuerzo continuo en columnas y/o muros:** Según lo identificado en los planos estructurales, se observa continuidad del refuerzo longitudinal de las columnas (esta calificación debería ser confirmada con los ensayos destructivos y no destructivos realizados en sitio). *Calificación: 5*
- **Estribos y ganchos:** Existen estribos y ganchos en los elementos estructurales. *Calificación: 5*

Cimentación

- **Anclaje de las columnas a la cimentación:** Según los despieces de los planos estructurales, el refuerzo longitudinal de las columnas no cuenta con un gancho de anclaje para la cimentación. *Calificación: 1*
- **Existencia de vigas de cimentación formando anillos:** La cimentación cuenta con vigas de amarre conformando anillos en algunos lugares. *Calificación: 3*
- **Elementos en concreto reforzado:** La cimentación cuenta con zapatas, pilotes y vigas de amarre en concreto reforzado. *Calificación: 5*

Información previa

- **Concordancia de planos con construcción:** En general se observa concordancia entre lo indicado en los planos y lo construido (esta calificación debería ser confirmada con los ensayos destructivos y no destructivos realizados en sitio). *Calificación: 4*

- **Existencia de memorias calculo estructural:** No existen memorias de cálculo. *Calificación: 1*
- **Existencia de estudio de suelos:** Si se cuenta con estudio de suelos. *Calificación: 5*
- **Bitácora de obra y ensayos:** No se cuenta con bitácora de obra, ni registro de ensayos a los materiales durante la construcción. *Calificación: 1*

Después de realizar la calificación de cada uno de los ítems, se evaluó el coeficiente Φ_c (Ver Anexo 5), en donde se obtuvo un valor de 0.90.

2.3.1.5.2. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA POR EL ESTADO DE LA ESTRUCTURA (Φ_e) PARA LA ESTRUCTURA 1.

Con la información descrita anteriormente se aplica la metodología propuesta, para esto, se califica de 1 a 5 cada uno de los parámetros establecidos para la determinación del coeficiente de reducción de resistencia por el estado de la estructura (Φ_c).

Patologías Constructivas

- **Hormigueros:** No hay presencia de hormigueros en los elementos de concreto. *Calificación: 5*
- **Acero expuesto:** Se observa acero expuesto en vigas, columnas y placas. *Calificación: 1*

Patologías No Constructivas

- **Fisuras en vigas:** Se observan fisuras en algunas vigas, por un proceso de oxidación del acero de refuerzo. *Calificación: 3*
- **Fisuras en columnas y/o muros:** Se observan fisuras en algunas columnas y muros, por un proceso de oxidación del acero de refuerzo. *Calificación: 3*

- **Asentamientos:** Existen asentamientos diferenciales en diferentes puntos de la estructura. *Calificación: 1*
- **Humedad:** Hay presencia de humedad en muros, placas, vigas, columnas. *Calificación: 1*
- **Sometida a Fuego:** La estructura no ha sido sometida a la acción del fuego. *Calificación: 5*
- **Daños post sismo:** No se observan daños evidentes por la acción de movimientos sísmicos en la estructura. *Calificación: 5*
- **Corrosión en acero de refuerzo:** Se observa corrosión del acero de refuerzo en algunos elementos estructurales. *Calificación: 1*
- **Perdida de recubrimiento:** Algunas vigas y columnas presentan pérdida del concreto de recubrimiento, posiblemente causadas por la expansión del acero de refuerzo en el proceso de oxidación. *Calificación: 3*
- **Deterioro del concreto:** Se observa deterioro del concreto en algunas zonas por el ambiente agresivo que hay al interior de la estructura. *Calificación: 3*
- **Deflexiones excesivas de los elementos:** No se observan deflexiones excesivas en los elementos estructurales. *Calificación: 5*

Después de realizar la calificación de cada uno de los ítems, se evaluó el coeficiente Φ_e , ver Anexo 6, en donde se obtuvo un valor de 0.70.

A continuación se muestran los valores de los coeficientes de reducción de resistencia obtenidos al aplicar la metodología propuesta a la estructura 1.

Coeficientes de reducción de resistencia	
Φ_c	Φ_e
0.90	0.70

Tabla 20. Valor de Φ_c y Φ_e , según metodología.

2.3.1.6. COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Con los resultados obtenidos al calificar la estructura según la inspección visual, como lo determina la NSR-10, se obtiene un valor porcentual de resistencia efectiva de 60%.

$$N_{ef} = N_{ex} * 1.00 * 0.60 = 0.60$$

Con los resultados obtenidos al calificar la estructura según la metodología propuesta, se obtiene un valor porcentual de resistencia efectiva de 63%.

$$N_{ef} = N_{ex} * 0.90 * 0.70 = 0.63$$

Al comparar los resultados de resistencia efectiva obtenidos por los dos métodos, se observa que para este caso los valores son similares. Para el valor de Φ_c se había considerado una calificación de “bueno” al ver que visiblemente no se presentaban problemas de configuración estructural, sin embargo, al aplicar la metodología criterios como la falta de información existente, factor que se debe considerar según la NSR-10, arrojó un valor un poco menor del coeficiente.

De lo anterior se puede ver que hay factores que posiblemente no se tienen tan presentes al realizar la calificación cualitativa que recomienda el reglamento, pero que al estar claramente definidos en la metodología si se tienen en cuenta y esto puede afectar el resultado obtenido.

2.3.2. INFORME ESTRUCTURA 2

La construcción de esta edificación inició en el año 2007 aproximadamente y en el año 2008 se detuvo, dejando abandonada la estructura sin terminar. Cuenta con un área de 500 m² aproximadamente, su estructura principal es un sistema de pórticos en concreto resistentes a momentos, está localizada en Bogotá, en la dirección: Calle 56 # 85I – 15, barrio Los Monjes. El Anexo 7 muestra el formato de inspección de la visita realizada.



Imagen 13. Vista General Estructura 2

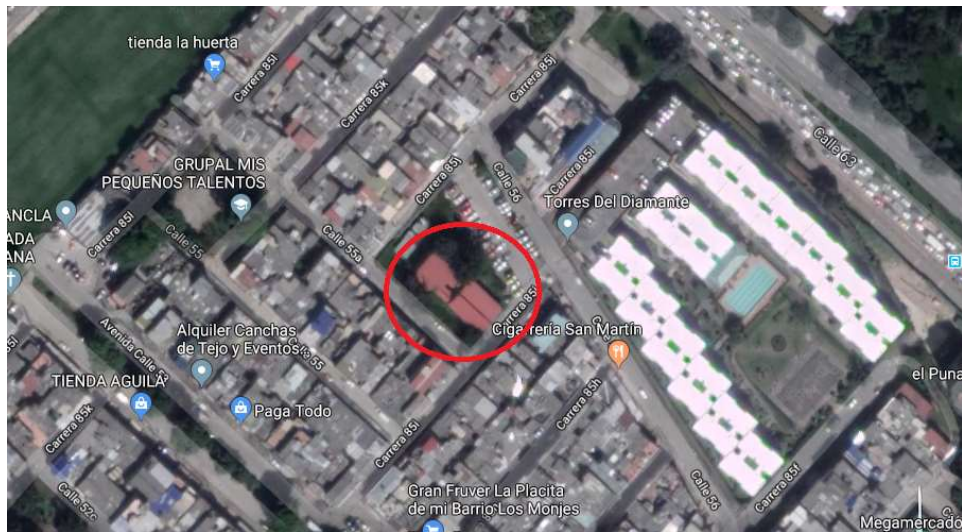


Imagen 14. Localización Estructura 2

2.3.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

Esta estructura está pensada para prestar el servicio de Salón comunal del barrio, sin embargo, como se comentó la edificación no fue terminada. Actualmente, cuenta con una zona de un nivel y otra zona de tres niveles, en el tercer nivel se ubica el tanque de

almacenamiento de agua. A continuación se realiza una descripción más detallada de la estructura:

- **Cubierta:** La cubierta está compuesta por correas metálicas, en algunas zonas apoyadas directamente sobre la mampostería.
- **Estructura principal:** Estructura de pórticos resistentes a momentos en concreto reforzado, conformados por vigas y columnas.
- **Nivel de amenaza sísmica y tipo de suelo:** Según lo depositado en el estudio de suelos, la estructura se encuentra localizada en un suelo Lacustre 300:

Ciudad	A _a	A _v	Zona de Amenaza Sísmica
Bogotá	0.15	0.2	Intermedia

- **Coefficiente de importancia:** La estructura es clasificada como Grupo II, según el numeral A.2.5.1.3 (Edificaciones en donde se puedan reunir más de 200 personas en un mismo salón). Para este grupo de uso el valor del coeficiente de importancia definido por la NSR-10 es 1.10.

2.3.2.2. INFORMACIÓN EXISTENTE:

A continuación se realiza una breve descripción de la información existente encontrada.

- **Estudio de suelos:** Realizado bajo los requerimientos de la NSR-10. Caracteriza el suelo como Lacustre 300.
- **Planos de la estructura:** Se cuenta con los planos estructurales y arquitectónicos.

- **Memorias de Calculo:** Las memorias de cálculo, cuentan con todo el análisis de cargas, definición del sistema estructural, análisis sísmico, análisis de derivas y otra información de relevancia.

2.3.2.3. INFORME DE PATOLOGÍAS Y REGISTRO FOTOGRÁFICO:

- **Acero de refuerzo expuesto:** En las vigas aéreas se evidencia acero de refuerzo expuesto y corroído, el cual se puede originar por la pérdida de sección del concreto en algunas zonas.



Imagen 15. Acero de refuerzo expuesto.

- **Eflorescencias:** Se observan eflorescencias en algunos elementos de cubierta, las cuales se originan por la humedad y filtración de agua.



Imagen 16. Eflorescencia.

- **Deflexiones excesivas:** Se presentan deflexiones excesivas en la viga de soporte señalada, ya que, tiene una sección insuficiente para una luz aproximada de 10m y adicionalmente, es la viga que recibe directamente la carga de los tanques de almacenamiento de agua.



Imagen 17. Deflexiones excesivas.

- **Hormigueros en vigas:** Hay diferentes elementos estructurales que tienen hormigueros, los cuales se originan por inadecuadas prácticas constructivas.



Imagen 18. Hormigueros en elementos estructurales

- **Filtración de agua y anclaje inadecuado:** Presencia de humedad en los muros de soporte de la cubierta, también, se observa un

inadecuado anclaje de las correas, pues estas se anclaron directamente sobre la mampostería.



Imagen 19. Filtración de agua/anclaje inadecuado de correas.

- **Fisuras en columnas:** Se observan fisuras perpendiculares en las columnas, también se observa un evidente deterioro del concreto.



Imagen 20. Fisuras en columnas

- **Corrosión del acero de refuerzo en columnas:** Exposición y corrosión del refuerzo transversal de las columnas.



Imagen 21. Corrosión en acero de refuerzo

- **Inadecuadas prácticas constructivas:** La imagen muestra prácticas inadecuadas de encofrado del concreto.



Imagen 22. Inadecuadas prácticas constructivas

- **Cambio de sección:** Se observa un cambio de sección en la viga, por un inadecuado proceso de fundida del elemento.



Imagen 23. Cambio de sección en viga

- **Inadecuado anclaje de los elementos de cubierta:** Se observa como el anclaje del elemento de cubierta no se realiza adecuadamente, quedando superficie de la platina por fuera de la viga de concreto.



Imagen 24. Inadecuado anclaje de elementos de cubierta.

- **Grietas en los muros de mampostería:** Se observan grietas en los elementos de mampostería, los cuales se pueden producir por las excesivas deformaciones de la viga de soporte.



Imagen 25. Grietas en muros de mampostería.

- **Humedad y deterioro del concreto:** Presencia de humedad por filtración de agua, lo que a su vez causa un evidente deterioro en el concreto.



Imagen 26. Humedad y deterioro del concreto.

- **Discontinuidad en las columnas:** Las columnas no tienen una sección continua entre niveles.



Imagen 27. Discontinuidad en las columnas.

2.3.2.1. DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES Φ_c Y Φ_e SEGÚN LA NSR-10

Según lo observado en la inspección visual realizada a la estructura 2 y utilizando la tabla A.10.4.1 de la NSR-10, se definen los valores para los coeficientes Φ_c y Φ_e . En cuanto a la calidad del diseño y la construcción, se observan algunos inconvenientes importantes en la concepción de la estructura, especialmente en cuanto a la adecuada trayectoria de las cargas, por lo tanto este criterio se califica como “regular”. La calificación dada al estado de la edificación es “malo” ya que presenta diferentes patologías, como se describió anteriormente, que pueden comprometer el adecuado comportamiento de la estructura.

Coeficientes de reducción de resistencia	
Φ_c	Φ_e
0.80	0,60

Tabla 21. Valor de Φ_c y Φ_e , según NSR-10

2.3.2.1. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA - ESTRUCTURA 2

Para determinar los valores de los coeficientes Φ_c y Φ_e , se aplica la metodología propuesta a la Estructura 2.

2.3.2.1.1. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA POR LA CALIDAD DEL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN (Φ_c) PARA LA ESTRUCTURA 2.

Con la información descrita anteriormente se aplica la metodología propuesta, para esto, se califica de 1 a 5 cada uno de los parámetros establecidos para la determinación del coeficiente de reducción de resistencia por la calidad del diseño y construcción (Φ_c).

Sistema estructural

- **Trayectoria de la carga:** Se observan problemas en la transferencia de las cargas a la cimentación en cuanto a la configuración de vigas y columnas, además, las cargas de la cubierta no se transmiten adecuadamente, debido a un mal proceso de anclaje. *Calificación:1*
- **Separación Sísmica:** La estructura no tiene edificios adyacentes. *Calificación:5*
- **Columna corta o cautiva:** No cuenta con elementos que trabajen como columna corta. *Calificación:5*
- **Refuerzo continuo en vigas:** Según lo identificado en los planos estructurales, se observa continuidad del refuerzo longitudinal de las vigas (esta calificación debería ser confirmada con los ensayos destructivos y no destructivos realizados en sitio). *Calificación: 5*

- **Refuerzo continuo en columnas y/o muros:** Según lo identificado en los planos estructurales, se observa continuidad del refuerzo longitudinal de las columnas (esta calificación debería ser confirmada con los ensayos destructivos y no destructivos realizados en sitio). *Calificación: 5*
- **Estribos y ganchos:** Existen estribos y ganchos en los elementos estructurales. *Calificación: 5*

Cimentación

- **Anclaje de las columnas a la cimentación:** Según los despieces de los planos estructurales, el refuerzo longitudinal de las columnas cuenta con gancho de anclaje a la cimentación. *Calificación: 5*
- **Existencia de vigas de cimentación formando anillos:** La cimentación cuenta con vigas de amarre conformando anillos. *Calificación: 5*
- **Elementos en concreto reforzado:** La cimentación está hecha en concreto reforzado. *Calificación: 5*

Información previa

- **Concordancia de planos con construcción:** Algunas de las secciones construidas no concuerdan con lo indicado en los planos (esta calificación debería ser confirmada con los ensayos destructivos y no destructivos realizados en sitio). *Calificación: 3*
- **Existencia de memorias calculo estructural:** Existen memorias de cálculo. *Calificación: 5*
- **Existencia de estudio de suelos:** Si se cuenta con estudio de suelos. *Calificación: 5*
- **Bitácora de obra y ensayos:** No se cuenta con bitácora de obra, ni registro de ensayos a los materiales durante la construcción. *Calificación: 1*

Después de realizar la calificación de cada uno de los ítems, se evaluó el coeficiente Φ_c , ver Anexo 8, en donde se obtuvo un valor de 0.90.

2.3.2.2. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA POR EL ESTADO DE LA ESTRUCTURA (Φ_e) PARA LA ESTRUCTURA 2.

Con la información descrita anteriormente se aplica la metodología propuesta, para esto, se califica de 1 a 5 cada uno de los parámetros establecidos para la determinación del coeficiente de reducción de resistencia por el estado de la estructura (Φ_c).

Patologías Constructivas

- **Hormigueros:** Se observan hormigueros en varios elementos estructurales. *Calificación: 1*
- **Acero expuesto:** Se observa acero expuesto en vigas, columnas y placas. *Calificación: 1*

Patologías No Constructivas

- **Fisuras en vigas:** Se observan fisuras en algunas vigas, por un proceso de oxidación del acero de refuerzo. *Calificación: 1*
- **Fisuras en columnas y/o muros:** Se observan fisuras en algunas columnas, por un proceso de oxidación del acero de refuerzo. *Calificación: 1*
- **Asentamientos:** No observan asentamientos diferenciales en la estructura. *Calificación: 5*
- **Humedad:** Hay presencia de humedad placas, vigas y columnas. *Calificación: 3*
- **Sometida a Fuego:** La estructura no ha sido sometida a la acción del fuego. *Calificación: 5*
- **Daños post sismo:** No se observan daños evidentes por la acción de movimientos sísmicos en la estructura. *Calificación: 5*

- **Corrosión en acero de refuerzo:** Se observa corrosión del acero de refuerzo en algunos elementos estructurales. *Calificación: 3*
- **Perdida de recubrimiento:** Algunas vigas y columnas presentan pérdida del concreto de recubrimiento, posiblemente causadas por la expansión del acero de refuerzo en el proceso de oxidación. *Calificación: 1.*
- **Deterioro del concreto:** Se observa deterioro del concreto en algunas zonas, ya que, la estructura ha estado a la intemperie por varios años, sin ningún tipo de mantenimiento. *Calificación: 2*
- **Deflexiones excesivas de los elementos:** Se observan deflexiones excesivas específicamente en la viga que soporta la carga de los tanques de almacenamiento de agua. *Calificación: 4*

Después de realizar la calificación de cada uno de los criterios, se evaluó el coeficiente Φ_e , ver Anexo 9, en donde se obtuvo un valor de 0.60.

A continuación se muestran los valores de los coeficientes de reducción de resistencia obtenidos al aplicar la metodología propuesta a la estructura en estudio.

Coeficientes de reducción de resistencia	
Φ_c	Φ_e
0.90	0,60

Tabla 22. Valor de Φ_c y Φ_e , según metodología.

2.3.2.3. COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Con los resultados obtenidos al calificar la estructura según la inspección visual, como lo determina la NSR-10, se obtiene un valor porcentual de resistencia efectiva de 48%.

$$N_{ef} = N_{ex} * 0.80 * 0.60 = 0.48$$

Con los resultados obtenidos al calificar la estructura según la metodología propuesta, se obtiene un valor porcentual de resistencia efectiva de 0.54%.

$$N_{ef} = N_{ex} * 0.90 * 0.60 = 0.54$$

Comparando los resultados obtenidos por los dos métodos, se observa que los valores son similares. Para el valor de Φ_c se había considerado una calificación de “regular” al ver que presentaba algunos problemas de configuración estructural, sin embargo, al aplicar la metodología se obtiene un valor para Φ_c de 0.90, aquí se evidencia la importancia de ampliar los intervalos de calificación, ya que, tener valores intermedios puede ser más representativo de la realidad de la estructura. Para esta estructura el valor del coeficiente Φ_e fue el mismo por los dos métodos, pues es evidente el mal estado en el que se encuentra.

2.3.3. INFORME ESTRUCTURA 3

Es una estructura cuyo uso está destinado a oficinas, cuenta con 6 pisos y un sótano, el área aproximada es de 1000m², su estructura principal es un sistema de pórticos resistente a momentos, se encuentra localizada en Bogotá, en la dirección Cll. 45a #9-46, barrio Palermo . El Anexo 10 muestra el formato de inspección de la visita realizada.

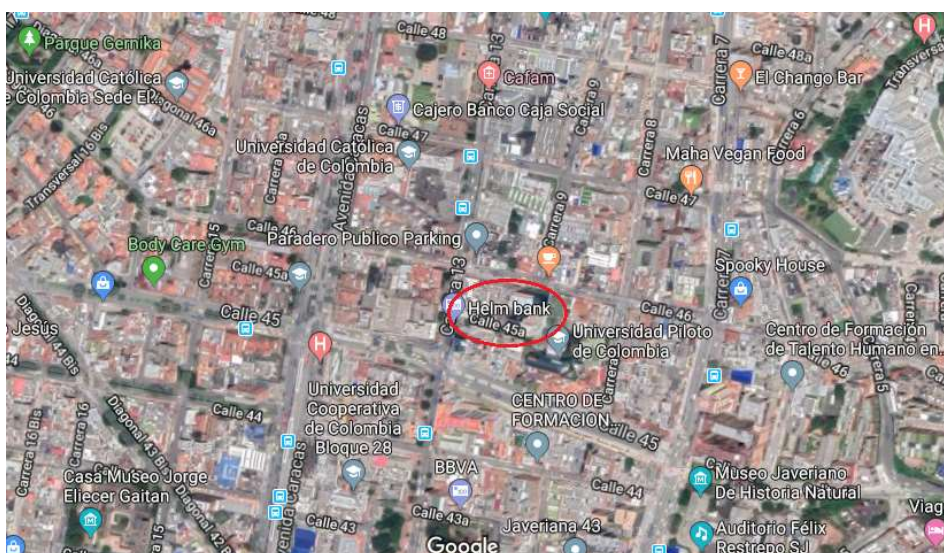


Imagen 28. Localización Estructura 3

2.3.3.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

Esta estructura está destinada al uso de oficina tiene seis pisos y un sótano y fue diseñada y construida bajo los parámetros de la NSR-98. A continuación se realiza una descripción más detallada de la estructura:

- **Sótano:** El Sótano de la estructura tiene uso de parqueaderos.
- **Pisos 1 a 6:** Todos los pisos de la estructura están destinados para oficinas.
- **Cubierta:** La cubierta está compuesta por correas en madera, apoyadas en muros de mampostería y teja española.
- **Estructura principal:** Estructura de pórticos resistentes a momentos en concreto reforzado, conformados por vigas y columnas y muros de contención.
- **Nivel de amenaza sísmica y tipo de suelo:** Según lo depositado en el estudio de suelos, el suelo de la estructura es Tipo D, ubicado en la zona Piedemonte B según la microzonificación sísmica de Bogotá:

Ciudad	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica
Bogotá	0.15	0.2	Intermedia

- **Coefficiente de importancia:** La estructura es clasificada como Grupo II, según el numeral A.2.5.1.3 (Edificios gubernamentales). Para este grupo de uso el valor del coeficiente de importancia definido por la NSR-10 es 1.10.

2.3.3.2. INFORMACIÓN EXISTENTE:

A continuación se realiza una breve descripción de la información existente encontrada.

- **Estudio de suelos:** Realizado bajo los requerimientos de la NSR-98.
- **Planos de la estructura:** Se cuenta con los planos estructurales y arquitectónicos.

2.3.3.3. INFORME DE PATOLOGÍAS Y REGISTRO FOTOGRÁFICO:

En general la edificación no presenta patologías que comprometan la resistencia de los elementos estructurales, las patologías identificadas corresponden en su gran mayoría a elementos no estructurales.

- **Humedad en cielo raso:** Se observa humedad en el cielo raso cercano a una ventana exterior.



Imagen 29. Humedad en cielo raso.

- **Humedad en paredes:** Presencia de humedad en paredes por filtración de agua de la viga canal.



Imagen 30. Humedad en paredes.

- **Humedad en cielo raso:** Presencia de humedad en el cielo raso de la zona de los baños.



Imagen 31. Humedad en cielo raso.

- **Fisuras y desgaste del cielo raso:** Presencia de fisuras y desgaste general en el cielo raso.



Imagen 32. Fisuras y desgaste del cielo raso

- **Humedad en placa de entrepiso:** Se observa humedad por filtración de agua en la placa de entrepiso.



Imagen 33. Humedad en placa de entrepiso.

- **Fisuras en elementos no estructurales:** Se observan pequeñas fisuras en elementos no estructurales.



Imagen 34. Fisuras en elementos no estructurales.

- **Ausencia de dilatación de muros no estructurales:** Los muros divisorios no están dilatados de la estructura principal, lo que genera algunas fisuras longitudinales.



Imagen 35. Ausencia de dilatación de muros no estructurales

2.3.3.1. DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES Φ_c Y Φ_e SEGÚN LA NSR-10

Según lo observado en la inspección visual realizada a la estructura 3 y utilizando la tabla A.10.4.1 de la NSR-10, se definen los valores para los coeficientes Φ_c y Φ_e . No se evidencian deficiencias en la configuración estructural ni daños evidentes en los materiales por problemas constructivos, por lo tanto, la calidad del diseño y la construcción se considera buena, Φ_c es 1.00. En cuanto al estado de la estructura, se presentan algunas patologías como deterioro de la pintura, pequeñas fisuras y especialmente humedad, por lo tanto, el valor de Φ_e es 0.80.

Coefficientes de reducción de resistencia	
Φ_c	Φ_e
1.00	0,80

Tabla 23. Valor de Φ_c y Φ_e , según NSR-10

2.3.3.2. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA - ESTRUCTURA 3

Para determinar los valores de los coeficientes Φ_c y Φ_e , se aplica la metodología propuesta a la Estructura 3.

2.3.3.2.1. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA POR LA CALIDAD DEL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN (Φ_c) PARA LA ESTRUCTURA 3.

Con la información descrita anteriormente se aplica la metodología propuesta, para esto, se califica de 1 a 5 cada uno de los parámetros establecidos para la determinación del coeficiente de reducción de resistencia por la calidad del diseño y construcción (Φ_c).

Sistema estructural

- **Trayectoria de la carga:** Los elementos estructurales están conformados de tal manera que aseguran la correcta trayectoria de las cargas a la cimentación. *Calificación:5*
- **Separación Sísmica:** La estructura no tiene la separación sísmica requerida por la NSR-10. *Calificación:1*
- **Columna corta o cautiva:** No existen elementos que trabajen como columna corta. *Calificación:5*
- **Refuerzo continuo en vigas:** Según lo identificado en los planos estructurales, se observa continuidad del refuerzo longitudinal de las vigas (esta calificación debería ser confirmada con los ensayos destructivos y no destructivos realizados en sitio). *Calificación: 5*
- **Refuerzo continuo en columnas y/o muros:** Según lo identificado en los planos estructurales, se observa continuidad del refuerzo longitudinal de las columnas (esta calificación debería ser confirmada con los ensayos destructivos y no destructivos realizados en sitio). *Calificación: 5*

- **Estribos y ganchos:** Existen estribos y ganchos en los elementos estructurales. *Calificación: 5*

Cimentación

- **Anclaje de las columnas a la cimentación:** Según los despieces de los planos estructurales, el refuerzo longitudinal de las columnas cuenta con gancho de anclaje a la cimentación. *Calificación: 5*
- **Existencia de vigas de cimentación formando anillos:** La cimentación cuenta con vigas de amarre conformando anillos. *Calificación: 5*
- **Elementos en concreto reforzado:** La cimentación está conformada por zapatas con vigas de amarre en concreto reforzado. *Calificación: 5*

Información previa

- **Concordancia de planos con construcción:** En general se observa concordancia entre lo indicado en los planos y lo construido (esta calificación debería ser confirmada con los ensayos destructivos y no destructivos realizados en sitio). *Calificación: 5*
- **Existencia de memorias calculo estructural:** No existen memorias de cálculo estructural de la edificación. *Calificación: 1*
- **Existencia de estudio de suelos:** Si se cuenta con estudio de suelos. *Calificación: 5*
- **Bitácora de obra y ensayos:** No se cuenta con bitácora de obra, ni registro de ensayos a los materiales durante la construcción. *Calificación: 1*

Después de realizar la calificación de cada uno de los ítems, se evaluó el coeficiente Φ_c , ver Anexo 11 en donde se obtuvo un valor de 1.00.

2.3.3.3. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA POR EL ESTADO DE LA ESTRUCTURA (Φ_e) PARA LA ESTRUCTURA 3.

Con la información descrita anteriormente se aplica la metodología propuesta, para esto, se califica de 1 a 5 cada uno de los parámetros establecidos para la determinación del coeficiente de reducción de resistencia por el estado de la estructura (Φ_c).

Patologías Constructivas

- **Hormigueros:** No se observan hormigueros en los elementos de concreto. *Calificación: 5*
- **Acero expuesto:** No se observa acero expuesto. *Calificación: 5*

Patologías No Constructivas

- **Fisuras en vigas:** Se observan fisuras en algunas vigas. *Calificación: 4*
- **Fisuras en columnas y/o muros:** Se observan algunas fisuras en las columnas. *Calificación: 4*
- **Asentamientos:** No observan asentamientos diferenciales en la estructura. *Calificación: 5*
- **Humedad:** Hay presencia de humedad en el cielo raso, muros, placas, vigas y columnas. *Calificación: 2*
- **Sometida a Fuego:** La estructura no ha sido sometida a la acción del fuego. *Calificación: 5*
- **Daños post sismo:** No se observan daños evidentes por la acción de movimientos sísmicos en la estructura. *Calificación: 5*
- **Corrosión en acero de refuerzo:** No se observa corrosión del acero de refuerzo en los elementos estructurales. *Calificación: 5*
- **Perdida de recubrimiento:** Se observa pérdida de recubrimiento en algunos elementos. *Calificación: 4*
- **Deterioro del concreto:** Se observa deterioro del concreto en algunas zonas puntuales, por la humedad. *Calificación: 4*

- **Deflexiones excesivas de los elementos:** No se observan deflexiones excesivas en los elementos estructurales. *Calificación: 5*

Después de realizar la calificación de cada uno de los ítems, se evaluó el coeficiente Φ_e , ver Anexo 12, en donde se obtuvo un valor de 1.00.

A continuación se muestran los valores de los coeficientes de reducción de resistencia obtenidos al aplicar la metodología propuesta a la estructura en estudio.

Coeficientes de reducción de resistencia	
Φ_c	Φ_e
1.00	1,00

Tabla 24. Valor de Φ_c y Φ_e , según metodología.

2.3.3.4. COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Con los resultados obtenidos al calificar la estructura según la inspección visual, como lo determina la NSR-10, se obtiene un valor porcentual de resistencia efectiva de 80%.

$$N_{ef} = N_{ex} * 1.00 * 0.80 = 0.80$$

Con los resultados obtenidos al calificar la estructura según la metodología propuesta, se obtiene un valor porcentual de resistencia efectiva de 100%.

$$N_{ef} = N_{ex} * 1.00 * 1.00 = 1.00$$

Con los resultados anteriores se observa que al aplicar la metodología se obtiene un 20% más de resistencia efectiva, pues en la evaluación cualitativa se calificó el estado actual de la estructura como “regular” obteniendo un Φ_e de 0.80, mientras que al aplicar la metodología se obtuvo un valor de 1.00, esto puede pasar ya que al hacer una calificación cualitativa algunas patologías menores que no afectan el comportamiento de la estructura inducen al evaluador a calificar como regular, sin embargo, en la metodología se califican de manera más objetiva las lesiones patológicas de acuerdo a su implicación en la

respuesta estructural de la edificación. Efectivamente, al realizar una segunda evaluación de las patologías descritas se observa que estas no eran un síntoma real de un mal comportamiento estructural de la edificación.

2.3.4. INFORME ESTRUCTURA 4

Esta estructura es una construcción de 3 pisos, tiene un área aproximada de 1800 m², su estructura principal es un sistema de pórticos en concreto resistentes a momentos y, construida en el año 2004. La estructura se encuentra localizada en Funza Cundinamarca. El Anexo 13 muestra el formato de inspección de la visita realizada.



Imagen 36. Vista General Estructura 4.

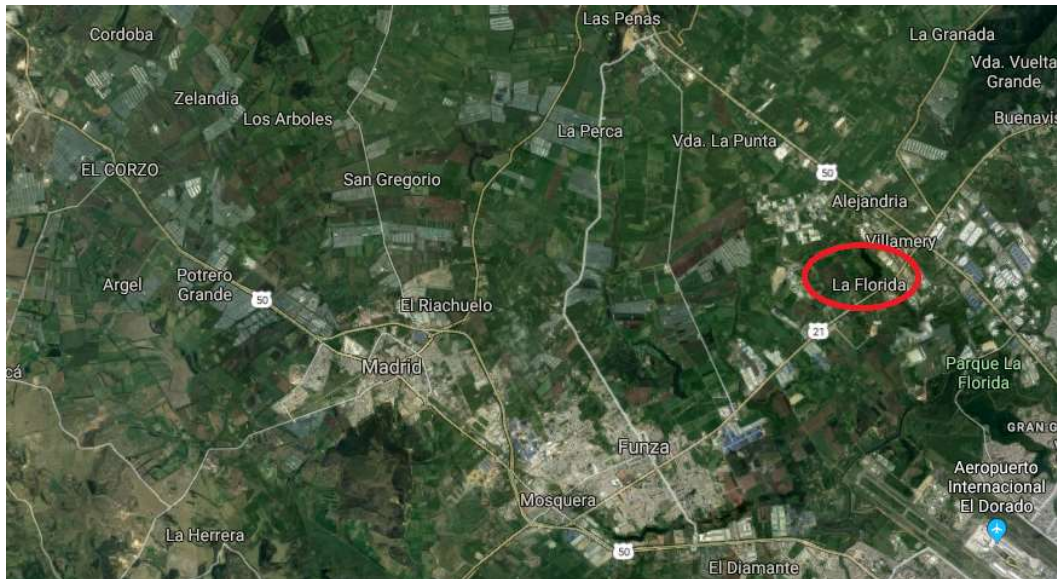


Imagen 37. Localización Estructura 4.

2.3.4.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

Es una estructura dedicada al uso institucional, tiene tres niveles, fue diseñada y construida bajo los parámetros de la NSR-98. A continuación se realiza una descripción más detallada de la estructura:

- **Cubierta:** Cubierta plana conformada por vigas y viguetas en concreto reforzado.
- **Estructura principal:** Estructura de pórticos resistentes a momentos en concreto reforzado, conformados por vigas y columnas.
- **Nivel de amenaza sísmica:** La estructura se encuentra localizada en una zona de amenaza sísmica intermedia:

Ciudad	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica
Funza	0.15	0.2	Intermedia

- **Coefficiente de importancia:** La estructura es clasificada como Grupo II, según el numeral A.2.5.1.2 (Edificios gubernamentales). Para este grupo de uso el valor del coeficiente de importancia es 1.10.

2.3.4.2. INFORMACIÓN EXISTENTE

A continuación se realiza una breve descripción de la información existente encontrada.

- **Estudio de suelos:** Realizado bajo los requerimientos de la NSR-98.
- **Planos de la estructura:** Se cuenta con planos estructurales, arquitectónicos, eléctricos e hidrosanitarios.

2.3.4.3. INFORME DE PATOLOGÍAS Y REGISTRO FOTOGRÁFICO:

- **Fisuras en muros de fachada:** Se presentan fisuras en los elementos no estructurales de las fachadas.



Imagen 38. Fisuras en muros de fachada.

- **Fisuras en muros de mampostería:** Se observan fisuras en la mampostería, las cuales se presentan por asentamientos diferenciales.



Imagen 39. Fisuras en muros de mampostería.

- **Humedades:** Presencia de humedad en elemento estructurales y no estructurales.



Imagen 40. Perdida de recubrimiento en columnas.

- **Grietas en muros internos:** Presencia de grietas en muros internos, causadas posiblemente por asentamientos diferenciales.



Imagen 41. Grietas en muros

- **Humedades en muros:** Presencia de humedad en la parte inferior de los muros.



Imagen 42. Humedades en muros.

2.3.4.4. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE SEGÚN NSR-10

Según lo observado en la inspección visual realizada a la estructura 1 y utilizando la tabla A.10.4.1 de la NSR-10, se definen los valores para los coeficientes Φ_c y Φ_e . Se observa una adecuada configuración de los elementos estructurales, no se observan daños evidentes en los materiales por deficiencias constructivas, por lo tanto la calidad del diseño y la construcción se considera buena, Φ_c es 1.00. En cuanto al estado de la estructura, se presentan algunas patologías como fisuras superficiales en vigas, algunas fisuras en columnas y humedades, por lo tanto, el valor de Φ_c es 0.80.

Coeficientes de reducción de resistencia	
Φ_c	Φ_e
1.00	0,80

Tabla 25 Coeficientes Φ_c y Φ_e , según NSR-10

2.3.4.5. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

Para determinar los valores de los coeficientes Φ_c y Φ_e , se aplica la metodología propuesta a la Estructura 4.

2.3.4.5.1. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA POR LA CALIDAD DEL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN (Φ_c) PARA LA ESTRUCTURA 4.

Con la información descrita anteriormente se aplica la metodología a la estructura 4, para esto, se califica de 1 a 5 cada uno de los parámetros establecidos para la determinación del coeficiente de reducción de resistencia por la calidad del diseño y construcción (Φ_c).

Sistema estructural

- **Trayectoria de la carga:** Se presenta una adecuada configuración de los elementos para asegurar la trayectoria de las cargas hasta la cimentación. *Calificación: 5*
- **Separación Sísmica:** La estructura no tiene edificios adyacentes. *Calificación: 5*
- **Columna corta o cautiva:** No cuenta con elementos que trabajen como columna corta. *Calificación: 5*
- **Refuerzo continuo en vigas:** Según lo identificado en los planos estructurales, se observa continuidad del refuerzo longitudinal de las vigas (esta calificación debería ser confirmada con los ensayos destructivos y no destructivos realizados en sitio). *Calificación: 5*
- **Refuerzo continuo en columnas y/o muros:** Según lo identificado en los planos estructurales, se observa continuidad del refuerzo longitudinal de las columnas (esta calificación debería ser confirmada con los ensayos destructivos y no destructivos realizados en sitio). *Calificación: 5*
- **Estribos y ganchos:** Existen estribos y ganchos en los elementos estructurales. *Calificación: 5*

Cimentación

- **Anclaje de las columnas a la cimentación:** El refuerzo longitudinal de las columnas tiene ganchos de anclaje a la cimentación. *Calificación: 5*
- **Existencia de vigas de cimentación formando anillos:** La cimentación cuenta con vigas de amarre conformando anillos. *Calificación: 5*
- **Elementos en concreto reforzado:** La cimentación cuenta con zapatas y vigas de amarre en concreto reforzado. *Calificación: 5*

Información previa

- **Concordancia de planos con construcción:** En algunos elementos estructurales no se presenta concordancia de los planos con las dimensiones de la estructura (esta calificación debería ser confirmada con los ensayos destructivos y no destructivos realizados en sitio). *Calificación: 3*
- **Existencia de memorias calculo estructural:** No existen memorias de cálculo. *Calificación: 1*
- **Existencia de estudio de suelos:** Si se cuenta con estudio de suelos. *Calificación: 5*
- **Bitácora de obra y ensayos:** No se cuenta con bitácora de obra, ni registro de ensayos a los materiales durante la construcción. *Calificación: 1*

Después de realizar la calificación de cada uno de los ítems, se evaluó el coeficiente Φ_c , ver Anexo 14, en donde se obtuvo un valor de 0.90.

2.3.4.5.2. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA POR EL ESTADO DE LA ESTRUCTURA (Φ_e) PARA LA ESTRUCTURA 4.

Con la información descrita anteriormente se aplica la metodología a la estructura 5, para esto, se califica de 1 a 5 cada uno de los parámetros establecidos para la determinación del coeficiente de reducción de resistencia por el estado de la estructura (Φ_e).

Patologías Constructivas

- **Hormigueros:** No hay presencia de hormigueros en los elementos de concreto. *Calificación: 5*
- **Acero expuesto:** No hay acero expuesto en vigas, columnas y placas. *Calificación: 5*

Patologías No Constructivas

- **Fisuras en vigas:** No se observan fisuras en las vigas. *Calificación: 5*
- **Fisuras en columnas y/o muros:** Se observan fisuras y grietas en algunas columnas y muros. *Calificación: 1*
- **Asentamientos:** Existen asentamientos diferenciales en diferentes puntos de la estructura. *Calificación: 3*
- **Humedad:** Hay presencia de humedad en algunas zonas de la edificación. *Calificación: 4*
- **Sometida a Fuego:** La estructura no ha sido sometida a la acción del fuego. *Calificación: 5*
- **Daños post sismo:** No se observan daños evidentes por la acción de movimientos sísmicos en la estructura. *Calificación: 5*
- **Corrosión en acero de refuerzo:** No hay presencia de corrosión del acero de refuerzo. *Calificación: 5*
- **Perdida de recubrimiento:** No se observa pérdida de recubrimiento en los elementos. *Calificación: 3*

- **Deterioro del concreto:** No se presenta deterioro del concreto.
Calificación: 5
- **Deflexiones excesivas de los elementos:** No se observan deflexiones excesivas en los elementos estructurales. Calificación: 5

Después de realizar la calificación de cada uno de los ítems, se evaluó el coeficiente Φ_e , ver Anexo 15, en donde se obtuvo un valor de 0.90.

A continuación se muestran los valores de los coeficientes de reducción de resistencia obtenidos al aplicar la metodología propuesta a la estructura 4.

Coeficientes de reducción de resistencia	
Φ_c	Φ_e
1.00	0,90

Tabla 26 Coeficientes Φ_c y Φ_e , según metodología

2.3.4.1. COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Con los resultados obtenidos al calificar la estructura según la inspección visual, como lo determina la NSR-10, se obtiene un valor porcentual de resistencia efectiva de 80%.

$$N_{ef} = N_{ex} * 1.00 * 0.80 = 0.80$$

Con los resultados obtenidos al calificar la estructura según la metodología propuesta, se obtiene un valor porcentual de resistencia efectiva de 90%.

$$N_{ef} = N_{ex} * 1.00 * 0.90 = 0.90$$

Comparando los resultados obtenidos por los dos métodos, se observa que los valores de la resistencia efectiva son similares. Para el valor de Φ_e se había considerado una calificación de “regular” al ver que había algunas deficiencias patológicas que no permitían asignar una calificación de “bueno”, aunque esas deficiencias no eran significativas; al aplicar la metodología se llegó a un valor de 0.90 para el coeficiente Φ_e , mostrando una vez más que tener valores intermedios puede ser más representativo de la realidad de la estructura.

2.3.5. INFORME ESTRUCTURA 5

Esta estructura es una construcción de 6 pisos, tiene un área aproximada de 3500 m², su estructura principal es un sistema de pórticos en concreto resistentes a momentos, fue construida en el año 1973. La estructura se encuentra localizada en Bogotá en la dirección Carrera 14 No 53-80. El Anexo 16 muestra el formato de inspección de la visita realizada.



Imagen 43. Vista General Estructura 5.

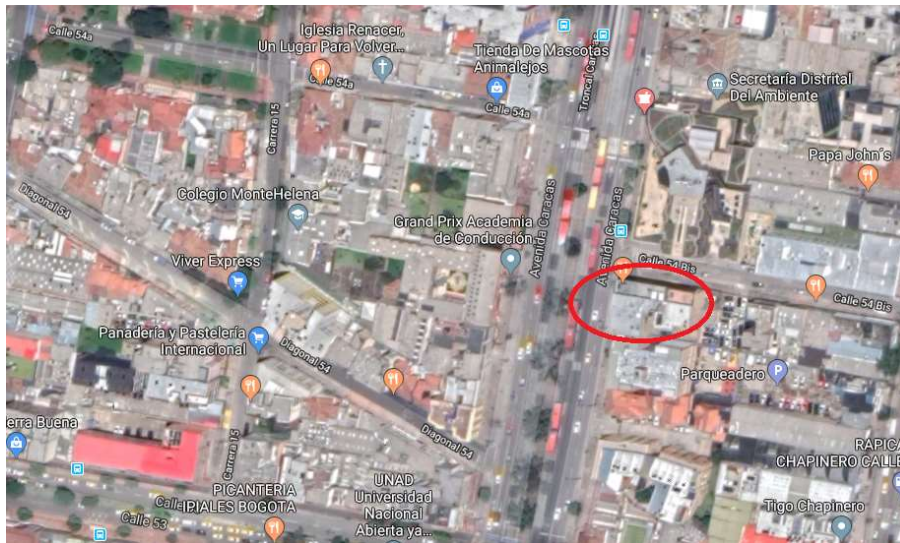


Imagen 44. Localización Estructura 5.

2.3.5.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

Es una estructura destinada para oficinas, cuenta con seis niveles, fue construida en el año 1973. A continuación se realiza una descripción más detallada de la estructura:

- **Cubierta:** Cubierta plana conformada por vigas y viguetas en concreto reforzado.
- **Estructura principal:** Estructura de pórticos resistentes a momentos en concreto reforzado, conformados por vigas y columnas.
- **Nivel de amenaza sísmica:** La estructura se encuentra localizada en una zona de amenaza sísmica intermedia:

Ciudad	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica
Bogotá	0.15	0.2	Intermedia

- **Coefficiente de importancia:** La estructura es clasificada como Grupo II, según el numeral A.2.5.1.2 (Edificios gubernamentales). Para este grupo de uso el valor del coeficiente de importancia es 1.10.

2.3.5.2. INFORMACIÓN EXISTENTE

No se cuenta con memorias de cálculo, estudios de suelos, planos arquitectónicos, ni planos estructurales. Únicamente se cuenta con planos de la cimentación.

2.3.5.3. INFORME DE PATOLOGÍAS Y REGISTRO FOTOGRÁFICO:

- **Humedades y pérdida de recubrimiento:** Se observan humedades que han causado pérdida del recubrimiento en diferentes elementos de la estructura.



Imagen 45. Humedades y pérdida de recubrimiento.

- **Fisuras en vigas:** Se observan fisuras perpendiculares en algunas vigas.



Imagen 46. Fisuras en vigas.

- **Levantamiento del piso de madera:** Se observa levantamiento en el piso de madera, posiblemente por problemas de humedad.



Imagen 47. Levantamiento del piso de madera.

- **Fisuras muros internos:** Presencia de fisuras en muros internos.

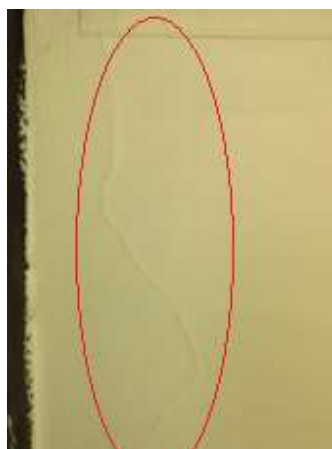


Imagen 48. Fisuras en muros

- **Fisura y levantamiento de la pintura:** Presencia de fisuras y levantamiento de la pintura por humedad a lo largo de los muros.



Imagen 49. Humedades en muros.

- **Humedad y levantamiento de pintura:** Presencia de humedad y levantamiento de la pintura en diferentes zonas de la edificación.



Imagen 50. Humedades en muros.

2.3.5.4. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE SEGÚN NSR-10

El estado general de la edificación en cuanto estado de conservación es regular, se encuentran una serie de patologías en acabados, humedades, desprendimientos en pinturas y pañete. De acuerdo a la época de construcción de la edificación, la estructura fue bien concebida desde el punto de vista del estado del arte del diseño estructural de la época y las normas aplicables en su momento.

Coeficientes de reducción de resistencia. Según NSR-10	
Φ_c	Φ_e
1.00	0.80

Tabla 27 Coeficientes Φ_c y Φ_e , según NSR-10

2.3.5.5. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

Para determinar los valores de los coeficientes Φ_c y Φ_e , se aplica la metodología propuesta a la Estructura 5.

2.3.5.5.1. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA POR LA CALIDAD DEL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN (Φ_c) PARA LA ESTRUCTURA 5.

Con la información descrita anteriormente se aplica la metodología a la estructura 5, para esto, se califica de 1 a 5 cada uno de los parámetros establecidos para la determinación del coeficiente de reducción de resistencia por la calidad del diseño y construcción (Φ_c).

Sistema estructural

- **Trayectoria de la carga:** Según lo observado se presenta una adecuada configuración de los elementos para asegurar la trayectoria de las cargas hasta la cimentación. *Calificación: 5*
- **Separación Sísmica:** La estructura no tiene la separación sísmica requerida por la NSR-10. *Calificación: 1*
- **Columna corta o cautiva:** No cuenta con elementos que trabajen como columna corta. *Calificación: 5*
- **Refuerzo continuo en vigas:** No se puede determinar ya que no se cuenta con información existente (esta calificación debería ser confirmada con los ensayos destructivos y no destructivos realizados en sitio). *Calificación: 3*

- **Refuerzo continuo en columnas y/o muros:** No se puede determinar ya que no se cuenta con información existente (esta calificación debería ser confirmada con los ensayos destructivos y no destructivos realizados en sitio). *Calificación: 3*
- **Estribos y ganchos:** No se puede determinar ya que no se cuenta con información existente (esta calificación debería ser confirmada con los ensayos destructivos y no destructivos realizados en sitio). *Calificación: 3*

Cimentación

- **Anclaje de las columnas a la cimentación:** El refuerzo longitudinal no cuenta con gancho de anclaje a la cimentación. *Calificación: 1*
- **Existencia de vigas de cimentación formando anillos:** La cimentación cuenta con vigas de amarre conformando anillos. *Calificación: 5*
- **Elementos en concreto reforzado:** La cimentación cuenta con zapatas y vigas de amarre en concreto reforzado. *Calificación: 5*

Información previa

- **Concordancia de planos con construcción:** Únicamente se cuenta con planos de la cimentación, por lo tanto no fue posible verificar la concordancia *Calificación: 1*
- **Existencia de memorias calculo estructural:** No existen memorias de cálculo. *Calificación: 1*
- **Existencia de estudio de suelos:** No se cuenta con estudio de suelos. *Calificación: 1*
- **Bitácora de obra y ensayos:** No se cuenta con bitácora de obra, ni registro de ensayos a los materiales durante la construcción. *Calificación: 1*

Después de realizar la calificación de cada uno de los ítems, se evaluó el coeficiente Φ_c , ver Anexo 17, en donde se obtuvo un valor de 0.70.

2.3.5.5.2. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA POR EL ESTADO DE LA ESTRUCTURA (Φ_e) PARA LA ESTRUCTURA 1.

Con la información descrita anteriormente se aplica la metodología a la estructura 5, para esto, se califica de 1 a 5 cada uno de los parámetros establecidos para la determinación del coeficiente de reducción de resistencia por el estado de la estructura (Φ_c).

Patologías Constructivas

- **Hormigueros:** No hay presencia de hormigueros en los elementos de concreto. *Calificación: 5*
- **Acero expuesto:** No ha acero expuesto en vigas, columnas y placas. *Calificación: 5*

Patologías No Constructivas

- **Fisuras en vigas:** Se observan fisuras de pequeño espesor en algunas vigas. *Calificación: 4*
- **Fisuras en columnas y/o muros:** Se observan fisuras en algunas columnas y muros. *Calificación: 3*
-
- **Asentamientos:** Existen asentamientos diferenciales en diferentes puntos de la estructura. *Calificación: 3*
- **Humedad:** Hay presencia de humedad en algunas zonas de la edificación. *Calificación: 3*
-
- **Sometida a Fuego:** La estructura no ha sido sometida a la acción del fuego. *Calificación: 5*

- **Daños post sismo:** No se observan daños evidentes por la acción de movimientos sísmicos en la estructura. *Calificación: 5*
- **Corrosión en acero de refuerzo:** No hay presencia de corrosión del acero de refuerzo. *Calificación: 5*
- **Perdida de recubrimiento:** Se observa pérdida de recubrimiento en algunos elementos. *Calificación: 4*
- **Deterioro del concreto:** Se observan algunos elementos con deterioro del concreto de los elementos. *Calificación: 4*
- **Deflexiones excesivas de los elementos:** No se observan deflexiones excesivas en los elementos estructurales. *Calificación: 5*

Después de realizar la calificación de cada uno de los ítems, se evaluó el coeficiente Φ_e , ver Anexo 18, en donde se obtuvo un valor de 0.90.

A continuación se muestran los valores de los coeficientes de reducción de resistencia obtenidos al aplicar la metodología propuesta a la estructura 1.

Coeficientes de reducción de resistencia. Según NSR-10	
Φ_c	Φ_e
0.70	0.900

Tabla 28 Coeficientes Φ_c y Φ_e , según metodología

2.3.5.1. COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Con los resultados obtenidos al calificar la estructura según la inspección visual, como lo determina la NSR-10, se obtiene un valor porcentual de resistencia efectiva de 80%.

$$N_{ef} = N_{ex} * 1.00 * 0.80 = 0.80$$

Con los resultados obtenidos al calificar la estructura según la metodología propuesta, se obtiene un valor porcentual de resistencia efectiva de 63%.

$$N_{ef} = N_{ex} * 0.70 * 0.90 = 0.63$$

Comparando los resultados obtenidos por los dos métodos, se observan valores bastante diferentes de la resistencia efectiva. Aunque los valores del coeficiente Φ_e son similares, para este caso no se cuenta con información de la estructura (planos, memorias de cálculo, estudios de suelo) eso hace que el valor del coeficiente Φ_c se vea bastante afectado al aplicar la metodología, no solo por los criterios de información existente, sino también, por los criterios de refuerzo en columnas y vigas, pues dado el alcance de esta tesis no es posible verificar con una inspección visual.

3. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

3.1. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que esta metodología sea aplicada únicamente por los profesionales que cumplan con los requisitos de experiencia e idoneidad establecidos por la Ley 400 de 1997.
- La concordancia entre lo consignado en los planos y lo construido no debe ser evaluado únicamente por medio de una inspección visual, sino con la respectiva verificación de que los refuerzos y la calidad de los concretos concuerden con los planos.
- Esta tesis está enfocada a sistemas de pórticos en concreto reforzado y sistemas combinados de pórticos y muros en concreto reforzado, se recomienda realizar en futuros trabajos de grado diferentes metodologías para la evaluación de los coeficientes de reducción de resistencia Φ_c y Φ_e de los diferentes sistemas de resistencia sísmica aprobados por la NSR-10.

3.2. CONCLUSIONES

- Se realizó un formato de inspección en el cual se recoge información importante para la ejecución del Proyecto, donde se consigna:
 - Información general de la estructura
 - Descripción del sistema estructural
 - Evaluación y diagnóstico de daños
 - Comentarios y observaciones generales

- En la NSR-10 hay 3 categorías para la evaluación de los coeficientes de reducción de resistencia que son bueno, regular y malo, con un valor de 1.00, 0.80 y 0.60 respectivamente; en la metodología se proponen 5 rangos de calificación que van de 0.60 a 1.00 en rangos de 0.10.

- Se anexan dos formatos (Anexo 2), los cuales deben ser usados para la implementación de la metodología, en estos se encuentran los criterios establecidos para la determinación de los coeficientes Φ_c y Φ_e y los factores de ponderación definidos para cada uno. Adicionalmente, como ayuda para la aplicación de la metodología se adjunta un documento explicativo de los criterios establecidos, el cual permitirá la correcta evaluación de estos.

- Se realizaron encuestas a 5 especialistas y con los valores obtenidos se ratificó la propuesta inicial de coeficientes de importancia dada a los criterios, aunque los valores obtenidos no fueron exactamente iguales, si coincidían en cuanto al orden de importancia.

- Al comparar los resultados de resistencia efectiva obtenidos por los dos métodos se concluyó que hay factores que no se tuvieron presentes al realizar la calificación cualitativa que recomienda el reglamento, pero que al estar definidos en la metodología si se tienen en cuenta y esto afectó el resultado obtenido. Mostrando la importancia de aplicar esta metodología.

- Adicionalmente se identificó que al hacer una calificación cualitativa algunas patologías menores que no afectan el comportamiento de la estructura inducen al evaluador a calificar mal la estructura, sin embargo, en la metodología se califican de manera más objetiva las lesiones patológicas de acuerdo con su implicación en la respuesta estructural de la edificación, obteniendo así un resultado más representativo de la realidad de la edificación.
- Aunque el criterio del especialista siempre estará presente en la determinación de los coeficientes, y por esto es necesario que sea realizada por un personal idóneo, lo que busca esta propuesta es que esta determinación se haga más objetivamente al establecer unos criterios de evaluación, los cuales podrían llegar a ser omitidos al hacer la evaluación cualitativa.
- El tiempo invertido en usar la metodología no es significativo, por lo tanto la implementación de esta no generará más costos al consultor y si se generará más confianza de los valores obtenidos para la determinación de la resistencia efectiva de los elementos de la estructura.

3.3. BIBLIOGRAFÍA

ATC, (1996). *Seismic evaluation and retrofit of concrete buildings – Volume 1*. California: Gail Hynes Shea.

Decreto 926 del 19 de marzo de 2010, por el cual se establecen los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismorresistentes NSR-10. (2010). Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. Colombia.

FEMA, (1988). *Fema 306 - Evaluation of earthquake damaged concrete and masonry wall buildings*. Washington, D.C.: Kris Ingle.

FEMA, (1988). *Fema 310 - Handbook for the Seismic Evaluation of Buildings*. Washington, D.C.: Kris Ingle.

FEMA, (2000). *Fema 356 - Prestandard and commentary for the seismic rehabilitation of buildings*. Washington, D.C.: Kris Ingle.

Florentin, M.C. (2009). *Patologías constructivas en los edificios, prevenciones y soluciones*. Asunción: Facultad de arquitectura, diseño y arte.

FOPAE, (2011). *Guía de patologías constructivas, estructurales y no estructurales*. Bogotá, D.C.: Grupo Magenta.

Gil, Z.C. (2015). Evaluación de daño estructural post-sismo en edificaciones: estado del arte (tesis de maestría). Maestría en Ingeniería Civil. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

López, P.M. (2014). Propuesta de adaptación del documento asce/sei31-03 “evaluación sísmica de edificaciones existentes” (tesis de maestría). Maestría en Ingeniería Civil. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

Servicio Geológico Colombiano, (2016). *Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa*. Bogotá, D.C.: Imprenta Nacional de Colombia.

4. ANEXOS

Anexo 1 - FORMATO DE ENCUESTA A EXPERTOS

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA DETERMINAR LOS COEFICIENTES DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA Φ_c Y Φ_e DE LA NSR-10, DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

1. PROBLEMA: En el reglamento NSR-10 se establece la obligatoriedad de evaluar la vulnerabilidad sísmica de algunas edificaciones existentes. Para esto, se debe seguir el procedimiento establecido en la Capítulo A.10 de la NSR-10 "Evaluación e Intervención de Edificaciones construidas antes de la vigencia de la presente versión del Reglamento". El valor de la resistencia efectiva o actual (N_{ef}) se evalúa según la Ecuación 1.

Ecuación 1 $N_{ef} = \Phi_c * \Phi_e * N_{ex}$ (A.10-1)

Donde, (N_{ex}) Resistencia existente, (Φ_c) Coeficiente de reducción de resistencia por calidad del diseño y construcción de la estructura y (Φ_e) Coeficiente de reducción de resistencia por estado de la estructura.

En la sección A.10.2 "Estudios e Investigaciones Requeridas" se describen los factores que deben tenerse en cuenta para determinar los coeficientes de reducción, los cuales dependerán del estado actual y de la calidad del diseño y de la construcción de la edificación. Ver Tabla 1.

	Calidad del diseño y la construcción, o del estado de la edificación		
	Buena	Regular	Mala
Φ_c o Φ_e	1	0,8	0,6

Tabla 1 – Valores de Φ_c y Φ_e (Tabla A.10.4-1 NSR-10)

2. ENCUESTA PARA VALIDAR EL FORMATO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN:

En el marco del desarrollo de la tesis de grado de maestría "Propuesta metodológica para determinar los coeficientes de reducción de resistencia ϕ_c y ϕ_e de la NSR-10, de estructuras de concreto reforzado". Se plantea la siguiente encuesta, para validar o calibrar los factores de ponderación que serán definidos para cada uno ítems del formato de recolección de información.

Siguiendo los parámetros establecidos en la sección A.10.2, del reglamento NSR-10 y de otros documentos y reglamentos consultados para el desarrollo de este trabajo de grado, se definieron los parámetros de evaluación de la estructura. Con el fin de determinar el porcentaje de importancia de cada uno de estos parámetros, se le solicita contestar las siguientes preguntas, asignando un valor de 1 a 5, donde 1 es irrelevante y 5 muy importante, en el proceso de determinación de los coeficientes de reducción de resistencia ϕ_c y ϕ_e .

3. PREGUNTAS PARA DETERMINAR Φ_c		
#	Pregunta	Calificación de 1 a 5
3,1	Sistema estructural y de resistencia sísmica.	
3,2	Cimentación.	
3,3	Existencia de información previa y concordancia con la construcción.	
3,4	Trayectoria de la carga: Que la estructura cuente con una trayectoria clara de las cargas verticales y horizontales.	
3,5	Separación Sísmica: Que la separación entre estructuras adyacentes concuerde con lo estipulado en el reglamento NSR-10.	
3,6	Muros divisorios dilatados: Que los muros divisorios estén dilatados de los elementos estructurales (no haya comportamiento de muros diafragmas).	
3,7	Columna corta o cautiva: Que no existan columnas cuyo esfuerzo principal sea el cortante.	
3,8	Refuerzo continuo en vigas: Que el refuerzo longitudinal de las vigas sea continuo a lo largo de todo el elemento.	
3,9	Refuerzo continuo en columnas y/o muros: Que el refuerzo longitudinal de las columnas y/o muros sea continuo a lo largo de todo el elemento.	
3,10	Longitud de traslapos: Que la longitud de los traslapos del acero de refuerzo, corresponda con lo indicado en la NSR- 10 C12.2.2.	
3,11	Porcentaje de excentricidad en columnas y/o muros: Que la excentricidad de la viga, respecto a la columna que le da apoyo, no sea mayor al 25% del ancho del apoyo, según C.21.3.4.2.	
3,12	Estribos y ganchos: Los requerimientos de estribos y ganchos deben cumplir con lo indicado en la NSR-10.	
3,13	Continuidad del diafragma: Que el diafragma no este compuesto por puntos que se encuentren en diferentes niveles.	
3,14	Anclaje de las columnas a la cimentación: Que todas las columnas estén ancladas a la cimentación, mediante el refuerzo longitudinal.	
3,15	Existencia de vigas de cimentación formando anillos: Que el sistema de cimentación este conformado por vigas que formen anillos, conectando todas las columnas.	
3,16	Elementos en concreto reforzado: Los elementos de la cimentación deben estar construidos en concreto reforzado, no en concreto ciclópeo.	
3,17	Concordancia de planos con construcción: Que las secciones de los elementos, acero de refuerzo y especificaciones de los materiales, concuerden con lo indicado en los planos constructivos.	

3,18	Existencia de memorias calculo estructural: Que existan memorias detalladas en donde se indique el método de diseño empleado, avalúos de carga, tipo de sistema estructural seleccionado, etc.	
3,19	Estudio de suelos: Que exista un estudio de suelos en donde se muestren los ensayos realizados y el tipo de suelo en donde se encuentra cimentada la estructura.	
3,20	Bitácora de obra y ensayos: Que Exista una bitácora de la obra en donde haya registro de los procedimientos constructivos empleados, ensayos realizados a los materiales, inconvenientes presentados durante la construcción, etc.	

4. PREGUNTAS PARA DETERMINAR Φ_e		
#	Pregunta	Calificación de 1 a 5
4,1	Patologías constructivas	
4,2	Patologías no constructivas	
4,3	Hormigueros: Que no se existan hormigueros por una inadecuada vibración del concreto en el proceso de fundida.	
4,4	Acero expuesto: Que no se observe acero de refuerzo expuesto por un inadecuado proceso constructivo.	
4,5	Fisuras en vigas: Que no se observen fisuras por flexión, cortante o torsión en las vigas de la estructura.	
4,6	Fisuras en columnas y/o muros: Que no se observen fisuras por compresión, cortante o torsión en las columnas o muros de la estructura.	
4,7	Asentamientos: Que no se evidencien asentamientos diferenciales por consolidación en la estructura.	
4,8	Humedad: Que no haya humedad por filtración de agua en la estructura.	
4,9	Sometida a Fuego: Que durante su uso, la estructura no haya sido sometida a la acción del fuego.	
4,10	Daños post sismo: Que no se evidencien o se tenga registro de daños en la estructura, inducidos por la acción de un evento sísmico.	
4,11	Corrosión en acero de refuerzo: Que no exista un proceso de corrosión en el acero de refuerzo.	
4,12	Perdida de recubrimiento: Que no se evidencie desprendimiento del concreto de recubrimiento de los elementos estructurales.	
4,13	Deterioro del concreto: Que no se presente deterioro del concreto de los elementos estructurales.	
4,14	Deflexiones excesivas de elementos: Que no haya elementos con deflexión excesiva.	

Anexo 2 - FORMATO PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

DOCUMENTO EXPLICATIVO PARA LA APLICACIÓN DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA PARA DETERMINAR LOS COEFICIENTES DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA Φ_c Y Φ_e DE LA NSR-10 EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

En este documento se explican los pasos que se deben seguir para aplicar la presente metodología, que busca determinar los coeficientes de reducción de resistencia Φ_c y Φ_e para la evaluación de la resistencia efectiva de una estructura.

- 1. PASO 1 – RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN:** Se debe recolectar la mayor cantidad de información existente de la estructura (planos estructurales, planos arquitectónicos, memorias de cálculo, estudios de suelos y bitácoras de obra)

- 2. PASO 2 – VISITA A LA ESTRUCTURA:** Se debe realizar una visita a la estructura en la que se verifique la concordancia de la estructura con los planos de diseño y se realice un levantamiento patológico.

- 3. PASO 3 – CALIFICACIÓN DE LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN:** Utilizando los formatos de este anexo y según lo observado en la visita a la obra y la información existente de la estructura, se deben calificar los criterios de 1 a 5, siendo 1 malo y 5 bueno, a continuación, se explican todos los criterios:

CRITERIOS PARA EL CALCULO DEL COEFICIENTE Φ_c (CALIDAD DEL DISEÑO Y LA CONSTRUCCIÓN)

Sistema Estructural

- **Trayectoria de la carga:** Aquí se evaluara que la distribución de los elementos estructurales aseguren una trayectoria adecuada de las cargas actuantes, de tal manera que estas puedan llegar a la cimentación.
- **Separación sísmica** Si existen edificios adyacentes, estos deben cumplir con lo estipulado en el reglamento NSR-10.
- **Columna corta o cautiva:** Para este criterio se evalúa que no existan columnas cuyo esfuerzo principal sea el cortante.
- **Refuerzo continuo en vigas:** El refuerzo longitudinal de las vigas debe ser continuo a lo largo de todo el elemento.

- **Refuerzo continuo en columnas y/o muros:** El refuerzo longitudinal de las columnas y/o muros debe ser continuo a lo largo de todo el elemento.
- **Porcentaje de excentricidad en columnas y/o muros:** La excentricidad de la viga, respecto a la columna que le da apoyo, no puede ser mayor al 25% del ancho del apoyo, según C.21.3.4.2 de la NSR-10.
- **Estribos y ganchos:** Se debe verificar la existencia de estribos en los elementos estructurales.

Cimentación

- **Anclaje de las columnas a la cimentación:** Todas las columnas deben estar ancladas a la cimentación, mediante el refuerzo longitudinal.
- **Existencia de vigas de cimentación formando anillos:** El sistema de cimentación debe estar conformado por vigas que formen anillos, conectando todas las columnas.
- **Elementos en concreto reforzado:** Los elementos de la cimentación deben estar contruidos en concreto reforzado, no en concreto ciclópeo.

Información previa

- **Concordancia de planos con construcción:** Las secciones de los elementos, acero de refuerzo y especificaciones de los materiales, deben coincidir con lo indicado en los planos constructivos.
- **Existencia de memorias calculo estructural:** En este criterio se evaluará la existencia de memorias detalladas en donde se indique el método de diseño empleado, avalúos de carga, tipo de sistema estructural seleccionado, etc.
- **Estudio de suelos:** Debe existir un estudio de suelos en donde se muestren los ensayos realizados y el tipo de suelo en donde se encuentra cimentada la estructura.
- **Bitácora de obra y ensayos:** Existe una bitácora de la obra en donde haya registro de los procedimientos constructivos empleados, ensayos realizados a los materiales, inconvenientes presentados durante la construcción, etc.

CRITERIOS PARA EL CALCULO DEL COEFICIENTE Φ_e (ESTADO DE LA ESTRUCTURA)

Patologías constructivas

- Hormigueros: Se evidencia formación de hormigueros por una inadecuada vibración del concreto en el proceso de fundida.
- Acero expuesto: Este criterio evaluará la presencia de acero de refuerzo expuesto por un inadecuado proceso constructivo.

Patologías no constructivas

- Fisuras en vigas: Se evaluará la presencia de fisuras por flexión, cortante o torsión en las vigas de la estructura.
- Fisuras en columnas y/o muros: Se evaluará la presencia de fisuras por compresión, cortante o torsión en las columnas o muros de la estructura.
- Asentamientos: Se evidencian asentamientos diferenciales por consolidación en la estructura.
- Humedad: Este criterio evaluará la presencia de humedad por filtración de agua en la estructura.
- Sometida a Fuego: Se debe investigar si durante la etapa de servicio la estructura ha sido sometida a la acción del fuego.
- Daños post sismo: Se evidencian o se tiene registro de daños en la estructura, inducidos por la acción de un evento sísmico.
- Corrosión en acero de refuerzo: Se debe evaluar si existen procesos de corrosión en el acero de refuerzo por exposición, filtración de agua, presencia de agentes corrosivos o cualquier otro que pueda comprometer el comportamiento del elemento.
- Pérdida de recubrimiento: Se evidencia desprendimiento del concreto de recubrimiento de los elementos estructurales.
- Deterioro del concreto: Hay un visible deterioro del concreto de los elementos estructurales por mala calidad o por exposición.

- 4. PASO 4 – CALCULAR LA CASILLA “c” DE LOS FORMATOS:** El siguiente paso es calcular la casilla “c” de los formularios, la cual se obtiene multiplicando los valores de las casillas “a”, calificación del criterio y “b”, coeficiente de importancia.

5. **PASO 5 – CALCULAR EL VALOR DE $\sum c$:** Posteriormente se debe realizar la sumatoria de todos los valores de la casilla “c”.

6. **PASO 6 – DEFINIR VALORES DE Φ_c Y Φ_e :** Finalmente para definir los valores de los coeficientes de reducción de resistencia Φ_c y Φ_e se debe tomar el valor de $\sum c$ y según los intervalos definidos seleccionar el valor correspondiente de estos coeficientes.

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA PARA EL CALCULO DEL COEFICIENTE Φ_c
(CALIDAD DEL DISEÑO Y LA CONSTRUCCIÓN)**

1. Id. proyecto:

2. Nombre de la estructura

3. Evaluador

4. Fecha de evaluación

DÍA	MES	AÑO

Según lo observado en la visita a la estructura y la información existente recolectada, califique los siguientes items con un valor de 1 a 5, siendo 1 malo y 5 bueno.

	a Calificación de 1 a 5	b Coeficiente de importancia	c a*b
1. SISTEMA ESTRUCTURAL			
1.1 Trayectoria de la carga	1	0.11	0.11
1.2 Separación Sismica	1	0.04	0.04
1.3 Columna corta o cautiva	1	0.09	0.09
1.4 Refuerzo continuo en vigas	1	0.08	0.08
1.5 Refuerzo continuo en columnas y/o muros	1	0.15	0.15
1.6 Estribos y ganchos	1	0.10	0.10
2. CIMENTACIÓN			
2.1 Anclaje de las columnas a la cimentación.	1	0.08	0.08
2.2 Existencia de vigas de cimentación formando anillos	1	0.06	0.06
2.3 Elementos en concreto reforzado	1	0.08	0.08
3. INFORMACIÓN PREVIA			
3.1 Concordancia de planos con construcción	1	0.12	0.12
3.2 Existencia de memorias calculo estructural	1	0.03	0.03
3.3 Estudio de suelos	1	0.02	0.02
3.4 Bitácora de obra y ensayos	1	0.04	0.04
		Σc	1.00
		Φ_c	0.60

	Φ_c
SI, $1.00 < \Sigma c \leq 2.50$	0.60
SI, $2.51 < \Sigma c \leq 3.10$	0.70
SI, $3.11 < \Sigma c \leq 3.70$	0.80
SI, $3.71 < \Sigma c \leq 4.30$	0.90
SI, $4.31 < \Sigma c \leq 5.00$	1.00

Nota: Ver instrucciones al respaldo de esta hoja

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL COEFICIENTE Φ_e
(ESTADO DE LA ESTRUCTURA)

1. Id. proyecto:

2. Nombre de la estructura

3. Evaluador

4. Fecha de evaluación

DÍA	MES	AÑO

Según lo observado en la visita a la estructura y la información existente recolectada, califique los siguientes ítems con un valor de 1 a 5, siendo 1 muy malo y 5 muy bueno.

	a Calificación de 1 a 5	b Coeficiente de importancia	c a*b
1. PATOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS			
1.1 Hormigueros	1	0.07	0.07
1.2 Acero expuesto	1	0.10	0.10
2. PATOLOGÍAS NO CONSTRUCTIVAS			
2.1 Fisuras en vigas	1	0.10	0.10
2.2 Fisuras en columnas y/o muros	1	0.15	0.15
2.3 Asentamientos	1	0.05	0.05
2.4 Humedad	1	0.03	0.03
2.5 Sometida a Fuego	1	0.05	0.05
2.6 Daños post sismo	1	0.10	0.10
2.7 Corrosión en acero de refuerzo	1	0.10	0.10
2.8 Pérdida de recubrimiento	1	0.05	0.05
2.10 Deterioro del concreto	1	0.10	0.10
2.11 Deflexiones excesivas de los elementos	1	0.10	0.10
		Σc	1.00
		Φ_e	0.60

	Φ_e
SI, $1.00 < \Sigma c \leq 2.50$	0.60
SI, $2.51 < \Sigma c \leq 3.10$	0.70
SI, $3.11 < \Sigma c \leq 3.70$	0.80
SI, $3.71 < \Sigma c \leq 4.30$	0.90
SI, $4.31 < \Sigma c \leq 5.00$	1.00

Nota: Ver instrucciones al respaldo de esta hoja

Anexo 3 - FORMATO DE INSPECCIÓN

FORMATO DE INSPECCIÓN

1. Id. proyecto: _____ 3. Evaluador _____	2. Fecha y hora visita	<table style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px 10px;">DIA</td> <td style="padding: 2px 10px;">MES</td> <td style="padding: 2px 10px;">ANO</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 20px;"></td> </tr> </table>	DIA	MES	ANO			
DIA	MES	ANO						

IDENTIFICACIÓN GENERAL DE LA EDIFICACIÓN

4. Nombre de la edificación: _____		
5. Dirección: _____	6. Año de construcción _____	
7. Uso Predominante <input type="checkbox"/> 7.1. Residencial <input type="checkbox"/> 7.2. Comercial <input type="checkbox"/> 7.3. Educacional <input type="checkbox"/> 7.4. Salud <input type="checkbox"/> 7.5. Hotelero <input type="checkbox"/> 7.6. Oficinas <input type="checkbox"/> 7.7. Industrial <input type="checkbox"/> 7.8. Institucional <input type="checkbox"/> 7.9. Bodegas <input type="checkbox"/> 7.10. Parqueaderos <input type="checkbox"/> 7.11. Multipropósito <input type="checkbox"/> 7.12. Otros: _____	8. Estado de la construcción <input type="checkbox"/> 8.1. Completa <input type="checkbox"/> 8.2. Incompleta <input type="checkbox"/> 8.3. En construcción <input type="checkbox"/> 8.4. No construido 10. Control de Calidad durante la construcción <input type="checkbox"/> 10.1 Autoconstrucción <input type="checkbox"/> 10.2 Con Supervisión por profesional	9. Número de Pisos <input type="checkbox"/> 9.1. Niveles sobre el terreno <input type="checkbox"/> 9.2. Sótanos <input type="checkbox"/> 9.3. Total <input type="checkbox"/> 9.4. Altura entrepiso (m)

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

11. Cimentación <input type="checkbox"/> 11.1 Zapatas <input type="checkbox"/> 11.2 Vigas Corridas <input type="checkbox"/> 11.3 Mixto <input type="checkbox"/> 11.4 Concreto ciclopeo <input type="checkbox"/> 11.5 Pilotes <input type="checkbox"/> 11.6 Caissons <input type="checkbox"/> 11.7 Placa de Cimentación <input type="checkbox"/> 11.8 No existe <input type="checkbox"/> 11.9 No identificada <input type="checkbox"/> 11.10 Otro: _____	14. Sistema estructural <input type="checkbox"/> 14.1 Pórticos en Concreto Reforzado <input type="checkbox"/> 14.2 Muros estructurales en Concreto Reforzado <input type="checkbox"/> 14.3 Sistema Combinado en Concreto Reforzado <input type="checkbox"/> 14.4 Prefabricados en concreto <input type="checkbox"/> 14.16. Otro: _____	15. Irregularidad en planta <input type="checkbox"/> 15.1 Irregularidad Alta <input type="checkbox"/> 15.2 Irregularidad Media <input type="checkbox"/> 15.3 Irregularidad Baja o Inexistente
12. Sistema de entrepiso <input type="checkbox"/> 12.1 Placa maciza de concreto <input type="checkbox"/> 12.2 Placa aligerada de concreto <input type="checkbox"/> 12.7 Otro: _____ <input type="checkbox"/> 12.8 No Aplica	16. Irregularidad en altura <input type="checkbox"/> 16.1 Irregularidad Alta <input type="checkbox"/> 16.2 Irregularidad Media <input type="checkbox"/> 16.3 Irregularidad Baja o Inexistente	
13. Sistema de Cubierta <input type="checkbox"/> 13.1 Placa en Concreto: _____ <input type="checkbox"/> 13.3 Estructura Metálica y Teja <input type="checkbox"/> 13.4 Estructura de Madera y Teja <input type="checkbox"/> 13.5 Otro: _____		

FORMATO DE INSPECCIÓN

1. Id. proyecto: <u>1</u>	2. Fecha y hora visita	DIA	MES	AÑO
3. Evaluador <u>Paola Zuluaga</u>		22	8	2019

IDENTIFICACIÓN GENERAL DE LA EDIFICACIÓN

4. Nombre de la edificación: <u>Estructura 1</u>		
5. Dirección: <u>Carrera 2 No 4 - 10</u>		6. Año de construcción <u>1999</u>
7. Uso Predominante	8. Estado de la construcción	9. Número de Pisos
<input type="checkbox"/> 7.1. Residencial	<input checked="" type="checkbox"/> 8.1. Completa	<input type="checkbox"/> 9.1. Niveles sobre el terreno
<input type="checkbox"/> 7.2. Comercial	<input type="checkbox"/> 8.2 Incompleta	<input type="checkbox"/> 9.2. Sótanos
<input type="checkbox"/> 7.3. Educacional	<input type="checkbox"/> 8.3 En construcción	<input type="checkbox"/> 9.3. Total
<input type="checkbox"/> 7.4. Salud	<input type="checkbox"/> 8.4 No construido	<input type="checkbox"/> 9.4. Altura entrepiso (m)
<input type="checkbox"/> 7.5. Hotelero		
<input type="checkbox"/> 7.6. Oficinas		
<input type="checkbox"/> 7.7. Industrial	10. Control de Calidad durante la construcción	
<input type="checkbox"/> 7.8. Institucional	<input type="checkbox"/> 10.1 Autoconstrucción	
<input type="checkbox"/> 7.9. Bodegas	<input checked="" type="checkbox"/> 10.2 Con Supervisión por profesional	
<input type="checkbox"/> 7.10. Parqueaderos		
<input type="checkbox"/> 7.11. Multipropósito		
<input type="checkbox"/> 7.12. Otros <u>Recreativo</u>		

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

11. Cimentación	14. Sistema estructural
<input checked="" type="checkbox"/> 11.1 Zapatas	<input checked="" type="checkbox"/> 14.1 Pórticos en Concreto Reforzado
<input type="checkbox"/> 11.2 Vigas Corridas	<input type="checkbox"/> 14.2 Muros estructurales en Concreto Reforzado
<input type="checkbox"/> 11.3 Mixto	<input type="checkbox"/> 14.3 Sistema Combinado en Concreto Reforzado
<input type="checkbox"/> 11.4 Concreto ciclópeo	<input type="checkbox"/> 14.4 Prefabricados en concreto
<input type="checkbox"/> 11.5 Pilotes	<input type="checkbox"/> 14.16. Otro _____
<input type="checkbox"/> 11.6 Caissons	
<input type="checkbox"/> 11.7 Placa de Cimentación	15. Irregularidad en planta
<input type="checkbox"/> 11.8 No existe	<input type="checkbox"/> 15.1 Irregularidad Alta
<input type="checkbox"/> 11.9 No identificada	<input type="checkbox"/> 15.2 Irregularidad Media
<input type="checkbox"/> 11.10 Otro _____	<input checked="" type="checkbox"/> 15.3 Irregularidad Baja o Inexistente
12. Sistema de entrepiso	16. Irregularidad en altura
<input type="checkbox"/> 12.1 Placa maciza de concreto	<input type="checkbox"/> 16.1 Irregularidad Alta
<input checked="" type="checkbox"/> 12.2 Placa aligerada de concreto	<input type="checkbox"/> 16.2 Irregularidad Media
<input type="checkbox"/> 12.7 Otro _____	<input checked="" type="checkbox"/> 16.3 Irregularidad Baja o Inexistente
<input type="checkbox"/> 12.8 No Aplica	
13. Sistema de Cubierta	
<input type="checkbox"/> 13.1 Placa en Concreto _____	
<input checked="" type="checkbox"/> 13.3 Estructura Metálica y Teja	
<input type="checkbox"/> 13.4 Estructura de Madera y Teja	
<input type="checkbox"/> 13.5 Otro: _____	

FORMATO DE INSPECCIÓN

		DIA	MES	AÑO
1. Id. proyecto: <u>2</u>	2. Fecha y hora visita	5	10	2019
3. Evaluador	<u>Paola Zuluaga</u>			

IDENTIFICACIÓN GENERAL DE LA EDIFICACIÓN

4. Nombre de la edificación: <u>Estructura 2</u>		
5. Dirección: <u>Calle 56 # 851 – 15</u>		6. Año de construcción <u>2007</u>
7. Uso Predominante	8. Estado de la construcción	9. Número de Pisos
<input type="checkbox"/> 7.1. Residencial	<input type="checkbox"/> 8.1. Completa	<input type="checkbox"/> 9.1. Niveles sobre el terreno
<input type="checkbox"/> 7.2. Comercial	<input checked="" type="checkbox"/> 8.2. Incompleta	<input type="checkbox"/> 9.2. Sótanos
<input type="checkbox"/> 7.3. Educacional	<input type="checkbox"/> 8.3. En construcción	<input type="checkbox"/> 9.3. Total
<input type="checkbox"/> 7.4. Salud	<input type="checkbox"/> 8.4. No construido	<input type="checkbox"/> 9.4. Altura entrepiso (m)
<input type="checkbox"/> 7.5. Hotelero		
<input type="checkbox"/> 7.6. Oficinas		
<input type="checkbox"/> 7.7. Industrial	10. Control de Calidad durante la construcción	
<input checked="" type="checkbox"/> 7.8. Institucional	<input type="checkbox"/> 10.1 Autoconstrucción	
<input type="checkbox"/> 7.9. Bodegas	<input checked="" type="checkbox"/> 10.2 Con Supervisión por profesional	
<input type="checkbox"/> 7.10. Parqueaderos		
<input type="checkbox"/> 7.11. Multipropósito		
<input checked="" type="checkbox"/> 7.12. Otros <u>Salón Comunal</u>		

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

11. Cimentación	14. Sistema estructural
<input checked="" type="checkbox"/> 11.1 Zapatas	<input checked="" type="checkbox"/> 14.1 Pórticos en Concreto Reforzado
<input type="checkbox"/> 11.2 Vigas Corridas	<input type="checkbox"/> 14.2 Muros estructurales en Concreto Reforzado
<input type="checkbox"/> 11.3 Mixto	<input type="checkbox"/> 14.3 Sistema Combinado en Concreto Reforzado
<input type="checkbox"/> 11.4 Concreto ciclópeo	<input type="checkbox"/> 14.4 Prefabricados en concreto
<input type="checkbox"/> 11.5 Pilotes	<input type="checkbox"/> 14.16. Otro _____
<input type="checkbox"/> 11.6 Caissons	
<input type="checkbox"/> 11.7 Placa de Cimentación	15. Irregularidad en planta
<input type="checkbox"/> 11.8 No existe	<input type="checkbox"/> 15.1 Irregularidad Alta
<input type="checkbox"/> 11.9 No identificada	<input type="checkbox"/> 15.2 Irregularidad Media
<input type="checkbox"/> 11.10 Otro _____	<input checked="" type="checkbox"/> 15.3 Irregularidad Baja o Inexistente
12. Sistema de entrepiso	16. Irregularidad en altura
<input type="checkbox"/> 12.1 Placa maciza de concreto	<input type="checkbox"/> 16.1 Irregularidad Alta
<input type="checkbox"/> 12.2 Placa aligerada de concreto	<input checked="" type="checkbox"/> 16.2 Irregularidad Media
<input type="checkbox"/> 12.7 Otro _____	<input type="checkbox"/> 16.3 Irregularidad Baja o Inexistente
<input checked="" type="checkbox"/> 12.8 No Aplica	
13. Sistema de Cubierta	
<input type="checkbox"/> 13.1 Placa en Concreto _____	
<input checked="" type="checkbox"/> 13.3 Estructura Metálica y Teja	
<input type="checkbox"/> 13.4 Estructura de Madera y Teja	
<input type="checkbox"/> 13.5 Otro: _____	

FORMATO DE INSPECCIÓN

1. Id. proyecto:	<u>3</u>	2. Fecha y hora visita	
3. Evaluador	<u>Paola Zuluaga</u>		

DIA	MES	AÑO
12	10	2019

IDENTIFICACIÓN GENERAL DE LA EDIFICACIÓN

4. Nombre de la edificación:	<u>Estructura 3</u>	
5. Dirección:	<u>Cll. 45a #9-46</u>	6. Año de construcción <u>1992</u>

7. Uso Predominante	8. Estado de la construcción	9. Número de Pisos
<input type="checkbox"/> 7.1. Residencial	<input checked="" type="checkbox"/> 8.1. Completa	<input type="checkbox"/> 9.1. Niveles sobre el terreno
<input type="checkbox"/> 7.2. Comercial	<input type="checkbox"/> 8.2. Incompleta	<input type="checkbox"/> 9.2. Sótanos
<input type="checkbox"/> 7.3. Educacional	<input type="checkbox"/> 8.3. En construcción	<input type="checkbox"/> 9.3. Total
<input type="checkbox"/> 7.4. Salud	<input type="checkbox"/> 8.4. No construido	<input type="checkbox"/> 9.4. Altura entrepiso (m)
<input type="checkbox"/> 7.5. Hotelero		
<input type="checkbox"/> 7.6. Oficinas		
<input type="checkbox"/> 7.7. Industrial		
<input checked="" type="checkbox"/> 7.8. Institucional		
<input type="checkbox"/> 7.9. Bodegas		
<input type="checkbox"/> 7.10. Parqueaderos		
<input type="checkbox"/> 7.11. Multipropósito		
<input type="checkbox"/> 7.12. Otros		

10. Control de Calidad durante la construcción
<input type="checkbox"/> 10.1 Autoconstrucción
<input checked="" type="checkbox"/> 10.2 Con Supervisión por profesional

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

11. Cimentación	14. Sistema estructural
<input checked="" type="checkbox"/> 11.1 Zapatas	<input checked="" type="checkbox"/> 14.1 Pórticos en Concreto Reforzado
<input type="checkbox"/> 11.2 Vigas Corridas	<input type="checkbox"/> 14.2 Muros estructurales en Concreto Reforzado
<input type="checkbox"/> 11.3 Mixto	<input type="checkbox"/> 14.3 Sistema Combinado en Concreto Reforzado
<input type="checkbox"/> 11.4 Concreto ciclópeo	<input type="checkbox"/> 14.4 Prefabricados en concreto
<input type="checkbox"/> 11.5 Pilotes	<input type="checkbox"/> 14.16. Otro _____
<input type="checkbox"/> 11.6 Caissons	
<input type="checkbox"/> 11.7 Placa de Cimentación	15. Irregularidad en planta
<input type="checkbox"/> 11.8 No existe	<input type="checkbox"/> 15.1 Irregularidad Alta
<input type="checkbox"/> 11.9 No identificada	<input type="checkbox"/> 15.2 Irregularidad Media
<input type="checkbox"/> 11.10 Otro _____	<input checked="" type="checkbox"/> 15.3 Irregularidad Baja o Inexistente

12. Sistema de entrepiso	16. Irregularidad en altura
<input type="checkbox"/> 12.1 Placa maciza de concreto	<input type="checkbox"/> 16.1 Irregularidad Alta
<input checked="" type="checkbox"/> 12.2 Placa aligerada de concreto	<input type="checkbox"/> 16.2 Irregularidad Media
<input type="checkbox"/> 12.7 Otro _____	<input checked="" type="checkbox"/> 16.3 Irregularidad Baja o Inexistente
<input type="checkbox"/> 12.8 No Aplica	

13. Sistema de Cubierta
<input type="checkbox"/> 13.1 Placa en Concreto _____
<input checked="" type="checkbox"/> 13.3 Estructura Metálica y Teja _____
<input type="checkbox"/> 13.4 Estructura de Madera y Teja _____
<input type="checkbox"/> 13.5 Otro: _____

Anexo 4 - FORMATO DE INSPECCIÓN – ESTRUCTURA 1

FORMATO DE INSPECCIÓN

1. Id. proyecto:	1	2. Fecha y hora visita	DÍA	MES	AÑO
3. Evaluador	Paola Zuluaga		22	8	2019

IDENTIFICACIÓN GENERAL DE LA EDIFICACIÓN

4. Nombre de la edificación:		Estructura 1	
5. Dirección:		Carrera 2 No 4 - 10	
		6. Año de construcción	1999
7. Uso Predominante		8. Estado de la construcción	
<input type="checkbox"/> 7.1. Residencial		<input checked="" type="checkbox"/> 8.1. Completa	
<input type="checkbox"/> 7.2. Comercial		<input type="checkbox"/> 8.2. Incompleta	
<input type="checkbox"/> 7.3. Educacional		<input type="checkbox"/> 8.3. En construcción	
<input type="checkbox"/> 7.4. Salud		<input type="checkbox"/> 8.4. No construido	
<input type="checkbox"/> 7.5. Hotelero			
<input type="checkbox"/> 7.6. Oficinas		9. Número de Pisos	
<input type="checkbox"/> 7.7. Industrial		<input type="checkbox"/> 9.1. Niveles sobre el terreno	
<input type="checkbox"/> 7.8. Institucional		<input type="checkbox"/> 9.2. Sótanos	
<input type="checkbox"/> 7.9. Bodegas		<input type="checkbox"/> 9.3. Total	
<input type="checkbox"/> 7.10. Parqueaderos		<input type="checkbox"/> 9.4. Altura entrepiso (m)	
<input type="checkbox"/> 7.11. Multipropósito			
<input type="checkbox"/> 7.12. Otros	Recreativo		
		10. Control de Calidad durante la construcción	
		<input type="checkbox"/> 10.1 Autoconstrucción	
		<input checked="" type="checkbox"/> 10.2 Con Supervisión por profesional	

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

11. Cimentación		14. Sistema estructural	
<input checked="" type="checkbox"/> 11.1 Zapatas		<input checked="" type="checkbox"/> 14.1 Pórticos en Concreto Reforzado	
<input type="checkbox"/> 11.2 Vigas Corridas		<input type="checkbox"/> 14.2 Muros estructurales en Concreto Reforzado	
<input type="checkbox"/> 11.3 Mixto		<input type="checkbox"/> 14.3 Sistema Combinado en Concreto Reforzado	
<input type="checkbox"/> 11.4 Concreto ciclópeo		<input type="checkbox"/> 14.4 Prefabricados en concreto	
<input type="checkbox"/> 11.5 Pilotes		<input type="checkbox"/> 14.16. Otro	
<input type="checkbox"/> 11.6 Caissons			
<input type="checkbox"/> 11.7 Placa de Cimentación		15. Irregularidad en planta	
<input type="checkbox"/> 11.8 No existe		<input type="checkbox"/> 15.1 Irregularidad Alta	
<input type="checkbox"/> 11.9 No identificada		<input type="checkbox"/> 15.2 Irregularidad Media	
<input type="checkbox"/> 11.10 Otro		<input checked="" type="checkbox"/> 15.3 Irregularidad Baja o Inexistente	
12. Sistema de entrepiso		16. Irregularidad en altura	
<input type="checkbox"/> 12.1 Placa maciza de concreto		<input type="checkbox"/> 16.1 Irregularidad Alta	
<input checked="" type="checkbox"/> 12.2 Placa aligerada de concreto		<input type="checkbox"/> 16.2 Irregularidad Media	
<input type="checkbox"/> 12.7 Otro		<input checked="" type="checkbox"/> 16.3 Irregularidad Baja o Inexistente	
<input type="checkbox"/> 12.8 No Aplica			
13. Sistema de Cubierta			
<input type="checkbox"/> 13.1 Placa en Concreto			
<input checked="" type="checkbox"/> 13.3 Estructura Metálica y Teja			
<input type="checkbox"/> 13.4 Estructura de Madera y Teja			
<input type="checkbox"/> 13.5 Otro:			

Anexo 5 - DETERMINACIÓN ϕ_c – ESTRUCTURA 1

APLICACION DE LA METODOLOGIA PARA EL CALCULO DEL COEFICIENTE Φ_c
(CALIDAD DEL DISEÑO Y LA CONSTRUCCIÓN)

1. Id. proyecto:	001		
2. Nombre de la estructura	Estructura 1		
3. Evaluador	Paola Zuluaga		
4. Fecha de evaluación	DÍA	MES	AÑO
	29	10	2019

Según lo observado en la visita a la estructura y la información existente recolectada, califique los siguientes items con un valor de 1 a 5, siendo 1 malo y 5 bueno.

	a Calificación de 1 a 5	b Coeficiente de importancia	c a*b
1. SISTEMA ESTRUCTURAL			
1.1 Trayectoria de la carga	5	0.11	0.55
1.2 Separación Sismica	5	0.04	0.20
1.3 Columna corta o cautiva	5	0.09	0.45
1.4 Refuerzo continuo en vigas	5	0.08	0.40
1.5 Refuerzo continuo en columnas y/o muros	5	0.15	0.75
1.6 Estribos y ganchos	5	0.10	0.50
2. CIMENTACIÓN			
2.1 Anclaje de las columnas a la cimentación.	1	0.08	0.08
2.2 Existencia de vigas de cimentación formando anillos	3	0.06	0.18
2.3 Elementos en concreto reforzado	5	0.08	0.40
3. INFORMACIÓN PREVIA			
3.1 Concordancia de planos con construcción	4	0.12	0.48
3.2 Existencia de memorias calculo estructural	1	0.03	0.03
3.3 Existencia de estudio de suelos	5	0.02	0.10
3.4 Bitácora de obra y ensayos	1	0.04	0.04
		Σc	4.16
		Φ_c	0.90

	Φ_c
SI, $1.00 < \Sigma c \leq 2.50$	0.60
SI, $2.51 < \Sigma c \leq 3.10$	0.70
SI, $3.11 < \Sigma c \leq 3.70$	0.80
SI, $3.71 < \Sigma c \leq 4.30$	0.90
SI, $4.31 < \Sigma c \leq 5.00$	1.00

Nota: Ver instrucciones al respaldo de esta hoja

Anexo 6 - DETERMINACIÓN Φ_e – ESTRUCTURA 1

APLICACION DE LA METODOLOGIA PARA EL CALCULO DEL COEFICIENTE Φ_e
(ESTADO DE LA ESTRUCTURA)

1. Id. proyecto:	001		
2. Nombre de la estructura	Estructura 1		
3. Evaluador	Paola Zuluaga		
4. Fecha de evaluación	DÍA	MES	AÑO
	29	10	2019

Según lo observado en la visita a la estructura y la información existente recolectada, califique los siguientes ítems con un valor de 1 a 5, siendo 1 muy malo y 5 muy bueno.

	a	b	c
	Calificación de 1 a 5	Coeficiente de importancia	a*b
1. PATOLOGIAS CONSTRUCTIVAS			
1.1 Hormigueros	5	0.07	0.35
1.2 Acero expuesto	1	0.10	0.1
2. PATOLOGIAS NO CONSTRUCTIVAS			
2.1 Fisuras en vigas	3	0.10	0.3
2.2 Fisuras en columnas y/o muros	3	0.15	0.45
2.3 Asentamientos	1	0.05	0.05
2.4 Humedad	1	0.03	0.03
2.5 Sometida a Fuego	5	0.05	0.25
2.6 Daños post sismo	5	0.10	0.5
2.7 Corrosión en acero de refuerzo	1	0.10	0.1
2.8 Perdida de recubrimiento	3	0.05	0.15
2.10 Deterioro del concreto	3	0.10	0.3
2.11 Deflexiones excesivas de los elementos	5	0.10	0.5
		Σc	3.08
		Φ_e	0.70

	Φ_e
SI, $1.00 < \Sigma c \leq 2.50$	0.60
SI, $2.51 < \Sigma c \leq 3.10$	0.70
SI, $3.11 < \Sigma c \leq 3.70$	0.80
SI, $3.71 < \Sigma c \leq 4.30$	0.90
SI, $4.31 < \Sigma c \leq 5.00$	1.00

Nota: Ver instrucciones al respaldo de esta hoja

Anexo 7 - FORMATO DE INSPECCIÓN – ESTRUCTURA 2

FORMATO DE INSPECCIÓN

1. Id. proyecto: <u>2</u>	2. Fecha y hora visita	DÍA	MES	AÑO
3. Evaluador <u>Paola Zuluaga</u>		5	10	2019

IDENTIFICACIÓN GENERAL DE LA EDIFICACIÓN

4. Nombre de la edificación: <u>Estructura 2</u>		
5. Dirección: <u>Calle 56 # 851 – 15</u>		6. Año de construcción <u>2007</u>
7. Uso Predominante	8. Estado de la construcción	9. Número de Pisos
<input type="checkbox"/> 7.1. Residencial	<input type="checkbox"/> 8.1. Completa	<input type="checkbox"/> 3 9.1. Niveles sobre el terreno
<input type="checkbox"/> 7.2. Comercial	<input checked="" type="checkbox"/> 8.2 Incompleta	<input type="checkbox"/> 9.2. Sótanos
<input type="checkbox"/> 7.3. Educativa	<input type="checkbox"/> 8.3 En construcción	<input type="checkbox"/> 9.3. Total
<input type="checkbox"/> 7.4. Salud	<input type="checkbox"/> 8.4 No construido	<input type="checkbox"/> 9.4. Altura entrepiso (m)
<input type="checkbox"/> 7.5. Hotelero		
<input type="checkbox"/> 7.6. Oficinas		
<input type="checkbox"/> 7.7. Industrial	10. Control de Calidad durante la construcción	
<input checked="" type="checkbox"/> 7.8. Institucional	<input type="checkbox"/> 10.1 Autoconstrucción	
<input type="checkbox"/> 7.9. Bodegas	<input checked="" type="checkbox"/> 10.2 Con Supervisión por profesional	
<input type="checkbox"/> 7.10. Parqueaderos		
<input type="checkbox"/> 7.11. Multipropósito		
<input checked="" type="checkbox"/> 7.12. Otros <u>Salón Comunal</u>		

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

11. Cimentación	14. Sistema estructural
<input checked="" type="checkbox"/> 11.1 Zapatas	<input checked="" type="checkbox"/> 14.1 Pórticos en Concreto Reforzado
<input type="checkbox"/> 11.2 Vigas Corridas	<input type="checkbox"/> 14.2 Muros estructurales en Concreto Reforzado
<input type="checkbox"/> 11.3 Mixto	<input type="checkbox"/> 14.3 Sistema Combinado en Concreto Reforzado
<input type="checkbox"/> 11.4 Concreto ciclópeo	<input type="checkbox"/> 14.4 Prefabricados en concreto
<input type="checkbox"/> 11.5 Pilotes	<input type="checkbox"/> 14.16. Otro _____
<input type="checkbox"/> 11.6 Caissons	
<input type="checkbox"/> 11.7 Placa de Cimentación	15. Irregularidad en planta
<input type="checkbox"/> 11.8 No existe	<input type="checkbox"/> 15.1 Irregularidad Alta
<input type="checkbox"/> 11.9 No identificada	<input type="checkbox"/> 15.2 Irregularidad Media
<input type="checkbox"/> 11.10 Otro _____	<input checked="" type="checkbox"/> 15.3 Irregularidad Baja o Inexistente
12. Sistema de entpiso	16. Irregularidad en altura
<input type="checkbox"/> 12.1 Placa maciza de concreto	<input type="checkbox"/> 16.1 Irregularidad Alta
<input type="checkbox"/> 12.2 Placa aligerada de concreto	<input checked="" type="checkbox"/> 16.2 Irregularidad Media
<input type="checkbox"/> 12.7 Otro _____	<input type="checkbox"/> 16.3 Irregularidad Baja o Inexistente
<input checked="" type="checkbox"/> 12.8 No Aplica	
13. Sistema de Cubierta	
<input type="checkbox"/> 13.1 Placa en Concreto _____	
<input checked="" type="checkbox"/> 13.3 Estructura Metálica y Teja _____	
<input type="checkbox"/> 13.4 Estructura de Madera y Teja	
<input type="checkbox"/> 13.5 Otro:	

Anexo 8 - DETERMINACIÓN ϕ_c – ESTRUCTURA 2

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA PARA EL CALCULO DEL COEFICIENTE Φ_c
(CALIDAD DEL DISEÑO Y LA CONSTRUCCIÓN)**

1. Id. proyecto:	002		
2. Nombre de la estructura	Estructura 2		
3. Evaluador	Paola Zuluaga		
4. Fecha de evaluación	DÍA	MES	AÑO
	29	10	2019

Según lo observado en la visita a la estructura y la información existente recolectada, califique los siguientes items con un valor de 1 a 5, siendo 1 malo y 5 bueno.

	a Calificación de 1 a 5	b Coeficiente de importancia	c a*b
1. SISTEMA ESTRUCTURAL			
1.1 Trayectoria de la carga	1	0.11	0.11
1.2 Separación Sismica	5	0.04	0.2
1.3 Columna corta o cautiva	5	0.09	0.45
1.4 Refuerzo continuo en vigas	5	0.08	0.4
1.5 Refuerzo continuo en columnas y/o muros	5	0.15	0.75
1.6 Estribos y ganchos	5	0.10	0.5
2. CIMENTACIÓN			
2.1 Anclaje de las columnas a la cimentación.	5	0.08	0.4
2.2 Existencia de vigas de cimentación formando anillos	5	0.06	0.3
2.3 Elementos en concreto reforzado	5	0.08	0.4
3. INFORMACIÓN PREVIA			
3.1 Concordancia de planos con construcción	3	0.12	0.36
3.2 Existencia de memorias calculo estructural	5	0.03	0.15
3.3 Existencia de estudio de suelos	5	0.02	0.1
3.4 Bitácora de obra y ensayos	1	0.04	0.04
		Σc	4.16
		Φ_c	0.90

	Φ_c
SI, $1.00 < \Sigma c \leq 2.50$	0.60
SI, $2.51 < \Sigma c \leq 3.10$	0.70
SI, $3.11 < \Sigma c \leq 3.70$	0.80
SI, $3.71 < \Sigma c \leq 4.30$	0.90
SI, $4.31 < \Sigma c \leq 5.00$	1.00

Nota: Ver instrucciones al respaldo de esta hoja

Anexo 9 - DETERMINACIÓN Φ_e – ESTRUCTURA 2

APLICACION DE LA METODOLOGIA PARA EL CALCULO DEL COEFICIENTE Φ_e
(ESTADO DE LA ESTRUCTURA)

1. Id. proyecto:	002		
2. Nombre de la estructura	Estructura 2		
3. Evaluador	Paola Zuluaga		
4. Fecha de evaluación	DÍA	MES	AÑO
	29	10	2019

Según lo observado en la visita a la estructura y la información existente recolectada, califique los siguientes items con un valor de 1 a 5, siendo 1 muy malo y 5 muy bueno.

	a Calificación de 1 a 5	b Coeficiente de importancia	c a*b
1. PATOLOGIAS CONSTRUCTIVAS			
1.1 Hormigueros	1	0.07	0.07
1.2 Acero expuesto	1	0.10	0.1
2. PATOLOGIAS NO CONSTRUCTIVAS			
2.1 Fisuras en vigas	1	0.10	0.1
2.2 Fisuras en columnas y/o muros	1	0.15	0.15
2.3 Asentamientos	5	0.05	0.25
2.4 Humedad	3	0.03	0.09
2.5 Sometida a Fuego	5	0.05	0.25
2.6 Daños post sismo	5	0.10	0.5
2.7 Corrosión en acero de refuerzo	3	0.10	0.3
2.8 Perdida de recubrimiento	1	0.05	0.05
2.10 Deterioro del concreto	2	0.10	0.2
2.11 Deflexiones excesivas de los elementos	4	0.10	0.4
		Σc	2.46
		Φ_e	0.60

	Φ_e
SI, $1.00 < \Sigma c \leq 2.50$	0.60
SI, $2.51 < \Sigma c \leq 3.10$	0.70
SI, $3.11 < \Sigma c \leq 3.70$	0.80
SI, $3.71 < \Sigma c \leq 4.30$	0.90
SI, $4.31 < \Sigma c \leq 5.00$	1.00

Nota: Ver instrucciones al respaldo de esta hoja

Anexo 10 - FORMATO DE INSPECCIÓN – ESTRUCTURA 3

FORMATO DE INSPECCIÓN

1. Id. proyecto: <u>3</u>	2. Fecha y hora visita	DÍA	MES	AÑO
3. Evaluador <u>Paola Zuluaga</u>		12	10	2019

IDENTIFICACIÓN GENERAL DE LA EDIFICACIÓN

4. Nombre de la edificación: <u>Estructura 3</u>		6. Año de construcción <u>1992</u>	
5. Dirección: <u>Cll. 45a #9-46</u>			
7. Uso Predominante		8. Estado de la construcción	
<input type="checkbox"/> 7.1. Residencial	<input checked="" type="checkbox"/> 8.1. Completa	<input type="checkbox"/> 9.1. Niveles sobre el terreno	
<input type="checkbox"/> 7.2. Comercial	<input type="checkbox"/> 8.2 Incompleta	<input type="checkbox"/> 9.2. Sótanos	
<input type="checkbox"/> 7.3. Educativo	<input type="checkbox"/> 8.3 En construcción	<input type="checkbox"/> 9.3. Total	
<input type="checkbox"/> 7.4. Salud	<input type="checkbox"/> 8.4 No construido	<input type="checkbox"/> 9.4. Altura entrepiso (m)	
<input type="checkbox"/> 7.5. Hotelero			
<input type="checkbox"/> 7.6. Oficinas			
<input type="checkbox"/> 7.7. Industrial			
<input checked="" type="checkbox"/> 7.8. Institucional	10. Control de Calidad durante la construcción		
<input type="checkbox"/> 7.9. Bodegas	<input type="checkbox"/> 10.1 Autoconstrucción		
<input type="checkbox"/> 7.10. Parqueaderos	<input checked="" type="checkbox"/> 10.2 Con Supervisión por profesional		
<input type="checkbox"/> 7.11. Multipropósito			
<input type="checkbox"/> 7.12. Otros _____			

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

11. Cimentación		14. Sistema estructural	
<input checked="" type="checkbox"/> 11.1 Zapatas	<input checked="" type="checkbox"/> 14.1 Pórticos en Concreto Reforzado		
<input type="checkbox"/> 11.2 Vigas Corridas	<input type="checkbox"/> 14.2 Muros estructurales en Concreto Reforzado		
<input type="checkbox"/> 11.3 Mixto	<input type="checkbox"/> 14.3 Sistema Combinado en Concreto Reforzado		
<input type="checkbox"/> 11.4 Concreto ciclópeo	<input type="checkbox"/> 14.4 Prefabricados en concreto		
<input type="checkbox"/> 11.5 Pilotes	<input type="checkbox"/> 14.16. Otro _____		
<input type="checkbox"/> 11.6 Caissons			
<input type="checkbox"/> 11.7 Placa de Cimentación	15. Irregularidad en planta		
<input type="checkbox"/> 11.8 No existe	<input type="checkbox"/> 15.1 Irregularidad Alta		
<input type="checkbox"/> 11.9 No identificada	<input type="checkbox"/> 15.2 Irregularidad Media		
<input type="checkbox"/> 11.10 Otro _____	<input checked="" type="checkbox"/> 15.3 Irregularidad Baja o Inexistente		
12. Sistema de entrepiso		16. Irregularidad en altura	
<input type="checkbox"/> 12.1 Placa maciza de concreto	<input type="checkbox"/> 16.1 Irregularidad Alta		
<input checked="" type="checkbox"/> 12.2 Placa aligerada de concreto	<input type="checkbox"/> 16.2 Irregularidad Media		
<input type="checkbox"/> 12.7 Otro _____	<input checked="" type="checkbox"/> 16.3 Irregularidad Baja o Inexistente		
<input type="checkbox"/> 12.8 No Aplica			
13. Sistema de Cubierta			
<input type="checkbox"/> 13.1 Placa en Concreto _____			
<input checked="" type="checkbox"/> 13.3 Estructura Metálica y Teja _____			
<input type="checkbox"/> 13.4 Estructura de Madera y Teja			
<input type="checkbox"/> 13.5 Otro:			

Anexo 11 - DETERMINACIÓN Φ_c – ESTRUCTURA 3

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA PARA EL CALCULO DEL COEFICIENTE Φ_c
(CALIDAD DEL DISEÑO Y LA CONSTRUCCIÓN)**

1. Id. proyecto:	003		
2. Nombre de la estructura	Estructura 3		
3. Evaluador	Paola Zuluaga		
4. Fecha de evaluación	DÍA	MES	AÑO
	29	10	2019

Según lo observado en la visita a la estructura y la información existente recolectada, califique los siguientes items con un valor de 1 a 5, siendo 1 malo y 5 bueno.

	a Calificación de 1 a 5	b Coeficiente de importancia	c a*b
1. SISTEMA ESTRUCTURAL			
1.1 Trayectoria de la carga	5	0.11	0.55
1.2 Separación Sismica	1	0.04	0.04
1.3 Columna corta o cautiva	5	0.09	0.45
1.4 Refuerzo continuo en vigas	5	0.08	0.40
1.5 Refuerzo continuo en columnas y/o muros	5	0.15	0.75
1.6 Estribos y ganchos	5	0.10	0.50
2. CIMENTACIÓN			
2.1 Anclaje de las columnas a la cimentación.	5	0.08	0.40
2.2 Existencia de vigas de cimentación formando anillos	5	0.06	0.30
2.3 Elementos en concreto reforzado	5	0.08	0.40
3. INFORMACIÓN PREVIA			
3.1 Concordancia de planos con construcción	5	0.12	0.60
3.2 Existencia de memorias calculo estructural	1	0.03	0.03
3.3 Existencia de estudio de suelos	5	0.02	0.10
3.4 Bitácora de obra y ensayos	1	0.04	0.04
		Σc	4.56
		Φ_c	1.00

	Φ_c
SI, $1.00 < \Sigma c \leq 2.50$	0.60
SI, $2.51 < \Sigma c \leq 3.10$	0.70
SI, $3.11 < \Sigma c \leq 3.70$	0.80
SI, $3.71 < \Sigma c \leq 4.30$	0.90
SI, $4.31 < \Sigma c \leq 5.00$	1.00

Nota: Ver instrucciones al respaldo de esta hoja

Anexo 12 - DETERMINACIÓN Φ_e – ESTRUCTURA 3

APLICACION DE LA METODOLOGIA PARA EL CALCULO DEL COEFICIENTE Φ_e
(ESTADO DE LA ESTRUCTURA)

1. Id. proyecto:	003		
2. Nombre de la estructura	Estructura 3		
3. Evaluador	Paola Zuluaga		
4. Fecha de evaluación	DÍA	MES	AÑO
	29	10	2019

Según lo observado en la visita a la estructura y la información existente recolectada, califique los siguientes items con un valor de 1 a 5, siendo 1 muy malo y 5 muy bueno.

	a Calificación de 1 a 5	b Coeficiente de importancia	c a*b
1. PATOLOGIAS CONSTRUCTIVAS			
1.1 Hormigueros	5	0.07	0.35
1.2 Acero expuesto	5	0.10	0.5
2. PATOLOGIAS NO CONSTRUCTIVAS			
2.1 Fisuras en vigas	4	0.10	0.4
2.2 Fisuras en columnas y/o muros	4	0.15	0.6
2.3 Asentamientos	5	0.05	0.25
2.4 Humedad	2	0.03	0.06
2.5 Sometida a Fuego	5	0.05	0.25
2.6 Daños post sismo	5	0.10	0.5
2.7 Corrosión en acero de refuerzo	5	0.10	0.5
2.8 Pérdida de recubrimiento	4	0.05	0.2
2.10 Deterioro del concreto	4	0.10	0.4
2.11 Deflexiones excesivas de los elementos	5	0.10	0.5
		Σc	4.51
		Φ_e	1.00

	Φ_e
SI, $1.00 < \Sigma c \leq 2.50$	0.60
SI, $2.51 < \Sigma c \leq 3.10$	0.70
SI, $3.11 < \Sigma c \leq 3.70$	0.80
SI, $3.71 < \Sigma c \leq 4.30$	0.90
SI, $4.31 < \Sigma c \leq 5.00$	1.00

Nota: Ver instrucciones al respaldo de esta hoja

Anexo 13 - FORMATO DE INSPECCIÓN – ESTRUCTURA 4

FORMATO DE INSPECCIÓN

1. Id. proyecto:	4	2. Fecha y hora visita	DÍA	MES	AÑO
3. Evaluador	Paola Zuluaga		26	10	2019

IDENTIFICACIÓN GENERAL DE LA EDIFICACIÓN

4. Nombre de la edificación:		Estructura 4	
5. Dirección:		Funza, Cundinamarca	
		6. Año de construcción	
		2004	
7. Uso Predominante		8. Estado de la construcción	
<input type="checkbox"/> 7.1. Residencial		<input checked="" type="checkbox"/> 8.1. Completa	
<input type="checkbox"/> 7.2. Comercial		<input type="checkbox"/> 8.2 Incompleta	
<input type="checkbox"/> 7.3. Educativo		<input type="checkbox"/> 8.3 En construcción	
<input type="checkbox"/> 7.4. Salud		<input type="checkbox"/> 8.4 No construido	
<input type="checkbox"/> 7.5. Hotelero			
<input type="checkbox"/> 7.6. Oficinas			
<input type="checkbox"/> 7.7. Industrial			
<input checked="" type="checkbox"/> 7.8. Institucional			
<input type="checkbox"/> 7.9. Bodegas			
<input type="checkbox"/> 7.10. Parqueaderos			
<input type="checkbox"/> 7.11. Multipropósito			
<input type="checkbox"/> 7.12. Otros			
		9. Número de Pisos	
		<input type="checkbox"/> 3	9.1. Niveles sobre el terreno
		<input type="checkbox"/> 0	9.2. Sótanos
		<input type="checkbox"/> 3	9.3. Total
		<input type="checkbox"/>	9.4. Altura entrepiso (m)
		10. Control de Calidad durante la construcción	
		<input type="checkbox"/> 10.1 Autoconstrucción	
		<input checked="" type="checkbox"/> 10.2 Con Supervisión por profesional	

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

11. Cimentación		14. Sistema estructural	
<input checked="" type="checkbox"/> 11.1 Zapatas		<input checked="" type="checkbox"/> 14.1 Pórticos en Concreto Reforzado	
<input type="checkbox"/> 11.2 Vigas Corridas		<input type="checkbox"/> 14.2 Muros estructurales en Concreto Reforzado	
<input type="checkbox"/> 11.3 Mixto		<input type="checkbox"/> 14.3 Sistema Combinado en Concreto Reforzado	
<input type="checkbox"/> 11.4 Concreto ciclópeo		<input type="checkbox"/> 14.4 Prefabricados en concreto	
<input type="checkbox"/> 11.5 Pilotes		<input type="checkbox"/> 14.16. Otro	
<input type="checkbox"/> 11.6 Caissons			
<input type="checkbox"/> 11.7 Placa de Cimentación			
<input type="checkbox"/> 11.8 No existe			
<input type="checkbox"/> 11.9 No identificada			
<input type="checkbox"/> 11.10 Otro			
12. Sistema de entrepiso		15. Irregularidad en planta	
<input type="checkbox"/> 12.1 Placa maciza de concreto		<input type="checkbox"/> 15.1 Irregularidad Alta	
<input checked="" type="checkbox"/> 12.2 Placa aligerada de concreto		<input type="checkbox"/> 15.2 Irregularidad Media	
<input type="checkbox"/> 12.7 Otro		<input checked="" type="checkbox"/> 15.3 Irregularidad Baja o Inexistente	
<input type="checkbox"/> 12.8 No Aplica			
13. Sistema de Cubierta		16. Irregularidad en altura	
<input checked="" type="checkbox"/> 13.1 Placa en Concreto		<input type="checkbox"/> 16.1 Irregularidad Alta	
<input type="checkbox"/> 13.3 Estructura Metálica y Teja		<input type="checkbox"/> 16.2 Irregularidad Media	
<input type="checkbox"/> 13.4 Estructura de Madera y Teja		<input checked="" type="checkbox"/> 16.3 Irregularidad Baja o Inexistente	
<input type="checkbox"/> 13.5 Otro:			

Anexo 14 - DETERMINACIÓN Φ_c – ESTRUCTURA 4

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA PARA EL CALCULO DEL COEFICIENTE Φ_c
(CALIDAD DEL DISEÑO Y LA CONSTRUCCIÓN)**

1. Id. proyecto:	004		
2. Nombre de la estructura	Estructura 3		
3. Evaluador	Paola Zuluaga		
4. Fecha de evaluación	DÍA	MES	AÑO
	29	10	2019

Según lo observado en la visita a la estructura y la información existente recolectada, califique los siguientes items con un valor de 1 a 5, siendo 1 malo y 5 bueno.

	a Calificación de 1 a 5	b Coeficiente de importancia	c a*b
1. SISTEMA ESTRUCTURAL			
1.1 Trayectoria de la carga	5	0.11	0.55
1.2 Separación Sismica	5	0.04	0.2
1.3 Columna corta o cautiva	5	0.09	0.45
1.4 Refuerzo continuo en vigas	5	0.08	0.4
1.5 Refuerzo continuo en columnas y/o muros	5	0.15	0.75
1.6 Estribos y ganchos	5	0.10	0.5
2. CIMENTACIÓN			
2.1 Anclaje de las columnas a la cimentación.	5	0.08	0.4
2.2 Existencia de vigas de cimentación formando anillos	5	0.06	0.3
2.3 Elementos en concreto reforzado	5	0.08	0.4
3. INFORMACIÓN PREVIA			
3.1 Concordancia de planos con construcción	3	0.12	0.36
3.2 Existencia de memorias calculo estructural	1	0.03	0.03
3.3 Existencia de estudio de suelos	5	0.02	0.1
3.4 Bitácora de obra y ensayos	1	0.04	0.04
		Σc	4.48
		Φc	1.00

	Φ_c
SI, $1.00 < \Sigma c \leq 2.50$	0.60
SI, $2.51 < \Sigma c \leq 3.10$	0.70
SI, $3.11 < \Sigma c \leq 3.70$	0.80
SI, $3.71 < \Sigma c \leq 4.30$	0.90
SI, $4.31 < \Sigma c \leq 5.00$	1.00

Nota: Ver instrucciones al respaldo de esta hoja

Anexo 15 - DETERMINACIÓN Φ_e – ESTRUCTURA 4

APLICACION DE LA METODOLOGIA PARA EL CALCULO DEL COEFICIENTE Φ_e
(ESTADO DE LA ESTRUCTURA)

1. Id. proyecto:	004		
2. Nombre de la estructura	Estructura 4		
3. Evaluador	Paola Zuluaga		
4. Fecha de evaluación	DÍA	MES	AÑO
	29	10	2019

Según lo observado en la visita a la estructura y la información existente recolectada, califique los siguientes items con un valor de 1 a 5, siendo 1 muy malo y 5 muy bueno.

	a Calificación de 1 a 5	b Coeficiente de importancia	c a*b
1. PATOLOGIAS CONSTRUCTIVAS			
1.1 Hormigueros	5	0.07	0.35
1.2 Acero expuesto	5	0.10	0.5
2. PATOLOGIAS NO CONSTRUCTIVAS			
2.1 Fisuras en vigas	5	0.10	0.5
2.2 Fisuras en columnas y/o muros	1	0.15	0.15
2.3 Asentamientos	3	0.05	0.15
2.4 Humedad	4	0.03	0.12
2.5 Sometida a Fuego	5	0.05	0.25
2.6 Daños post sismo	5	0.10	0.5
2.7 Corrosión en acero de refuerzo	5	0.10	0.5
2.8 Pérdida de recubrimiento	3	0.05	0.15
2.10 Deterioro del concreto	5	0.10	0.5
2.11 Deflexiones excesivas de los elementos	5	0.10	0.5
		Σc	4.17
		Φ_e	0.90

	Φ_e
SI, $1.00 < \Sigma c \leq 2.50$	0.60
SI, $2.51 < \Sigma c \leq 3.10$	0.70
SI, $3.11 < \Sigma c \leq 3.70$	0.80
SI, $3.71 < \Sigma c \leq 4.30$	0.90
SI, $4.31 < \Sigma c \leq 5.00$	1.00

Nota: Ver instrucciones al respaldo de esta hoja

Anexo 16 - FORMATO DE INSPECCIÓN – ESTRUCTURA 5

FORMATO DE INSPECCIÓN

1. Id. proyecto:	5	2. Fecha y hora visita	
3. Evaluador	Paola Zuluaga	DÍA	MES
		2	11
		AÑO	2019

IDENTIFICACIÓN GENERAL DE LA EDIFICACIÓN

4. Nombre de la edificación:		Estructura 5	
5. Dirección:		Carrera 14 No 53-80	
		6. Año de construcción	
		1973	
7. Uso Predominante		8. Estado de la construcción	
<input type="checkbox"/> 7.1. Residencial	<input checked="" type="checkbox"/> 8.1. Completa	<input type="checkbox"/> 9.1. Niveles sobre el terreno	
<input type="checkbox"/> 7.2. Comercial	<input type="checkbox"/> 8.2 Incompleta	<input type="checkbox"/> 9.2. Sótanos	
<input type="checkbox"/> 7.3. Educativa	<input type="checkbox"/> 8.3 En construcción	<input type="checkbox"/> 9.3. Total	
<input type="checkbox"/> 7.4. Salud	<input type="checkbox"/> 8.4 No construido	<input type="checkbox"/> 9.4. Altura entrepiso (m)	
<input type="checkbox"/> 7.5. Hotelero			
<input checked="" type="checkbox"/> 7.6. Oficinas	10. Control de Calidad durante la construcción		
<input type="checkbox"/> 7.7. Industrial	<input type="checkbox"/> 10.1 Autoconstrucción		
<input type="checkbox"/> 7.8. Institucional	<input checked="" type="checkbox"/> 10.2 Con Supervisión por profesional		
<input type="checkbox"/> 7.9. Bodegas			
<input type="checkbox"/> 7.10. Parqueaderos			
<input type="checkbox"/> 7.11. Multipropósito			
<input type="checkbox"/> 7.12. Otros			

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

11. Cimentación		14. Sistema estructural	
<input checked="" type="checkbox"/> 11.1 Zapatas	<input checked="" type="checkbox"/> 14.1 Pórticos en Concreto Reforzado	<input type="checkbox"/> 14.2 Muros estructurales en Concreto Reforzado	
<input type="checkbox"/> 11.2 Vigas Corridas	<input type="checkbox"/> 14.3 Sistema Combinado en Concreto Reforzado	<input type="checkbox"/> 14.4 Prefabricados en concreto	
<input type="checkbox"/> 11.3 Mixto	<input type="checkbox"/> 14.16. Otro		
<input type="checkbox"/> 11.4 Concreto ciclópeo			
<input type="checkbox"/> 11.5 Pilotes	15. Irregularidad en planta		
<input type="checkbox"/> 11.6 Caissons	<input type="checkbox"/> 15.1 Irregularidad Alta	<input type="checkbox"/> 15.2 Irregularidad Media	
<input type="checkbox"/> 11.7 Placa de Cimentación	<input checked="" type="checkbox"/> 15.3 Irregularidad Baja o Inexistente		
<input type="checkbox"/> 11.8 No existe			
<input type="checkbox"/> 11.9 No identificada			
<input type="checkbox"/> 11.10 Otro			
12. Sistema de entrepiso		16. Irregularidad en altura	
<input type="checkbox"/> 12.1 Placa maciza de concreto	<input type="checkbox"/> 16.1 Irregularidad Alta	<input type="checkbox"/> 16.2 Irregularidad Media	
<input checked="" type="checkbox"/> 12.2 Placa aligerada de concreto	<input checked="" type="checkbox"/> 16.3 Irregularidad Baja o Inexistente		
<input type="checkbox"/> 12.7 Otro			
<input type="checkbox"/> 12.8 No Aplica			
13. Sistema de Cubierta			
<input checked="" type="checkbox"/> 13.1 Placa en Concreto			
<input type="checkbox"/> 13.3 Estructura Metálica y Teja			
<input type="checkbox"/> 13.4 Estructura de Madera y Teja			
<input type="checkbox"/> 13.5 Otro:			

Anexo 17 - DETERMINACIÓN Φ_c – ESTRUCTURA 5

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA PARA EL CALCULO DEL COEFICIENTE Φ_c
(CALIDAD DEL DISEÑO Y LA CONSTRUCCIÓN)**

1. Id. proyecto:	005		
2. Nombre de la estructura	Estructura 5		
3. Evaluador	Paola Zuluaga		
4. Fecha de evaluación	DÍA	MES	AÑO
	29	10	2019

Según lo observado en la visita a la estructura y la información existente recolectada, califique los siguientes items con un valor de 1 a 5, siendo 1 malo y 5 bueno.

	a Calificación de 1 a 5	b Coeficiente de importancia	c a*b
1. SISTEMA ESTRUCTURAL			
1.1 Trayectoria de la carga	5	0.11	0.55
1.2 Separación Sismica	1	0.04	0.04
1.3 Columna corta o cautiva	5	0.09	0.45
1.4 Refuerzo continuo en vigas	3	0.08	0.24
1.5 Refuerzo continuo en columnas y/o muros	3	0.15	0.45
1.6 Estribos y ganchos	3	0.10	0.3
2. CIMENTACIÓN			
2.1 Anclaje de las columnas a la cimentación.	1	0.08	0.08
2.2 Existencia de vigas de cimentación formando anillos	5	0.06	0.3
2.3 Elementos en concreto reforzado	5	0.08	0.4
3. INFORMACIÓN PREVIA			
3.1 Concordancia de planos con construcción	1	0.12	0.12
3.2 Existencia de memorias calculo estructural	1	0.03	0.03
3.3 Existencia de estudio de suelos	1	0.02	0.02
3.4 Bitácora de obra y ensayos	1	0.04	0.04
		Σc	3.02
		Φ_c	0.70

	Φ_c
SI, $1.00 < \Sigma c \leq 2.50$	0.60
SI, $2.51 < \Sigma c \leq 3.10$	0.70
SI, $3.11 < \Sigma c \leq 3.70$	0.80
SI, $3.71 < \Sigma c \leq 4.30$	0.90
SI, $4.31 < \Sigma c \leq 5.00$	1.00

Nota: Ver instrucciones al respaldo de esta hoja

Anexo 18 - DETERMINACIÓN Φ_e – ESTRUCTURA 5

APLICACION DE LA METODOLOGIA PARA EL CALCULO DEL COEFICIENTE Φ_e
(ESTADO DE LA ESTRUCTURA)

1. Id. proyecto:	005		
2. Nombre de la estructura	Estructura 5		
3. Evaluador	Paola Zuluaga		
4. Fecha de evaluación	DÍA	MES	AÑO
	29	10	2019

Según lo observado en la visita a la estructura y la información existente recolectada, califique los siguientes items con un valor de 1 a 5, siendo 1 muy malo y 5 muy bueno.

	a Calificación de 1 a 5	b Coeficiente de importancia	c a*b
1. PATOLOGIAS CONSTRUCTIVAS			
1.1 Hormigueros	5	0.07	0.35
1.2 Acero expuesto	5	0.10	0.5
2. PATOLOGIAS NO CONSTRUCTIVAS			
2.1 Fisuras en vigas	4	0.10	0.4
2.2 Fisuras en columnas y/o muros	3	0.15	0.45
2.3 Asentamientos	3	0.05	0.15
2.4 Humedad	3	0.03	0.09
2.5 Sometida a Fuego	5	0.05	0.25
2.6 Daños post sismo	5	0.10	0.5
2.7 Corrosión en acero de refuerzo	5	0.10	0.5
2.8 Perdida de recubrimiento	4	0.05	0.2
2.10 Deterioro del concreto	4	0.10	0.4
2.11 Deflexiones excesivas de los elementos	5	0.10	0.5
		Σc	4.29
		Φ_e	0.90

	Φ_e
SI, $1.00 < \Sigma c \leq 2.50$	0.60
SI, $2.51 < \Sigma c \leq 3.10$	0.70
SI, $3.11 < \Sigma c \leq 3.70$	0.80
SI, $3.71 < \Sigma c \leq 4.30$	0.90
SI, $4.31 < \Sigma c \leq 5.00$	1.00

Nota: Ver instrucciones al respaldo de esta hoja