1 INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1	CONCEPTO TÉCNICO No. CT:	5594
1.2	ÁREA:	TÉCNICA Y DE GESTIÓN
1.3	COORDINACIÓN:	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
1.4	REFERENCIA CRUZADA RADICADO FOPAE:	2009ER9463, 2009ER9789
1.5	RESPUESTA OFICIAL No. RO:	37432

2 INFORMACIÓN GENERAL

2.1	SOLICITANTE:	ADRIANA LÓPEZ MONCAYO CURADURÍA URBANA NO.3
2.2	PROYECTO:	DIMONTI APARTAMENTOS ETAPA I
2.3	LOCALIDAD:	11 SUBA
2.4	UPZ:	27 SUBA
2.5	BARRIO O SECTOR CATASTRAL:	TIBABUYES
2.6	DIRECCIÓN:	CR 111A # 148 - 026
2.7	CHIP:	AAA0160RBAW
2.8	FECHA DE EMISIÓN:	31 DE JULIO 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 para el Lote Comprendido entre la Calle 151 y la Calle 146A y la Carrera 111A y la Carrera 109 de Bogotá" elaborado por el Ing. Carlos Restrepo, a construirse en el predio ubicado en la Cr 111A No. 148 – 26 de Bogotá. El cual fue radicado el 05 de Junio de 2009 mediante oficio 2009ER7522, por la Dra. Adriana López Moncayo de la Curaduría Urbana No.3. Posteriormente, el Ing. Carlos Restrepo radico los oficios aclaratorios de las observaciones de la primera revisión 2009ER9463 el 16 Julio de 2009 y 2009ER9789 el 24 de Julio de 2009.

4 GENERALIDADES DEL PROYECTO "DIMONTI APARTAMENTOS ETAPA I"

De acuerdo con el oficio remitido por la Curaduría Urbana, el proyecto contempla la construcción de tres edificios de 14 pisos. En la Figura 1 del presente concepto se ilustra la localización del lote del proyecto, que corresponde a las siguientes coordenadas planas aproximadamente:

117200 N 97700 E

El informe "Análisis de Microzonificación Local para el Lote Comprendido entre la Calle 151 y la Calle 146A y la Carrera 111A y la Carrera 109 de 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 Díez y el apoyo del laboratorio de pruebas y ensayos de la Universidad de los Andes.

5 PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO- RAD FOPAE: 2009ER7522

El concepto técnico 5566 de Junio 26 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

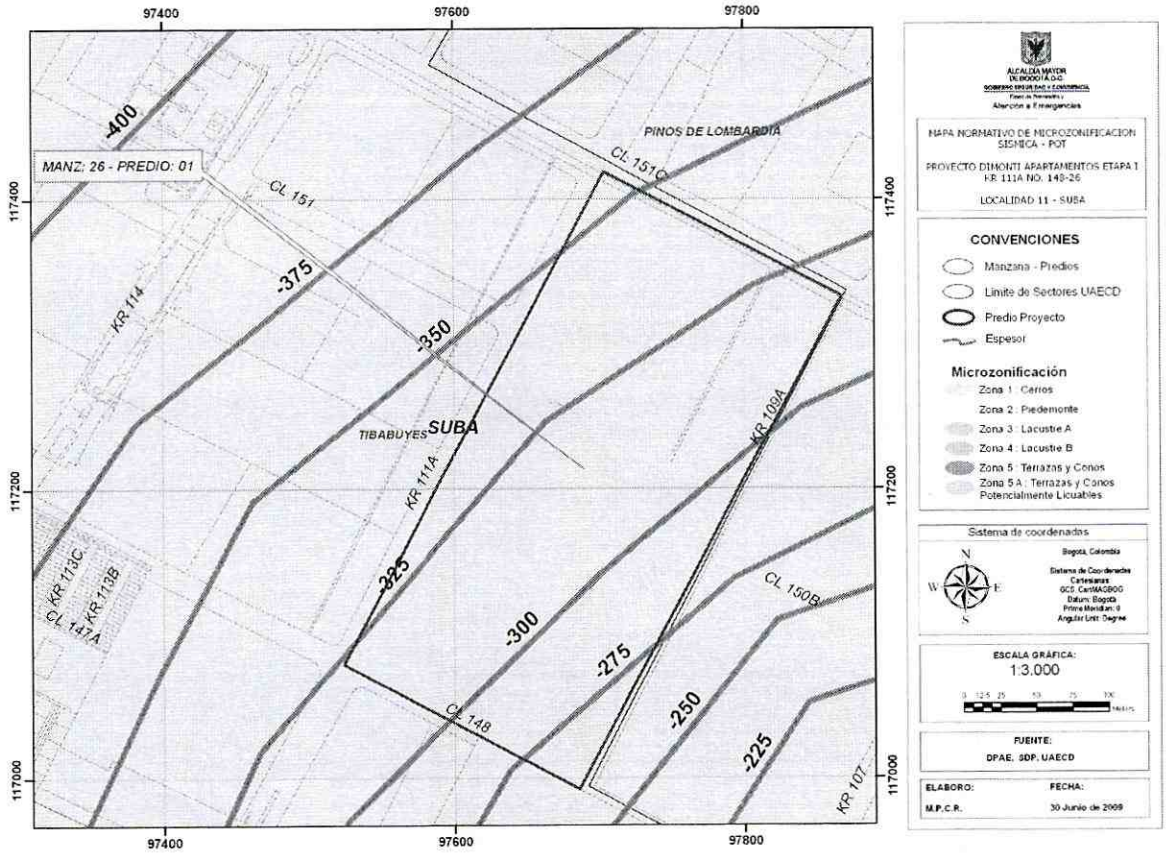


Figura 1. Localización del Proyecto Dimonti Apartamentos Etapa I

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.

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 Ltda., realizó dos perforaciones que alcanzaron 50

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

metros de profundidad, realizadas mediante un equipo de percusión y lavado, cuyos resultados se complementaron con mediciones de resistencia al corte con penetrometro manual y 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 una de las perforaciones de 50 m se ejecutó la prueba de Down Hole, por parte de la firma Ulloa y Díez 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 2.0/2.5 m: Relleno heterogéneo.
- De 2.0/2.5 a 26.0 m: Arcilla limosa gris de consistencia medio firme a muy blanda.
- De 26.0 a 50.0 m: Arcilla gris y/o carmelita de consistencia firme a blanda con lentes de turba y limo orgánico.

Después de los 50 m y hasta los 200 m de profundidad, donde el consultor indica que se encuentra el contacto del depósito de suelo con la roca, se adoptó información del sondeo realizado en la Avenida Cundinamarca con Calle 139 para el estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá.

Sin embargo la profundidad del basamento rocoso de acuerdo al estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá se encuentra aproximadamente entre 275 y 350 m (ver Figura 1 del presente concepto), luego es necesario que el consultor ajuste la profundidad del basamento rocoso del perfil de análisis.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE 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 2.3 del informe, en uno de los sondeos de 50 m se ejecutó un ensayo de Down-Hole realizado por la firma Ulloa y Díez. A continuación se resumen los valores determinados a partir de los resultados del ensayo ejecutado en el sitio del proyecto.

Profundidad (m)	Vs (m/s)	ν
0-26	159	0.39
26-50	214	0.41

Se indica en el numeral 3.1 del informe que a partir de 50 m de profundidad se adoptó un valor constante de 214 m/s de velocidad de onda de corte hasta los 200 m de profundidad.

Se solicita al consultor:

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

- Justificar el valor de Vs adoptado a partir de 50 m de profundidad tendiendo en cuenta que este no refleja el cambio del estado de esfuerzo con la profundidad.
- Anexar el registro del ensayo Down Hole debidamente firmado por el profesional responsable del ensayo realizado.

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 deformación controlada, columna resonante y de velocidad de onda a las muestras obtenidas con tubo Shelby a 15 y 36 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 16 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.

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.

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

El modelo de capas de suelo empleado y la malla utilizada para los análisis se presenta en las figuras 6 y 7 del informe, donde se indica el sitio del proyecto; mientras que las curvas asignadas a los estratos No 2 a 8 se presentan en las figuras 10 a 19 del informe junto con los criterios empleados para determinar el comportamiento dinámico.

Se solicita al consultor:

- Adicionar las páginas 22 y 23 del informe con las características del estrato No 1 de análisis, las cuales hacen falta en el documento que está en revisión.
- Realizar los ajustes del caso de acuerdo con los numerales 5.2 y 5.3 del presente concepto técnico.

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.

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 atendidas las observaciones de los puntos 5.2, 5.3 y 5.6 del presente concepto.

6 SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO - RAD FOPAE: 2009ER9463, 2009ER9789

La segunda revisión realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, del estudio "Análisis de Microzonificación Local para el Lote Comprendido entre la Calle 151 y la Calle 146A y la Carrera 111A y la Carrera 109 de Bogotá" que se remite como estudio sísmico local, del oficio aclaratorio de las observaciones de la primera revisión que adjunta una segunda versión del informe, 2009ER9463 de Julio 16 de 2009 y del oficio 2009ER9789 de Julio 24 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.

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

6.1 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 1 de la segunda versión del informe, anexo al oficio aclaratorio 2009ER9463 de julio 16 de 2009, el consultor corrige la profundidad del basamento rocoso, basado en el mapa de espesores de sedimentos del estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá, e indica que después de los 50 m y hasta los 275 m de profundidad, se adoptó información del sondeo realizado en la Avenida Cundinamarca con Calle 139 para el estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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 2009ER9463 de julio 16 de 2009 el consultor anexa el informe del ensayo de Down Hole realizado por la firma Ulloa y Diez, el cual está debidamente firmado por un profesional responsable. Adicionalmente en el oficio aclaratorio 2009ER9789 de julio 24 de 2009 el consultor presenta el siguiente criterio: "se adoptó una velocidad de onda de corte constante a partir de los 50m hasta el basamento rocoso, es importante anotar que para determinar los módulos de cortante establecidos en el informe, el analista se basa no solo en la velocidad de corte sino también en la correlación del Gmax en suelos cohesivos. La cual a su vez es función de la relación de vacíos y el esfuerzo efectivo, parámetros medidos a partir de las perforaciones efectuadas en el marco del desarrollo del estudio de microzonificación realizado Avenida Cundinamarca con calle 139."

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.

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

6.5 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 3.1 de la segunda versión del informe, anexo al oficio aclaratorio 2009ER9463 de julio 16 de 2009, el consultor presenta un nuevo análisis unidimensional mediante la utilización del programa Quake (Geo-slope Internacional, 2000). El modelo de capas de suelo empleado y la malla utilizada para los análisis se presenta en las figuras 6 y 7 del informe, donde se indica el sitio del proyecto; mientras que las curvas asignadas a los estratos se presentan en las figuras 8 a 19 del informe junto con los criterios empleados para determinar el comportamiento dinámico. Adicionalmente, en el oficio aclaratorio 2009ER9789 de julio 24 de 2009, el consultor aclara que el estrato No. 8 del análisis corresponde a los materiales localizados entre los 156.5 m y 275 m.

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 recomienda utilizar dos espectros de diseño: uno para edificaciones con un periodo fundamental de vibración inferior a 0.5 segundos que corresponde al espectro de Zona 4 - Lacustre B y otro para edificaciones con un periodo fundamental de vibración superior a 0.5 segundos que corresponde al espectro mínimo de Zona 4 - Lacustre B, dados 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:	Revisó:
CARLOS JAVIER PEDRAZA ALFONSO Ingeniero Civil, MSc Geotecnia. M.P. 15202098211 BYC	**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