

	<b>CONCEPTO TÉCNICO DE REVISIÓN DE ESTUDIOS DE RESPUESTA DE AMPLIFICACIÓN LOCAL DE ONDAS SÍSMICAS</b>	Código:	GPR-FT-09
		Versión:	01
		Código Documental:	

## 1 INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1 CONCEPTO TÉCNICO No. CT:	5477
1.2 ÁREA:	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
1.3 COORDINACIÓN:	CONCEPTOS TÉCNICOS
1.4 REFERENCIA CRUZADA RADICADO FOPAE:	2008ER15600, 2009ER1092
1.5 RESPUESTA OFICIAL No. RO:	34834

## 2 INFORMACIÓN GENERAL

2.1 SOLICITANTE:	ADRIANA LÓPEZ MONCAYO CURADURÍA URBANA NO.3
2.2 PROYECTO:	HOTEL CABRERA IMPERIAL
2.3 LOCALIDAD:	2 CHAPINERO
2.4 UPZ:	88 EL REFUGIO
2.5 BARRIO O SECTOR CATASTRAL:	EL RETIRO
2.6 DIRECCIÓN:	CALLE 83 No. 9-64
2.7 CHIP:	AAA0097CWKL
2.8 FECHA DE EMISIÓN:	24 DE FEBRERO DE 2009
2.9 EJECUTOR DEL ESTUDIO:	ESPINOSA Y RESTREPO Ltda.

## 3 INTRODUCCIÓN

En el Decreto 193 del 08 de junio de 2006, por el cual se complementa y modifica el Código de Construcción de Bogotá, D.C., se adoptan los espectros de diseño y las determinantes del estudio de Microzonificación Sísmica, se establece que las construcciones y edificaciones nuevas de cualquier índole que se levanten en Bogotá Distrito Capital, deberán diseñarse y construirse dependiendo de la zona en la cual se encuentren según la zonificación sísmica adoptada a través de los artículos anteriores, acogiendo al efecto el espectro de diseño y sus coeficientes espectrales adoptados para cada zona.

Por otra parte, el artículo 5 del Decreto antes mencionado establece que podrán utilizarse espectros sísmicos de diseño diferentes a los definidos en dicho decreto, siempre y cuando se definan unos efectos locales particulares para el lugar donde se encuentra localizada la edificación, utilizando CT-5477 PROYECTO "HOTEL CABRERA IMPERIAL" 2 rev

PÁGINA 1 DE 10



	<b>CONCEPTO TÉCNICO DE REVISIÓN DE ESTUDIOS DE RESPUESTA DE AMPLIFICACIÓN LOCAL DE ONDAS SÍSMICAS</b>	Código:	GPR-FT-09
		Versión:	01
		Código Documental:	

estudios de amplificación de las ondas sísmicas que se realicen de acuerdo con lo prescrito en los ordinales (e) a (i) de la sección A.2.9.3 del Decreto 33 de 1998, o estudios especiales referentes a efectos topográficos, cuando sea del caso. Adicionalmente, el parágrafo único del artículo 7 del Decreto 193 de 2006, establece que la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias realizará la revisión de los Estudios Particulares de Respuesta Local de Amplificación de Ondas Sísmicas y emitirá concepto sobre el cumplimiento de los términos de referencia establecidos para la ejecución de dichos estudios.

El presente concepto técnico corresponde a la **segunda revisión** realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, del informe "Análisis de Microzonificación Sísmica para el Proyecto Hotel Cabrera Imperial a Construirse en la Calle 83 No. 9-64 en Bogotá" elaborado por el Ing. Carlos Restrepo, a construirse en el predio ubicado en la Calle 83 No. 9-64 de Bogotá. El cual fue radicado 03 de Diciembre de 2008 mediante oficio 2008ER15600, por la Arq. Adriana López Moncayo de la Curaduría Urbana No.3 y del informe aclaratorio con las observaciones de la primera revisión 2009ER1092 de Enero 29 de 2009 en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 193 de 2006.

#### 4 GENERALIDADES DEL PROYECTO "HOTEL CABRERA IMPERIAL"

De acuerdo con el consultor, el proyecto contempla la construcción de un edificio de 9 pisos y 2 sótanos, en estructura convencional de concreto reforzado.

En la Figura 1 del presente concepto se ilustra la localización del lote del proyecto, que corresponde a las siguientes coordenadas planas aproximadamente:

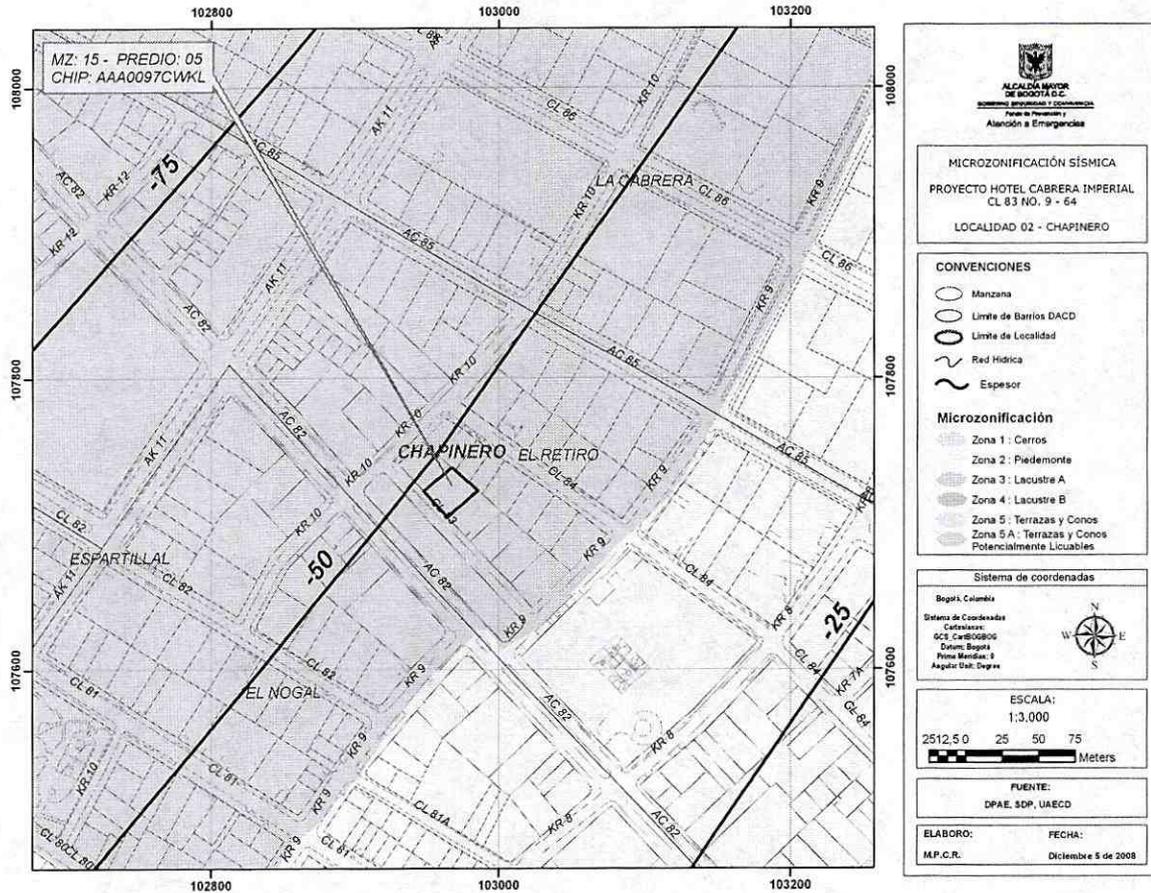
107720 N      102970 E

El informe "Análisis de Microzonificación Sísmica para el Proyecto Hotel Cabrera Imperial a Construirse en la Calle 83 No. 9-84 en Bogotá" fue elaborado por el Ing. Carlos Restrepo, con base en los datos de exploración del subsuelo de la firma Espinosa y Restrepo, de un ensayo Down Hole realizado por la firma Ulloa y Diez y el apoyo del laboratorio de pruebas y ensayos de la Pontificia Universidad Javeriana.

#### 5 PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO- CONCEPTO TÉCNICO NO. CT-5434 (FECHA: 18/12/2008)

El concepto técnico 5434 de Diciembre 18 de 2008 emitido por la DPAAE relacionado con el estudio de respuesta local del subsuelo, se transcribe a continuación:

 <b>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.</b> GOBIERNO SEGURIDAD Y CONVIVENCIA Fondo de Prevención y Atención a Emergencias	<b>CONCEPTO TÉCNICO DE REVISIÓN DE ESTUDIOS DE RESPUESTA DE AMPLIFICACIÓN LOCAL DE ONDAS SÍSMICAS</b>	Código:	<b>GPR-FT-09</b>
		Versión:	<b>01</b>
		Código Documental:	



**Figura 1. Localización del Proyecto Hotel Cabrera Imperial.**

**5.1 Asignación de la zona del proyecto con respecto a la Microzonificación Sísmica de Bogotá.**

En el numeral 1 del informe presentado por el consultor, se indica que el sitio del proyecto se encuentra localizado en la franja de transición entre las Zonas 2 - Piedemonte y 3 - Lacustre A según el Decreto 193 de 2006, lo cual es consistente con la localización presentada en la Figura 1 del presente concepto.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

**5.2 Para estos estudios, todos los datos de campo deben provenir de mínimo una perforación de 50 m en suelos blandos y se debe realizar un número suficiente de ensayos para caracterizar el perfil. Para complementar la información del perfil del subsuelo, cuando la profundidad de sedimentos sea mayor a 50 m, se puede consultar: estudios geofísicos, estudios geotécnicos, ensayos de campo y laboratorio y los**



	<b>CONCEPTO TÉCNICO DE REVISIÓN DE ESTUDIOS DE RESPUESTA DE AMPLIFICACIÓN LOCAL DE ONDAS SÍSMICAS</b>	Código:	GPR-FT-09
		Versión:	01
		Código Documental:	

**estudios de zonificación incluidos en el proyecto de Microzonificación Sísmica de Bogotá.**

De acuerdo con el Numeral 2 y el Anexo 1 del informe, para conocer el perfil y propiedades del subsuelo en el sitio del proyecto la firma Espinosa y Restrepo Ltda., realizó cinco perforaciones que alcanzaron entre 10 y 36 metros, realizadas mediante un equipo de percusión y lavado, cuyos resultados se complementaron con ensayos de penetración estándar. De las perforaciones se obtuvieron muestras remoldeadas e inalteradas que se utilizaron para su clasificación visual y realización de ensayos de laboratorio. En la perforación de 36 m se ejecutó la prueba de Down Hole, por parte de la firma de Ulloa y Díez Ltda, y se obtuvieron muestras inalteradas para los ensayos dinámicos de laboratorio. Los registros de las perforaciones junto con el plano de la localización se presentan anexos al informe.

Según el numeral 2.1, la investigación de campo y los resultados de los ensayos de laboratorio realizados permitieron una caracterización de la estratigrafía en el sitio de proyecto hasta la profundidad explorada como se describe:

- De 0 a 1.3/1.4 m: Limo orgánico negro de consistencia blanda a media que subyace a rellenos de escombros y gravas.
- De 1.3/1.4 a 15/16 m: Arcilla limosa algo arenosa de color carmelito y/o gris de consistencia blanda a muy blanda.
- De 15/16 a 21.5 m: Limo arcilloso algo arenoso de color carmelito de consistencia media a blanda con presencia de turba y gravas al final del estrato.
- De 21.5 a 29.5/30.5 m: Arcilla algo arenosa carmelita de consistencia blanda a firme con presencia de turba.
- De 29.5/30.5 m hasta la profundidad de exploración (36 m): Conglomerado con gravas de arenisca muy compacto hasta alcanzar rechazo.

Es necesario que la exploración de campo alcance por o menos 50 m cuando se trata de depósitos de suelo o que penetre al menos 5 metros en estrato rocoso con  $V_s$  superior a 750 m/s.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE con este requerimiento.

**5.3 Realizar ensayos de velocidad de onda de corte,  $V_s$ , por medio de métodos de campo como down hole, cross hole y otros equivalentes.**

Según el numeral 2.3, en el sondeo de 36 m se ejecutó un ensayo de Down-Hole realizado por la firma Ulloa y Díez Ltda. A continuación se resumen los valores determinados a partir de los resultados del ensayo ejecutado en el sitio del proyecto.

	<b>CONCEPTO TÉCNICO DE REVISIÓN DE ESTUDIOS DE RESPUESTA DE AMPLIFICACIÓN LOCAL DE ONDAS SÍSMICAS</b>	Código:	GPR-FT-09
		Versión:	01
		Código Documental:	

Profundidad (m)	Vs (m/s)	v
0-5	167	0.44
5-30	136	0.43
30-35	365	0.33

Una vez revisado el registro del ensayo Down Hole, se solicita al consultor anexar dicho registro debidamente firmado por el ingeniero responsable de ensayo. Además, es necesario que la exploración de campo alcance por lo menos 50 m cuando se trata de depósitos de suelo o que penetre al menos 5 metros en estrato rocoso con Vs superior a 750 m/s.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE con este requerimiento.

**5.4 Realizar ensayos dinámicos para determinar módulos de corte, G, y relaciones de amortiguamiento, D, sobre muestras inalteradas que cubran todo el intervalo de deformaciones (Velocidad de onda de corte en laboratorio, columna resonante, corte simple cíclico, triaxial cíclico, etc.).**

Según el numeral 2.5 del informe, se realizaron ensayos dinámicos de triaxial cíclico de esfuerzo controlado y de Bender Elements a las muestras obtenidas con tubo Shelby a 6 y 18 m de profundidad. Los resultados de las pruebas de laboratorio se presentan anexos al informe. Se observa concordancia entre los datos obtenidos en el laboratorio y los presentados en las memorias de cálculo del informe.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

**5.5 Utilizar todos los acelerogramas del proyecto de microzonificación sísmica de Bogotá, en la obtención del espectro de respuesta en superficie.**

Según el numeral 3.2 del informe, en el estudio se utilizaron un total de 9 acelerogramas de los sismos alternativos aprobados por la DPAE, acogiéndose a lo establecido en el numeral 3 del artículo 7 del Decreto 193 de 2006.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

**5.6 Realizar mínimo un análisis unidimensional (SHAKE, EERA, etc), para todas las zonas de la microzonificación, siempre y cuando la pendiente del terreno sea inferior a 10 grados.**

En el estudio se realizan análisis bidimensionales mediante la utilización del programa Quake (Geoslope Internacional, 2000), basado en el método de los elementos finitos que considera la propagación de ondas de corte horizontales con un método lineal equivalente para tener en cuenta las variaciones del amortiguamiento y el módulo de corte con la deformación en los suelos del perfil. La malla utilizada para los análisis se presenta en la Figura 9, donde se indica el sitio del proyecto; mientras que las

	<b>CONCEPTO TÉCNICO DE REVISIÓN DE ESTUDIOS DE RESPUESTA DE AMPLIFICACIÓN LOCAL DE ONDAS SÍSMICAS</b>	Código:	GPR-FT-09
		Versión:	01
		Código Documental:	

curvas asignadas a los diferentes estratos se presentan en las Figuras 10 a 19 junto con los criterios empleados para determinar el comportamiento dinámico.

Dentro del modelo bidimensional planteado por el consultor, se efectúa la discretización del medio teniendo en cuenta el criterio de la longitud de onda, planteando un modelo con un ancho de tres veces a profundidad a fin de evitar los efectos de borde.

Sin embargo la validez del modelo empleado en los análisis dependerá de la profundidad del basamento rocoso.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE con este requerimiento.

### 5.7 Evaluación del potencial de licuación en los suelos susceptibles a licuarse.

Debido a que el sitio del estudio se encuentra en la franja de transición entre las Zonas 2 - Piedemonte y 3 - Lacustre A y a que en la exploración del subsuelo no se identificaron superficialmente capas de arenas sueltas, limpias y saturadas, no es necesaria la evaluación del potencial de licuación.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

### 5.8 Para todas las zonas, el espectro de diseño obtenido no puede ser menor que el espectro mínimo establecido para cada zona en la Microzonificación Sísmica de Bogotá.

Este numeral se revisará una vez sean aclaradas las observaciones de los puntos 5.2, 5.3 y 5.6.

Además de lo anterior, se solicita al consultor ajustar el espectro propuesto en el informe suministrado, dado que no cubre adecuadamente la respuesta de las señales de fuente cercana e intermedia en el intervalo de periodos 0.1 y 0.5 segundos.

El estudio NO CUMPLE con este requerimiento.

## 6 SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO - RAD FOPAE: 2009ER1092.

La segunda revisión realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, del estudio "Análisis de Microzonificación Sísmica para el Proyecto Hotel Cabrera Imperial a Construirse en la Calle 83 No. 9-64 en Bogotá" que se remite como estudio sísmico local y del informe aclaratorio con las observaciones de la primera revisión 2009ER1092 de Enero 29 de 2009, se efectúa siguiendo los requerimientos consignados en el Decreto 193 de 2006 para este tipo de estudios.

	<b>CONCEPTO TÉCNICO DE REVISIÓN DE ESTUDIOS DE RESPUESTA DE AMPLIFICACIÓN LOCAL DE ONDAS SÍSMICAS</b>	Código:	GPR-FT-09
		Versión:	01
		Código Documental:	

**6.1 Asignación de la zona del proyecto con respecto a la Microzonificación Sísmica de Bogotá.**

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la primera revisión.

**6.2 Para estos estudios, todos los datos de campo deben provenir de mínimo una perforación de 50 m en suelos blandos y se debe realizar un número suficiente de ensayos para caracterizar el perfil. Para complementar la información del perfil del subsuelo, cuando la profundidad de sedimentos sea mayor a 50 m, se puede consultar: estudios geofísicos, estudios geotécnicos, ensayos de campo y laboratorio y los estudios de zonificación incluidos en el proyecto de Microzonificación Sísmica de Bogotá.**

De acuerdo con el Numeral 2 y el Anexo 1 del informe aclaratorio 2009ER1092, para conocer el perfil y propiedades del subsuelo en el sitio del proyecto la firma Espinosa y Restrepo Ltda., realizó cinco perforaciones que alcanzaron entre 10 y 50 metros, realizadas mediante un equipo de percusión y lavado, cuyos resultados se complementaron con ensayos de penetración estándar. De las perforaciones se obtuvieron muestras remoldeadas e inalteradas que se utilizaron para su clasificación visual y realización de ensayos de laboratorio. En la perforación de 50 m se ejecutó la prueba de Down Hole, por parte de la firma de Ulloa y Diez Ltda, y se obtuvieron muestras inalteradas para los ensayos dinámicos de laboratorio. Los registros de las perforaciones junto con el plano de la localización se presentan anexos al informe.

Según el numeral 2.1, la investigación de campo y los resultados de los ensayos de laboratorio realizados permitieron una caracterización de la estratigrafía en el sitio de proyecto hasta la profundidad explorada como se describe:

- De 0 a 1.3/1.4 m: Limo orgánico negro de consistencia blanda a media que subyace a rellenos de escombros y gravas.
- De 1.3/1.4 a 15/16 m: Arcilla limosa algo arenosa de color carmelito y/o gris de consistencia blanda a muy blanda.
- De 15/16 a 21.5 m: Limo arcilloso algo arenoso de color carmelito de consistencia media a blanda con presencia de turba y gravas al final del estrato.
- De 21.5 a 29.5/30.5 m: Arcilla algo arenosa carmelita de consistencia blanda a firme con presencia de turba.
- De 29.5/30.5 a 37 m: Conglomerado con gravas de arenisca muy compacto hasta alcanzar rechazo.
- De 37 m hasta la profundidad de exploración (50 m): Arenisca de color gris claro.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

	<b>CONCEPTO TÉCNICO DE REVISIÓN DE ESTUDIOS DE RESPUESTA DE AMPLIFICACIÓN LOCAL DE ONDAS SÍSMICAS</b>	Código:	GPR-FT-09
		Versión:	01
		Código Documental:	

**6.3 Realizar ensayos de velocidad de onda de corte,  $V_s$ , por medio de métodos de campo como down hole, cross hole y otros equivalentes.**

Según el numeral 2.3 del informe aclaratorio 2009ER1092, en el sondeo de 50 m se ejecutó un ensayo de Down-Hole realizado por la firma Ulloa y Díez Ltda. A continuación se resumen los valores determinados a partir de los resultados del ensayo ejecutado en el sitio del proyecto.

Profundidad (m)	$V_s$ (m/s)	$\nu$
0-5	167	0.44
5-30	136	0.43
30-37	365	0.33
37-50	1057	0.38

El registro del ensayo se anexa firmado por el profesional responsable en el anexo 4 de informe.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

**6.4 Realizar ensayos dinámicos para determinar módulos de corte,  $G$ , y relaciones de amortiguamiento,  $D$ , sobre muestras inalteradas que cubran todo el intervalo de deformaciones (Velocidad de onda de corte en laboratorio, columna resonante, corte simple cíclico, triaxial cíclico, etc.).**

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la primera revisión.

**6.5 Utilizar todos los acelerogramas del proyecto de Microzonificación Sísmica de Bogotá, en la obtención del espectro de respuesta en superficie.**

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la primera revisión.

**6.6 Realizar mínimo un análisis unidimensional (SHAKE, EERA, etc.), para todas las zonas de la microzonificación, siempre y cuando la pendiente del terreno sea inferior a 10 grados.**

Según el numeral 3.1 del informe aclaratorio 2009ER1092, se realizaron análisis bidimensionales mediante la utilización del programa Quake (Geo-slope Internacional, 2000), basado en el método de los elementos finitos que considera la propagación de ondas de corte horizontales con un método lineal equivalente para tener en cuenta las variaciones del amortiguamiento y el módulo de corte con la deformación en los suelos del perfil. La malla utilizada para los análisis se presenta en la Figura 9, donde se indica el sitio del proyecto; mientras que las curvas asignadas a los diferentes estratos se presentan en las Figuras 10 a 19 junto con los criterios empleados para determinar el comportamiento dinámico.

	<b>CONCEPTO TÉCNICO DE REVISIÓN DE ESTUDIOS DE RESPUESTA DE AMPLIFICACIÓN LOCAL DE ONDAS SÍSMICAS</b>	Código:	GPR-FT-09
		Versión:	01
		Código Documental:	

Dentro del modelo bidimensional planteado por el consultor, se efectúa la discretización del medio teniendo en cuenta el criterio de la longitud de onda, planteando un modelo con un ancho de tres veces a profundidad a fin de evitar los efectos de borde.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

**6.7 Evaluación del potencial de licuación en los suelos susceptibles a licuarse.**

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la primera revisión.

**6.8 Para todas las zonas, el espectro de diseño obtenido no puede ser menor que el espectro mínimo establecido para cada zona en la Microzonificación Sísmica de Bogotá.**

Con base en los resultados de la modelación, el consultor reclasifica el sitio a Zona 3 - Lacustre A y recomienda utilizar como espectro de diseño el mostrado en la figura 40 del informe aclaratorio 2009ER1092 del 29 de enero de 2009 que corresponde al mínimo de Zona 3 - Lacustre A, dado en el Decreto 193 de 2006.

Se aclara que el espectro aprobado es válido únicamente para el proyecto en referencia de 9 pisos de altura con un periodo de vibración superior a 0.5 segundos, ya que los espectros de respuesta obtenidos mediante las modelaciones de la fuente cercana e intermedia superan el valor recomendado para periodos inferiores a 0.5 segundos.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

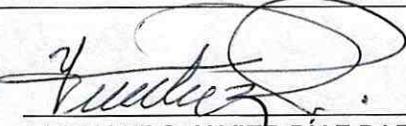
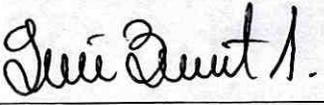
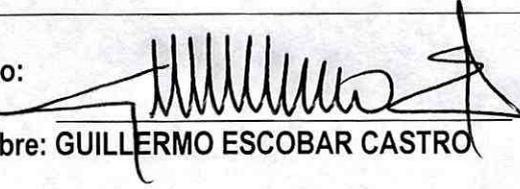
*F. M.*

 <b>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.</b> <small>GOBIERNO SEGURIDAD Y CONVIVENCIA</small> <small>Fondo de Prevención y Atención a Emergencias</small>	<b>CONCEPTO TÉCNICO DE REVISIÓN DE ESTUDIOS DE RESPUESTA DE AMPLIFICACIÓN LOCAL DE ONDAS SÍSMICAS</b>	Código:	<b>GPR-FT-09</b>
		Versión:	<b>01</b>
		Código Documental:	

## 7 CONCLUSIONES

Como resultado de la presente revisión, se concluye que el estudio de respuesta local de amplificación de ondas sísmicas del proyecto en referencia, cumple con los requerimientos consignados en el Decreto 193 de 2006.

Se debe aclarar que, el alcance del concepto técnico es la verificación de los aspectos contemplados en el Decreto 193 de 2006 con fundamento en el informe suministrado y no implica hacer un juicio de valor sobre la validez de los sondeos, ensayos, parámetros adoptados, el empleo de software, los análisis de respuesta, los resultados de los análisis y el espectro de diseño recomendado, por lo que la responsabilidad de los mismos recae en el consultor como lo refrenda con su firma en el informe del estudio, limitándose la revisión a verificar el cumplimiento del Decreto.

<b>Elaboró:</b>  <b>Nombre: CARLOS JAVIER PEDRAZA ALFONSO</b> Profesión: Ingeniero Civil, MSc Geotecnia. Matrícula Profesional: M.P. 15202098211BYC.	<b>Revisó:</b>  <b>Nombre: FERNANDO JAVIER DÍAZ PARRA</b> Grupo de Conceptos Técnicos
<b>Aprobó:</b>  <b>Nombre: GERMÁN BARRETO ARCINIEGAS</b> Responsable Área de Investigación y Desarrollo	<b>Vo.Bo:</b>  <b>Nombre: GUILLERMO ESCOBAR CASTRO</b> Dirección DPAE – Representante Legal FOPAE