1 INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1	CONCEPTO TÉCNICO No. CT:	5525
1.2	ÁREA:	TÉCNICA Y DE GESTIÓN
1.3	COORDINACIÓN:	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
1.4	REFERENCIA CRUZADA RADICADO FOPAE:	2009ER3353, 2009ER5417
1.5	RESPUESTA OFICIAL No. RO:	35990

2 INFORMACIÓN GENERAL

2.1	SOLICITANTE:	ADRIANA LÓPEZ MONCAYO CURADURÍA URBANA NO.3
2.2	PROYECTO:	TORRE LA PIAZZETA
2.3	LOCALIDAD:	2 CHAPINERO
2.4	UPZ:	97 CHICÓ LAGO
2.5	BARRIO O SECTOR CATASTRAL:	EL CHICÓ
2.6	DIRECCIÓN:	AVENIDA CALLE 92 No. 13-45, Y CARRERA 13A No. 91-26.
2.7	CHIP:	AAA0096EYMR / AAA0096EYLF
2.8	FECHA DE EMISIÓN:	8 DE MAYO 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 **segunda 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 Proyecto Edificio Piazzeta" elaborado por el Ing. Jorge Alberto Rodríguez, a construirse en los predios ubicados en la Calle 92 No. 13-45 y en la Carrera 13A No. 91-26 de Bogotá. El cual fue radicado el 18 de Marzo de 2009 mediante oficio 2009ER3353, por la Arq. Adriana López Moncayo de la Curaduría Urbana No.3 en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 193 de 2006. Posteriormente, el Ing. Jorge Alberto Rodríguez radicó el oficio aclaratorio de las observaciones de la primera revisión 2009ER5417 el Abril 28 de 2009.

4 GENERALIDADES DEL PROYECTO "TORRE LA PIAZZETA"

De acuerdo con el consultor, el proyecto contempla la construcción de un edificio de 9 pisos y dos sótanos.

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

108680 N 102950 E

El informe "Asesoría Geotécnica y Sismológica para la Evaluación de la Amenaza Sísmica del Proyecto Edificio Piazzeta" fue elaborado por el Ing. Jorge Alberto Rodríguez, con base en los datos de exploración del subsuelo de la firma LFO Ltda., de un ensayo Down Hole realizado por la firma AM Ingenieros y el apoyo del laboratorio de pruebas y ensayos de la Pontificia Universidad Javeriana.

5 PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO- RAD FOPAE: 2009ER3353

El concepto técnico 5501 de Abril 13 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

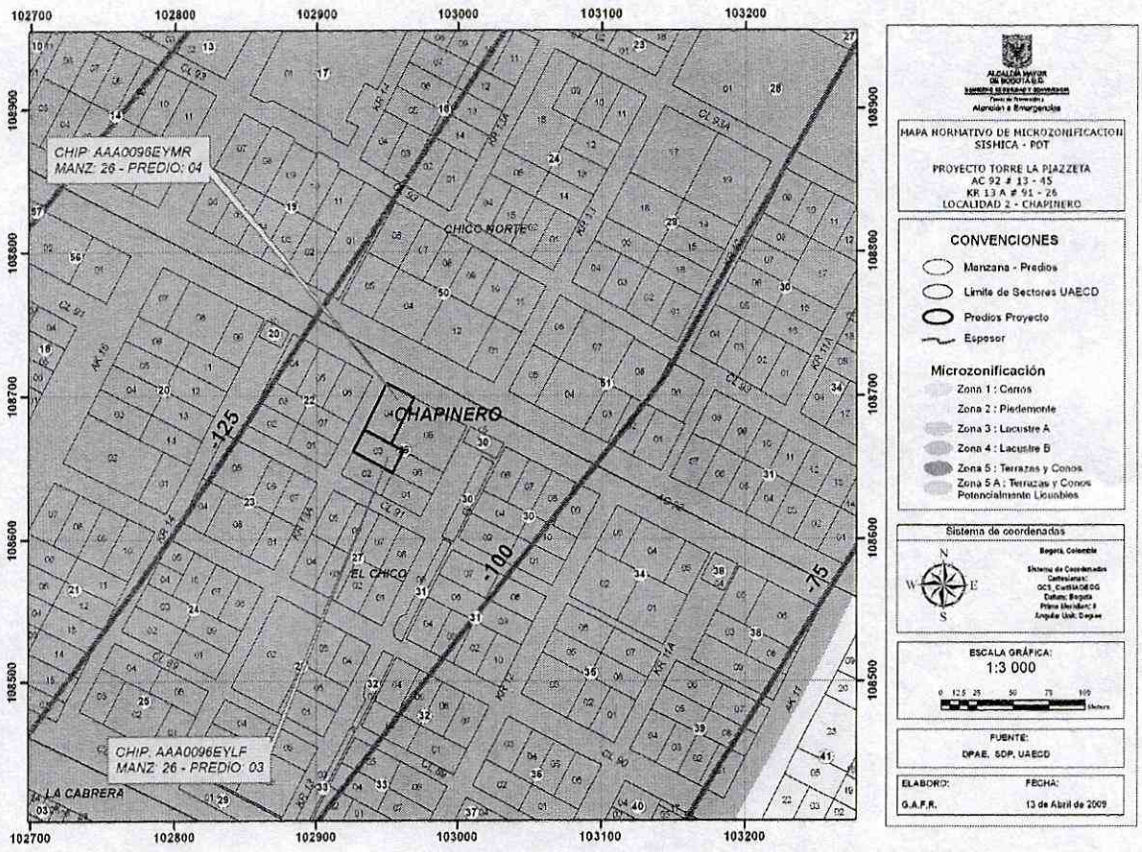


Figura 1. Localización del Proyecto Torre La Piazzeta.

La revisión del informe presentado para el proyecto Torre La Piazzeta en Bogotá D.C., se hace a la luz de 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.

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.

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

5.1 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 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 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 LFO Ltda. realizó cinco (5) sondeos que alcanzaron profundidades entre 9.8 y 50.5 m; donde se obtuvieron muestras alteradas e inalteradas 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, de cono holandés y de veleta de campo. 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 2.4/4.5 m: Arcillas arenosas de consistencia blanda.
- De 2.4/4.5 hasta la profundidad máxima de explotación (50.5 m): Limos arcillosos de consistencia blanda con intercalaciones de limos orgánicos y de arenas finas hacia el final de las perforaciones.

Desde los 50.5 m hasta los 130 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), el perfil geotécnico se complementó con base en los resultados del estudio de riesgo sísmico para la cuenca del Salitre (HMV, 2003).

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

5.3 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 del informe en el sitio del proyecto se realizó un ensayo Down Hole, a una profundidad de 50.5 m, pero no se presenta el registro de dicho ensayo realizado por la firma AM Ingenieros. En la figura 3.5 se indican los resultados de los ensayos Down Hole ejecutados en el lugar del estudio y en proyectos cercanos al lote del estudio. No se indica en el estudio el criterio empleado para asignar la velocidad de onda de corte para los materiales localizados entre 50.5 y 130 m.

Debido a que no se entregan los resultados del ensoyo Down Hole no es posible determinar los valores de Vs y de relación de Poisson, obtenidos en campo.

Se solicita al consultor:

- Anexar el registro del ensayo Down Hole debidamente firmado por un profesional responsable.
- Indicar el criterio empleado para asignar las velocidades de onda de corte a los materiales localizados entre 50.5 y 130 m.

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 3.2 del informe, se realizaron ensayos dinámicos a muestras obtenidas con tubo Shelby a profundidades de 10, 20, 30, 40 y 50 m. Para estas profundidades se ejecutaron pruebas de Bender Elements y triaxiales cíclicos de esfuerzo controlado. No se presentan en el informe los resultados de las pruebas de laboratorio, ni la interpretación realizada a dichos ensayos por el consultor.

Se solicita al consultor:

- Anexar los resultados de los ensayos dinámicos realizados y la interpretación de los mismos.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE 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 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

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

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 características de los materiales se indican gráficamente en la Figura 3.9 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. Dentro de los análisis se consideran cuatro (4) diferentes tipos de materiales y 35 estratos de suelo, desde superficie hasta 130 m de profundidad donde el consultor consideró que se localiza en contacto con el basamento rocoso, para el modelo con el perfil de velocidades máximo y cuatro (4) diferentes tipos de materiales y 38 estratos de suelo, desde superficie hasta 160 m de profundidad donde el consultor consideró que se localiza en contacto con el basamento rocoso, para el modelo con el perfil de velocidades mínimo.

Es necesario que el consultor aclare:

- Por qué se utilizaron diferentes profundidades de basamento rocoso para los modelos analizados.
- Indicar el criterio empleado para asignar las velocidades de onda de corte a los materiales localizados entre 50.5 y 130 m.

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 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.

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 5.3, 5.4 y 5.6.

El estudio NO CUMPLE con este requerimiento.

6 SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO - RAD FOPAE: 2009ER5417

La segunda revisión realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, del estudio "Asesoría Geotécnica y Sismológica para la Evaluación de la Amenaza Sísmica del Proyecto Edificio Piazzeta" que se remite como estudio sísmico local y del oficio aclaratorio de las observaciones de la primera revisión que adjunta una segunda versión del informe, 2009ER5417 el Abril 28 de 2009, se efectúa siguiendo los requerimientos consignados en el Decreto 193 de 2006 para este tipo de estudios.

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.

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la primera revisión.

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 2009ER5417 de abril 28 de 2009 el consultor anexa el informe del ensayo de Down Hole realizado por la firma AM Ingenieros Ltda., el cual está debidamente firmado por un profesional responsable. A continuación se resumen los valores determinados a partir de los resultados de la prueba.

Profundidad (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)
0-4	331	122
4-12	331	80
12-27	331	76
27-39	398	93
39-50	398	121

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

Adicionalmente el consultor indica el criterio empleado para definir el perfil de velocidad de onda cortante desde 50.5 m hasta los 130 m de profundidad donde se asume el contacto con el basamento rocoso.

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.).

Con el oficio aclaratorio 2009ER5417 de abril 28 de 2009 el consultor anexa copia de los ensayos dinámicos de Bender Elements y Triaxiales Cíclicos de esfuerzo controlado a muestras obtenidas con tubo Shelby a profundidades de 10, 20, 30, 40 y 50 m. Sin embargo entre los resultados anexos de laboratorio y las figuras 3.7 y 3.8 del informe donde se ilustra la interpretación los resultados no hay coherencia en los valores, tanto de módulos de elasticidad como de amortiguamiento.

Es necesario que el consultor aclare la diferencia entre los resultados anexos de laboratorio y las figuras 3.7 y 3.8 del informe donde se ilustra la interpretación de los ensayos y cómo se tuvieron en cuenta estos resultados de laboratorio para definir las curvas de degradación y amortiguamiento del modelo de respuesta unidimensional empleado.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE 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.

Con el oficio aclaratorio 2009ER5417 de abril 28 de 2009 el consultor adjunta una segunda versión del informe donde se aclara que la profundidad de basamento rocoso para los dos modelos analizados es de 130m e indica el criterio empleado para definir el perfil de velocidad de onda cortante desde 50.5 m hasta los 130 m de profundidad.

Sin embargo es necesario que el consultor aclare cómo se tuvieron en cuenta los resultados de laboratorio para definir las curvas de degradación y amortiguamiento de los materiales 1, 2 y 3 del modelo de respuesta unidimensional empleado.

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

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.

Este numeral se revisará una vez sean aclaradas las observaciones de los puntos 6.4 y 6.6.

El estudio NO CUMPLE con este requerimiento.

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como resultado de la presente revisión, se concluye que el estudio de respuesta local de amplificación de ondas sísmicas del proyecto en referencia está incompleto a la luz de los requerimientos mínimos consignados en el Decreto 193 de 2006. Para poder conocer con certeza la validez de los espectros de respuesta obtenidos y del recomendado en el estudio evaluado, primero deben aclararse y complementarse los puntos antes mencionados.

Una vez realizadas las correcciones y aclaraciones solicitadas, se recomienda enviar el estudio nuevamente a la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, con el fin de emitir concepto de cumplimiento, de acuerdo con lo estipulado en el Decreto 193 de 2006.

Elaboró:	Revisó:
FERNANDO JAVIER DÍAZ PARRA Ingeniero Civil, MSc Geotecnia. M.P. 25202093681 CND	**OSCAR IVÁN CHAPARRO PAJARDO** 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