1 INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1	CONCEPTO TÉCNICO No. CT:	5717
1.2	ÁREA:	TÉCNICA Y DE GESTIÓN
1.3	COORDINACIÓN:	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
1.4	REFERENCIA CRUZADA RADICADO FOPAE:	2009ER12423, 2009ER15854
1.5	RESPUESTA OFICIAL No. RO:	39651

2 INFORMACIÓN GENERAL

2.1	SOLICITANTE:	JUAN REINALDO SUÁREZ MEDINA CURADURÍA URBANA NO.1
2.2	PROYECTO:	CALLE 141A No. 99B-39
2.3	LOCALIDAD:	11 SUBA
2.4	UPZ:	28 EL RINCON
2.5	BARRIO O SECTOR CATASTRAL:	LAS FLORES
2.6	DIRECCIÓN:	CALLE 141A No. 99B-39
2.7	CHIP:	AAA0131KPLW
2.8	FECHA DE EMISIÓN:	10 DE DICIEMBRE 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

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

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 Local Edificio a Construirse en la Carrera 100A No. 141-10 de Bogotá" elaborado por el Ing. Carlos Restrepo, a construirse en el predio ubicado en la Calle 141A No. 99B-39 de Bogotá. El cual fue radicado el 15 de Septiembre de 2009 mediante oficio 2009ER12423, por el Arq. Juan Reinaldo Suárez Medina de la Curaduría Urbana No.1 en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 193 de 2006. Posteriormente, el Ing. Carlos Restrepo radicó el oficio aclaratorio de las observaciones de la primera revisión 2009ER15854 el 23 Noviembre de 2009.

4 GENERALIDADES DEL PROYECTO "CALLE 141A NO. 99B-39"

De acuerdo con el consultor, el proyecto contempla la construcción de un proyecto de cinco etapas; las cuatro primeras etapas corresponden a edificios con un sótano, un primer piso de parqueaderos y 12 pisos de altura y la quinta etapa corresponde a edificios de 12 pisos de altura.

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

116140 N 98380 E

El informe "Análisis de Microzonificación Local Edificio a Construirse en la Carrera 100A No. 141-10 de Bogotá" fue elaborado por el Ing. Carlos Restrepo Rodríguez, con base en los datos de exploración del subsuelo de la firma Espinosa y Restrepo S.A., 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- RAD FOPAE: 2009ER12423

El concepto técnico 5635 de Octubre 07 de 2009 emitido por la DPAE relacionado con la primera revisión del estudio de respuesta local del subsuelo, se transcribe a continuación.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

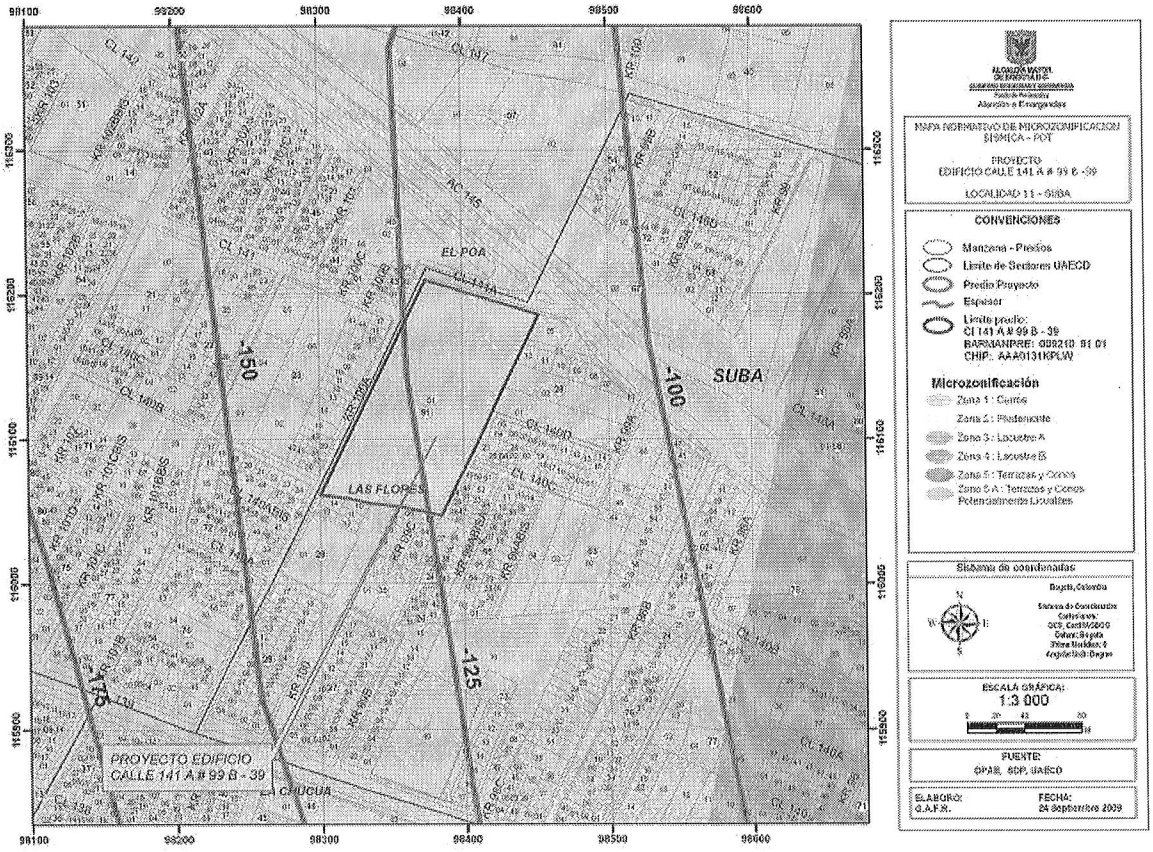


Figura 1. Localización del Proyecto Calle 141A No. 99B-39.

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 Zona 4 - Lacustre B 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 estudios de zonificación incluidos en el proyecto de Microzonificación Sísmica de Bogotá.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

De acuerdo con el Numeral 2 y el Anexo 1 el informe, para conocer el perfil y propiedades del subsuelo en el sitio del proyecto la firma Espinosa y Restrepo S.A., realizó once (11) perforaciones que alcanzaron entre 8 y 50 metros, siete realizadas con un equipo de percusión y lavado, cuyos resultados se complementaron con ensayos de penetración estándar y cuatro realizadas con barreno manual. 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 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 del informe, 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 0.5/3.7 m: Relleno con materiales de construcción, basura, limos, arcillas y limos orgánicos de consistencia dura.
- De 0.5/3.7 a 7/15 m: Arcilla limosa algo arenosa habana de consistencia blanda a muy blanda.
- De 7/15 a 23.5 m: Limo arcilloso carmelito grisáceo con presencia de turba, de consistencia muy blanda a blanda.
- De 23.5 a 24.5/26 m: Turba carmelita oscura de consistencia media.
- De 24.5/26 a 28/28.5 m: Arcilla limosa gris de consistencia blanda a media.
- De 28/28.5 hasta la profundidad de explotación (50 m): Limo arcilloso algo arenoso carmelito de consistencia media.

Desde los 50 m hasta 90 m donde el consultor indica que se encuentra el contacto del depósito de suelo con la roca (basado en el mapa de espesores de sedimentos del estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá), se utiliza la información del sondeo realizado en la Avenida Cundinamarca con Calle 139. El anterior sondeo fue realizado para el estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá.

Se solicita al consultor:

- Ajustar la profundidad del basamento rocoso del perfil de análisis dado que de acuerdo al estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá se encuentra aproximadamente a 125 ± 25 m (ver Figura 1 del presente concepto).

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE con este requerimiento.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

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

Según el numeral 2.3 del informe, en el sondeo de 50 m se ejecutó un ensayo de Down-Hole realizado por la firma Ulloa y Diez Ltda. El perfil de Vs desde los 50 m a los 90 m de profundidad se adopta de acuerdo a las mediciones realizadas en la Avenida Cundinamarca con Calle 139. A continuación se resumen los valores determinados a partir de los resultados del ensayo ejecutado.

Profundidad (m)	Vs (m/s)	ν
0-7	130	0.33
7-18	167	0.33
18-36	133	0.33
36-50	211	0.33

Se solicita al consultor:

- Ajustar el perfil de análisis acorde con la observación del numeral 5.2 del presente concepto técnico.
- Anexar el registro del ensayo Down Hole debidamente firmado por un profesional responsable.

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 14.5 y 49.5 m de profundidad. Los resultados de las pruebas de laboratorio se presentan anexos al informe.

Se solicita al consultor:

- Aclarar el criterio utilizado y realizar los ajustes del caso para normalizar las curvas degradación del módulo y de amortiguamiento de las muestras localizados a 14.5 y 49.5 m de profundidad, dado que las curvas propuestas presentan un comportamiento atípico.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE con este requerimiento.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

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 (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 7 del informe, donde se indica el sitio del proyecto; mientras que las curvas asignadas a los diferentes estratos se presentan en las figuras 8 a 21 del informe junto con los criterios empleados para determinar el comportamiento dinámico.

Se solicita al consultor:

- Realizar los ajustes del caso de acuerdo con los numerales 5.2, 5.3 y 5.4 del presente concepto técnico.
- Ajustar las curvas de degradación del módulo y de amortiguamiento para los materiales de los estratos 3 y 6, dado que el ajuste efectuado con los resultados de los ensayos de laboratorio presentado en las páginas 24 y 27 presentan un comportamiento atípico. Lo anterior puede afectar el resultado de la respuesta dinámica que se obtiene de la modelación numérica y en consecuencia la definición del espectro de diseño.

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 Zona 4 - Lacustre B 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.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

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, 5.4 y 5.6 del presente concepto técnico.

El estudio NO CUMPLE con este requerimiento.

6 SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO - RAD FOPAE: 2009ER15854

La segunda revisión realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, del estudio "Análisis de Microzonificación Local Edificio a Construirse en la Carrera 100A No. 141-10 de Bogotá" que se remite como estudio sísmico local y del oficio aclaratorio de las observaciones de la primera revisión, 2009ER15854 de Noviembre 23 de 2009, se efectúa siguiendo los requerimientos consignados en el Decreto 193 de 2006 para este tipo de estudios.

El propósito de la revisión es corroborar que el estudio cumpla con los requerimientos del decreto, de manera que se pueda verificar de manera razonable la validez del espectro de diseño recomendado, cuando dicho espectro es diferente al espectro de diseño definido por el Decreto 193.

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.

En el numeral 5.2 del oficio aclaratorio 2009ER15854 de Noviembre 23 de 2009, se corrige la profundidad del basamento rocoso, localizándose a 125 m, lo que se ajusta de acuerdo al estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá donde se encuentra aproximadamente a 125 ± 25 m.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

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

Con el oficio aclaratorio 2009ER15854 de Noviembre 23 de 2009 se anexa el nuevo perfil de análisis con una profundidad de 125 m y el registro del ensayo Down Hole firmado por un profesional responsable.

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.).

En el numeral 5.4 del oficio aclaratorio 2009ER15854 de Noviembre 23 de 2009, el consultor aclara que el modulo de corte utilizado para la normalización de las curvas de degradación del modulo de corte fue el máximo encontrado mediante el ensayo de Bender Element.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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.

En el numeral 5.6 del oficio aclaratorio 2009ER15854 de Noviembre 23 de 2009, el consultor realiza nuevos análisis con una profundidad de 125 m, utilizando 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 del módulo de corte con la deformación en los suelos del perfil. La malla utilizada para los análisis se presenta en la figura 2 del oficio aclaratorio, donde se indica el sitio del proyecto; mientras que las curvas ajustadas para los estratos 3 y 6 y las curvas asignadas a los estratos 9 y 10 se presentan en las figuras del oficio junto con los criterios empleados para determinar el comportamiento dinámico.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

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 las nuevas modelaciones, el consultor recomienda utilizar como espectro de respuesta el mostrado en la última figura del oficio aclaratorio 2009ER15854 de Noviembre 23 de 2009, el cual se presenta en la Figura 2 del presente concepto.

El espectro propuesto inicia con un Sa de 0.144 g, luego asciende hasta 0.36 g en 0.5 segundos continuando con este valor hasta 2.7 segundos, donde desciende hasta 0.213 g para continuar donde continua descendiendo de acuerdo con el inverso del periodo.

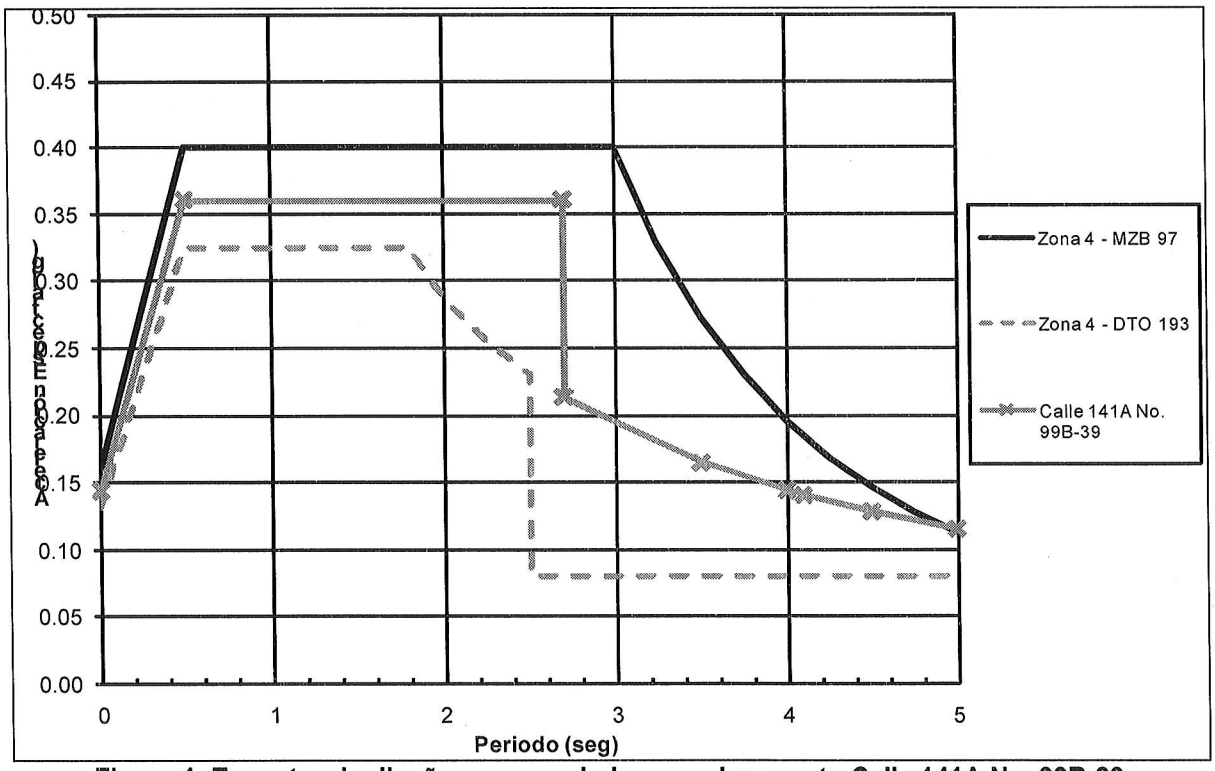


Figura 1. Espectro de diseño recomendado para el proyecto Calle 141A No. 99B-39.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

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.

Elaboró: **CARLOS JAVIER PEDRAZA ALFONSO** Ingeniero Civil, MSc Geotecnia. M.P. 15202098211 BYC	Revisó: **FERNANDO JAVIER DÍAZ PARRA** Responsable de Grupo
Avaló: **GERMÁN BARRETO ARCINIEGAS** Responsable de la Coordinación de Investigación y Desarrollo	

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co