1 INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1	CONCEPTO TÉCNICO No. CT:	5479
1.2	ÁREA:	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
1.3	COORDINACIÓN:	CONCEPTOS TÉCNICOS
1.4	REFERENCIA CRUZADA RADICADO FOPAE:	2009ER930
1.5	RESPUESTA OFICIAL No. RO:	34835

2 INFORMACIÓN GENERAL

2.1	SOLICITANTE:	JOSÉ JOAQUÍN ÁLVAREZ CURADURÍA URBANA NO.4
2.2	PROYECTO:	OFICINAS CALLE 82
2.3	LOCALIDAD:	2 CHAPINERO
2.4	UPZ:	88 EL REFUGIO
2.5	BARRIO O SECTOR CATASTRAL:	EL RETIRO
2.6	DIRECCIÓN:	CALLE 82 No. 7-80 / 58
2.7	CHIP:	AAA0097DMWF / AAA0097DMXR
2.8	FECHA DE EMISIÓN:	27 DE FEBRERO DE 2009
2.9	EJECUTOR DEL ESTUDIO:	JEOPROBE 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

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 **primera revisión** realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, del informe "Asesoría Geotécnica y Sismológica para la Evaluación de la Amenaza Sísmica del Edificio Calle 82 con Carrera 7" elaborado por el Ing. Jorge Alberto Rodríguez, a construirse en los predios ubicados en la Calle 82 No. 7-80/58 de Bogotá. El cual fue radicado el 27 de Enero de 2009 mediante oficio 2009ER930, por el Ing. José Joaquín Álvarez de la Curaduría Urbana No.4 en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 193 de 2006.

4 GENERALIDADES DEL PROYECTO "OFICINAS CALLE 82"

De acuerdo con el consultor, el proyecto arquitectónico contempla la construcción de edificios de nueve pisos y tres sótanos, en estructura 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:

107500 N 103150 E

El informe "Asesoría Geotécnica y Sismológica para la Evaluación de la Amenaza Sísmica del Edificio Calle 82 con Carrera 7" fue elaborado por el Ing. Jorge Alberto Rodríguez, con base en los datos de exploración del subsuelo de la firma AUS y Cía. y de un ensayo ReMi (Refraction Microtremor) realizado por JEOPROBE Ltda.

5 PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO- CONCEPTO TÉCNICO NO. CT-5479 (FECHA: 27/02/2009)

La revisión del informe presentado para el proyecto Oficinas Calle 82 en Bogotá D.C., se hace a la luz de los requerimientos consignados en el Decreto 193 de 2006 para este tipo de estudios.

BOG BOGOTÁ POSITIVA
GOBIERNO DE LA CIUDAD
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

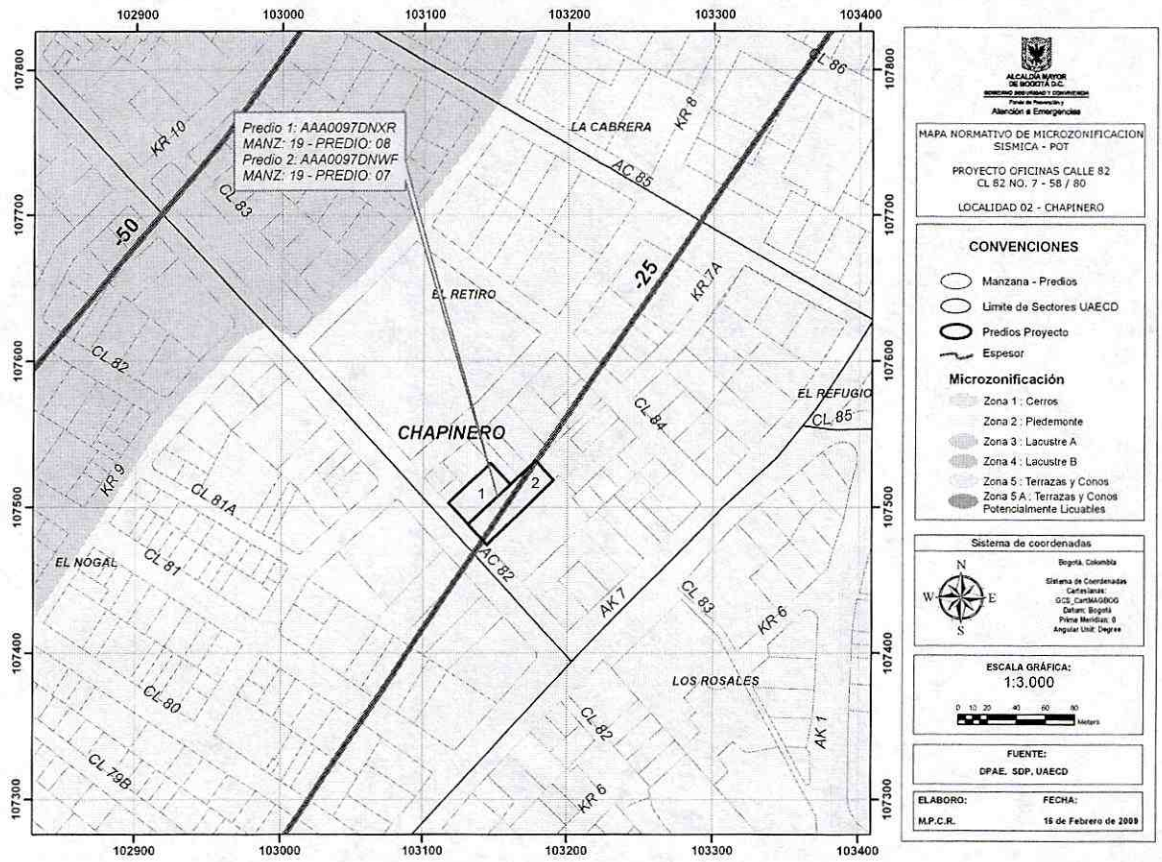

Figura 1. Localización del Proyecto Oficinas Calle 82.

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.

El concepto técnico relacionado con el estudio de respuesta local del subsuelo se presenta, con referencia a los requerimientos pertinentes del decreto antes mencionado que se listan a continuación.

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

En los numerales 1.1 y 3.2 del informe, se indica que el sitio del proyecto se encuentra localizado en la Zona 2 – Piedemonte 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.

De acuerdo con el Numeral 1.3.2 del informe, para conocer el perfil y propiedades del subsuelo en el lote del proyecto, la firma AUS y Cía. Ltda. realizó seis (6) sondeos que alcanzaron profundidades entre 23.8 y 40 m; donde se obtuvieron muestras alteradas que se utilizaron para su clasificación visual y realización de ensayos de laboratorio. El resultado de estas perforaciones fue complementado con ensayos de penetración estándar. Los registros de perforación de los sondeos 1 a 6 junto con el plano de la localización se presentan en el estudio de suelos anexo al informe.

Según el numeral 3.2 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 a continuación:

- De 0 a 1.1/2.4 m: Relleno arcilloso, escombros y capa vegetal.
- De 1.1/2.4 a 4.6/7.9 m: Arcillas y limos arcillosos de color café con presencia de gravas, de consistencia media a dura.
- De 4.6/7.9 a 14.6/20.4 m: Arenas de color café con gravas gruesas muy compactas, intercaladas con capas de limos arcillosos.
- De 14.6/20.4 a 26.5/28.6 m: Limos arcillosos y arcillas de color café con gravas de consistencia media.
- De 26.5/28.6 m hasta la profundidad máxima de explotación (40 m): Arenas y gravas en matriz arcillo-arenosa muy compacta.

Con base en los resultados del ensayo geofísico y en las perforaciones realizadas en el sitio se determinó la localización del basamento rocoso en 40 m.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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 3.2 y los anexos del informe, en el lugar del estudio se realizó un ensayo ReMi (Refraction Microtemor) ejecutado por la firma JEOPROBE Ltda., el cual logró identificar el perfil de velocidad de onda de corte hasta una profundidad de 100 m. En la figura 3.6 del informe se presenta el perfil de velocidades interpretado a lo largo de la línea de medición. A continuación se resumen los valores determinados a partir de los resultados de la prueba.

Profundidad (m)	Vs (m/s)	ν
0-4	118	0.35
4-6	168	0.35
6-10	221	0.35
10-14	272	0.35
14-16	322	0.35
16-21	407	0.35
21-26	442	0.35
26-38	571	0.35
38-46	883	0.35
46-58	1350	0.35
58-100	1437	0.35

El estudio CUMPLE 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 3.2 del informe y revisando los registros de perforación no fue posible obtener muestras inalteradas para ejecutar ensayos dinámicos, debido a la naturaleza de los materiales encontrados. El consultor asignó las curvas de degradación del módulo y de amortiguamiento utilizando los siguientes criterios:

- La curva 1 corresponde a una arcilla con gravas, se obtuvo a partir de los datos reportados por Vucetic y Dobry en 1991 y las fórmulas de Ishibashi y Zhang 1993 para un índice de plasticidad de 23.
- La curva 2 corresponde a una arena con gravas gruesas con una velocidad de onda de corte de 250 m/s, se obtuvo a partir de los datos reportados por Kokoshu et al en 1980.
- La curva 3 corresponde a gravas gruesas en matriz arcillo-arenosa con una velocidad de onda de corte de 500 m/s, se obtuvo a partir de los datos reportados por Kokoshu et al en 1980.
- La curva 4 corresponde a una arcillolita meteorizada con una velocidad de onda de corte entre 600 y 800 m/s, se obtuvo a partir de los datos reportados por Kokoshu et al en 1980.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

BOG BOGOTÁ POSITIVA
GOBIERNO DE LA CIUDAD
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 2.4 del informe, se utilizaron un total de 14 acelerogramas de los sismos alternativos aprobados por la DPAE y el acelerograma del sismo de México empleado en el estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá, 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 unidimensionales mediante la utilización del programa EERA (Bardet et al, 2000), que considera la propagación unidimensional de ondas de corte horizontal 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. Los datos de los análisis se presentan en las Tablas 3.1 y 3.2, mientras que las curvas dinámicas empleadas se presentan en la figura 3.8 del informe.

Dentro del modelo unidimensional planteado por el consultor, se efectúa un análisis de sensibilidad de la respuesta sísmica local mediante la variación del perfil de velocidades de onda con valores mínimos y máximos típicos. Por otro lado, dentro de los análisis se consideran cuatro (4) diferentes tipos de materiales y 10 estratos de suelo, desde superficie hasta 40 m de profundidad donde el consultor localiza el contacto con el basamento rocoso. En el numeral 3.2 del informe se describen los criterios empleados para la asignación de curvas dinámicas a cada uno de los materiales.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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

Debido a que en el sitio del estudio durante 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.

BOG BOGOTÁ POSITIVA
GOBIERNO DE LA CIUDAD
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.

Con base en los resultados de la modelación el consultor recomienda utilizar como espectro de diseño el mostrado en la Figura 3.21 del informe, el cual se presenta en la Figura 2 del presente concepto.

El espectro propuesto inicia con una Sa de 0.32 g, asciende hasta 0.47 g en 0.07 segundos donde cambia de pendiente y asciende hasta 1.17 g en 0.15 segundos continuando con este valor hasta 0.18 segundos, luego desciende hasta 0.6 g en 0.25 segundos donde toma a partir de allí los valores de espectro mínimo de Zona 2 – Piedemonte.

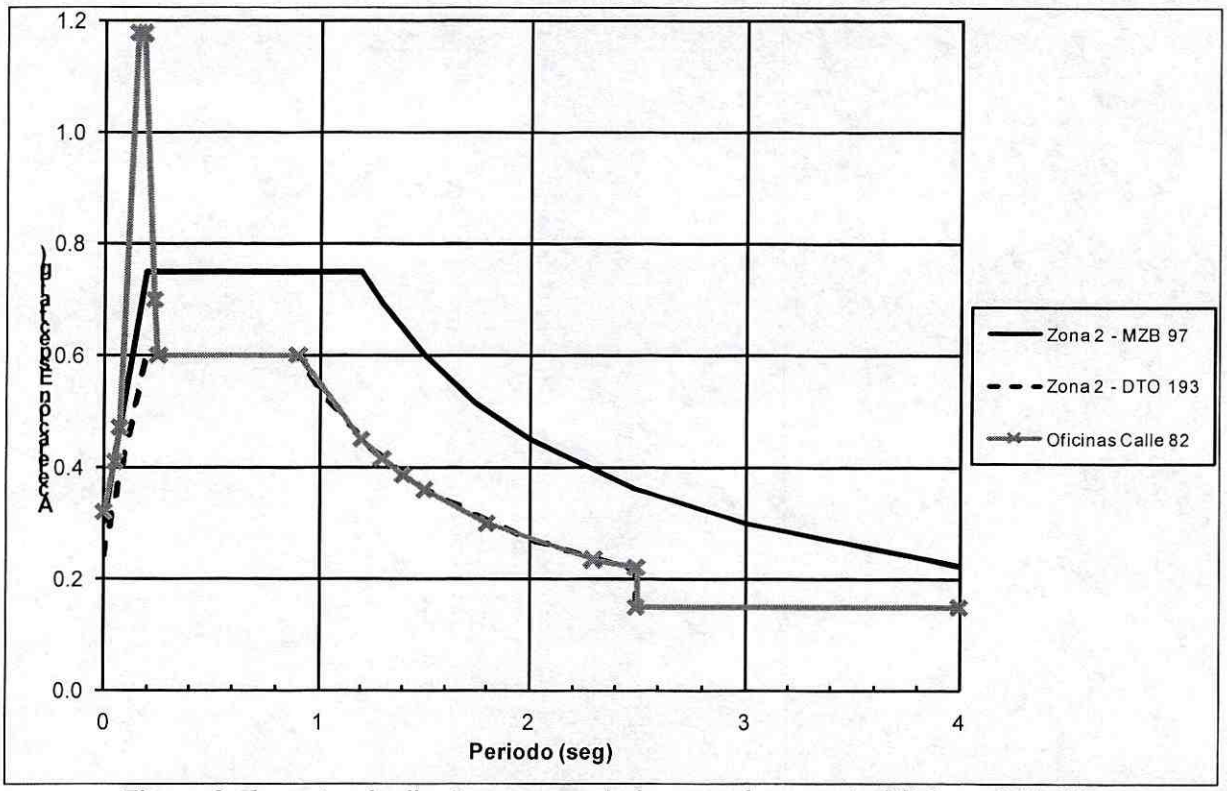

Figura 2. Espectro de diseño recomendado para el proyecto Oficinas Calle 82.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

BOG BOGOTÁ POSITIVA
GOBIERNO DE LA CIUDAD
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 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: **Nombre: CARLOS JAVIER PEDRAZA ALFONSO** Profesión: Ingeniero Civil, MSc Geotecnia. Matrícula Profesional: M.P. 15202098211BYC.	**Revisó:** **Nombre: FERNANDO JAVIER DÍAZ PARRA** Coordinación de Conceptos Técnicos
Aprobó: **Nombre: GERMÁN BARRETO ARCINIEGAS** Responsable Área de Investigación y Desarrollo	**Vo.Bo:** **Nombre: GUILLERMO ESCOBAR CASTRO** Dirección DPAE – Representante Legal FOPAE

BOG BOGOTÁ POSITIVA
GOBIERNO DE LA CIUDAD

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