1 INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1	CONCEPTO TÉCNICO No. CT:	5462
1.2	ÁREA:	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
1.3	COORDINACIÓN:	CONCEPTOS TÉCNICOS
1.4	REFERENCIA CRUZADA RADICADO FOPAE:	2008ER15441, 2009ER461
1.5	RESPUESTA OFICIAL No. RO:	34541

2 INFORMACIÓN GENERAL

2.1	SOLICITANTE:	JUAN REINALDO SUÁREZ MEDINA CURADURÍA URBANA NO.1
2.2	PROYECTO:	CALLE 110 No. 9-25
2.3	LOCALIDAD:	1 USAQUÉN
2.4	UPZ:	16 SANTA BÁRBARA
2.5	BARRIO O SECTOR CATASTRAL:	MOLINOS NORTE
2.6	DIRECCIÓN:	CALLE 110 No. 9-25
2.7	CHIP:	AAA0177LJPA
2.8	FECHA DE EMISIÓN:	4 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

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 "Asesoría Geotécnica y Sismológica para la Evaluación de la Amenaza Sísmica del Edificio Calle 110 con Avenida 9A – Canoga Garden" elaborado por el Ing. Jorge Alberto Rodríguez, a construirse en el predio ubicado en la Calle 110 No. 9-25 de Bogotá. El cual fue radicado el 01 de Diciembre de 2008 mediante oficio 2008ER15441, por el Arq. Juan Reinaldo Suárez Medina de la Curaduría Urbana No.1 y del oficio aclaratorio de observaciones de la primera revisión 2009ER461 de Enero 19 de 2009.

4 GENERALIDADES DEL PROYECTO "CALLE 110 # 9-25"

De acuerdo con el consultor, el proyecto arquitectónico contempla la construcción de edificios de diez y siete pisos y cinco sótanos. Los pisos 1, 4, 7 y 17 contarán con doble altura por lo que la altura de la torres corresponde a un edificio de 21 pisos.

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

110450 N 104300 E

El informe "Asesoría Geotécnica y Sismológica para la Evaluación de la Amenaza Sísmica del Edificio Calle 110 con Avenida 9A – Canoga Garden" fue elaborado por el Ing. Jorge Alberto Rodríguez, con base en los datos de exploración del subsuelo de la firma LFO y Cía., 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- CONCEPTO TÉCNICO NO. CT-5433 (FECHA: 18/12/2008)

El concepto técnico 5433 de Diciembre 18 de 2008 emitido por la DPAE relacionado con el 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

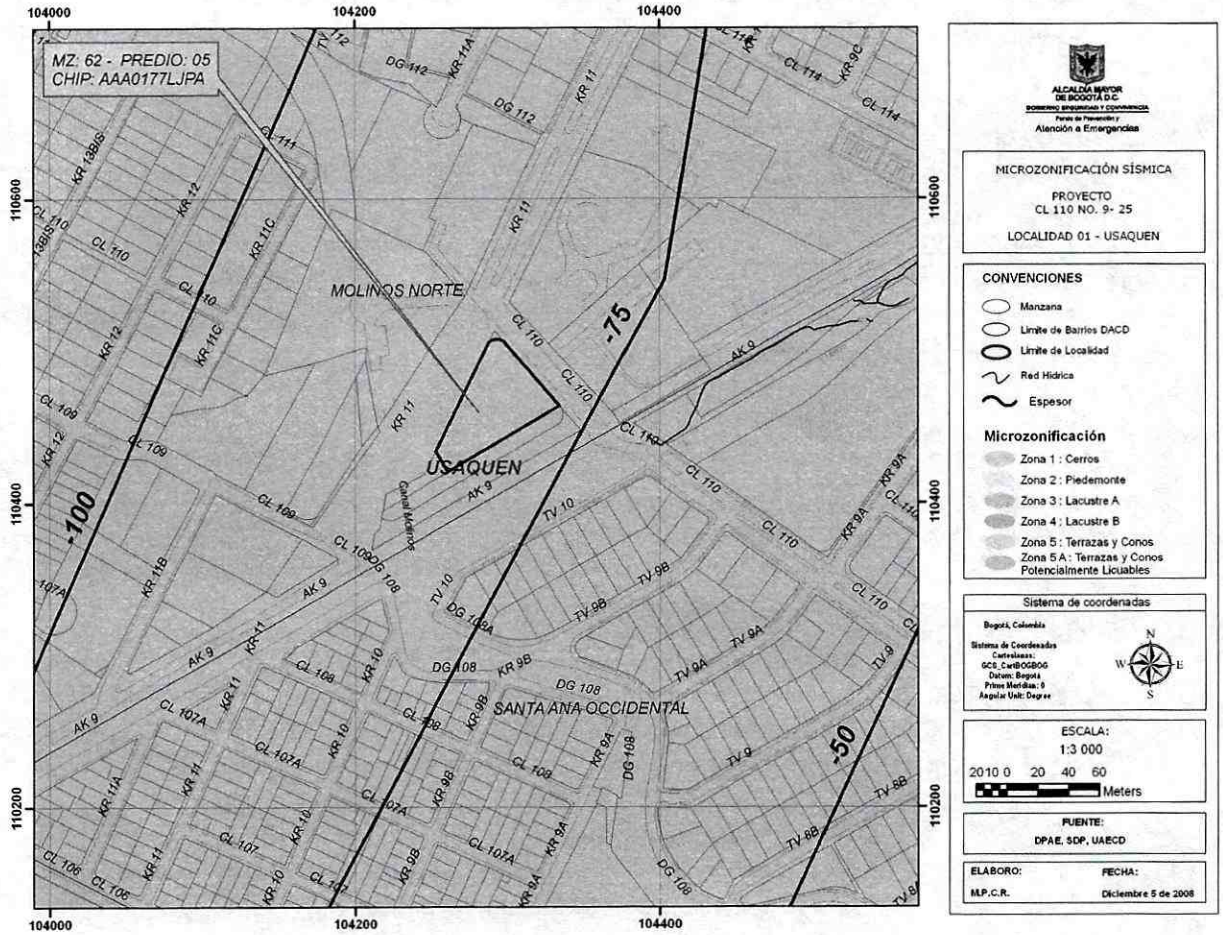


Figura 1. Localización del Proyecto Calle 110 No. 9-25.

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 y Cía. Ltda. realizó cinco (1) sondeos con cono holandés que alcanzaron profundidades entre 37 y 41 m y una perforación de (S-1) de 51 m; donde se obtuvieron muestras alteradas e inalteradas que se utilizaron para su clasificación visual y realización de ensayos de laboratorio. El resultado de esta perforación fue complementado con ensayos de penetración estándar. Adicionalmente, en la perforación S-1 de 51 m de profundidad, se realizo la prueba de Down Hole. Los registros de perforación de los sondeos junto con el plano de la localización se presentan anexos 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 0.6 m: Relleno de recebo y placa de concreto.
- De 0.6 a 1.7 m: Limo arcilloso negro de consistencia blanda.
- De 1.7 hasta la profundidad máxima de explotación (51 m): Limos arcillosos de color gris a café de consistencia blanda a firme. Se encontraron lentes de turba a los 19 y 27 m con espesores de 4 y 3 m respectivamente y un lente de arena muy denso entre los 41.5 y 44 m de profundidad.

Desde 51 m hasta 85 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 se complementó de acuerdo con los resultados del estudio de riesgo sísmico para la cuenca del Salitre (HMV, 2003).

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 del informe, en el sitio del proyecto se realizó un ensayo Down Hole, a una profundidad de 50 m, en los anexos se presenta el registro de dicho ensayo realizado por la firma AM Ingenieros. En la figura 3.4 se indican los resultados de los ensayos Down Hole ejecutados en el lugar del estudio, en la Calle 100 con Autopista Norte y en la Calle 170 con Autopista Norte.

En la siguiente tabla se resumen los valores del perfil de velocidad de onda, determinado a partir de los resultados de la prueba Down-Hole. Así mismo, se incluyen los valores de la relación de Poisson, obtenidos de los datos de Vs y Vp de campo.

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

Profundidad (m)	Vs (m/s)	ν
0-6	106	0.46
6-10	106	0.46
10-19	86	0.48
19-27	68	0.48
27-30	86	0.48
30-41	148	0.42
41-45	149	0.45

Una vez revisado el registro del ensayo Down Hole, se solicita al consultor anexar dicho registro debidamente firmado por el ingeniero responsable de ensayo y aclarar por qué el registro solo alcanza los 45 m, profundidad que es inferior a la mínima exigida en el Decreto 163 de 2006.

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.).

No se realizaron ensayos dinámicos para determinar los módulos de corte y las relaciones de amortiguamiento.

Por lo anterior y de acuerdo al artículo 7 del Decreto 193 de 2006, se solicita al consultor ejecutar los ensayos de laboratorio para determinar el comportamiento del módulo dinámico de cortante y la capacidad histerética de amortiguamiento, que cubran todo el intervalo de deformaciones dinámicas, de las muestras inalteradas representativas de los materiales del subsuelo que puedan ser muestreados.

El estudio NO 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 2.4 del informe, se utilizaron un total de 12 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.

Es necesario que los acelerogramas empleados cubran con los niveles de aceleraciones máximas establecidos para cada fuente sísmica de acuerdo el numeral 3 del artículo 7 del Decreto 193 de 2006.

El estudio NO 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 3.5 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 tres (3) diferentes tipos de materiales y 11 estratos de suelo, desde superficie hasta 85 m de profundidad donde el consultor consideró que se localiza en contacto con el basamento rocoso. En el informe no se describen los criterios empleados para la asignación de curvas dinámicas a cada uno de los materiales.

Se solicita al consultor:

Indicar el criterio que se utilizó para asignar las curvas dinámicas a los diferentes materiales empleados en los análisis.

La metodología empleada para asignar las velocidades de onda de corte en el modelo de análisis de velocidad mínima, en los materiales encontrados entre los 30 y 54 m de profundidad; ya que los valores adoptados son inferiores a los medidos en campo mediante el ensayo Down Hole.

Emplear los acelerogramas a los niveles de aceleraciones máximas establecidos para cada fuente sísmica de acuerdo el numeral 3 del artículo 7 del Decreto 193 de 2006.

El estudio NO CUMPLE con este requerimiento.

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

Debido a que en la exploración del subsuelo se encontró superficialmente capas de limos y arenas sueltas, saturadas es necesario que el consultor evalué el potencial de licuación.

El estudio NO 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 se aclaren por parte del consultor todas las observaciones de los numerales 5.3, 5.4, 5.5, 5.6 y 5.7.

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 perfil geotécnico del sitio de estudio (limos y arenas) y la profundidad del basamento rocoso (85 m), este no corresponde a un perfil típico de la Zona 4 (depósitos de suelos blandos de espesores de más de 200 m) según el artículo 2 del Decreto 193 de 2006. Por lo tanto no se acepta la reclasificación a la Zona 4.

El estudio NO CUMPLE con este requerimiento.

6 SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO - RAD FOPAE: 2009ER461.

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 Edificio Calle 110 con Avenida 9A – Canoga Garden" que se remite como estudio sísmico local y del oficio aclaratorio de observaciones de la primera revisión 2009ER461 de Enero 19 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.

En el oficio aclaratorio 2009ER461 de Enero 19 de 2009, el consultor presenta el registro del Ensayo Down Hole debidamente firmado y aclara que la profundidad a la que se realizó el ensayo es de 50 m.

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 oficio aclaratorio 2009ER461 de Enero 19 de 2009, el consultor aclara que se realizaron ensayos dinámicos a muestras obtenidas con tubo Shelby a 10, 20 y 30 m, en el sondeo 1. Para cada profundidad se ejecutaron pruebas de Bender Elements y Triaxiales Cíclicos de esfuerzo controlado. Los resultados de las pruebas de laboratorio se anexan al oficio en medio magnético, dichos resultados concuerdan con los presentados en las figuras 1 y 2 del oficio aclaratorio.

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.

En el oficio aclaratorio 2009ER461 de enero 19 de 2009, el consultor aclara que a la fecha de ejecución del estudio, enero de 2007, aún no regía la modificación hecha a la aceleración máxima de los acelerogramas de diseño, por lo que se trabajó con las señales aprobadas para esa fecha.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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 oficio aclaratorio 2009ER461 de enero 19 de 2009, el consultor presenta el criterio empleado para asignar las curvas a los diferentes materiales de perfil empleado en los análisis y explica que el criterio empleado para la asignación de la velocidad de onda de corte a los materiales entre 30 y 54 m de profundidad fue el resultado de promediar los resultados del ensayo Down Hole realizado en el sitio con los resultados obtenidos en otros ensayos de referencia.

La aclaración sobre las señales empleadas en los análisis se presenta en el numeral anterior.

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.

En el oficio aclaratorio 2009ER461 de enero 19 de 2009, el consultor indica que los suelos presentes en el proyecto no afectaran la estabilidad del edificio ante una amenaza de licuación por sismo, debido a que el nivel freático se abatirá por la construcción y que los materiales susceptibles serán removidos durante la excavación que se ejecutará para la construcción de los cinco sótanos.
El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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 y acatando la observación dada en el numeral 5.8, el consultor recomienda utilizar como espectro de diseño el mostrado en la figura 3 del oficio aclaratorio ER461 del 19 de enero de 2009, el cual es diferente al espectro inicialmente propuesto y corresponde al mínimo de Zona 3 - Lacustre A, dado en el Decreto 193 de 2006.

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: **Nombre: CARLOS JAVIER PEDRAZA ALFONSO** Profesión: Ingeniero Civil, MSc Geotecnia. Matrícula Profesional: M.P. 15202098211BYC.	**Revisó:** **Nombre: FERNANDO JAVIER DÍAZ PARRA** Grupo 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

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