Ingresar y Asociar

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. GOBIERNO SEGURIDAD Y CONVIVENCIA Fondo de Prevención y Atención a Emergencias	CONCEPTO TÉCNICO DE REVISIÓN DE ESTUDIOS DE RESPUESTA DE AMPLIFICACIÓN LOCAL DE ONDAS SÍSMICAS	Código:	GPR-FT-09
		Versión:	01
		Código Documental:	

1 INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1	CONCEPTO TÉCNICO No. CT:	5291
1.2	ÁREA:	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
1.3	COORDINACIÓN:	CONCEPTOS TÉCNICOS
1.4	REFERENCIA CRUZADA RADICADO FOPAE:	2008ER5583, 2008ER7833
1.5	RESPUESTA OFICIAL No. RO:	30895

2 INFORMACIÓN GENERAL

2.1	SOLICITANTE:	CAMILA CASTELL CÓRDOBA CURADURÍA URBANA NO.5
2.2	PROYECTO:	TAKABÚ II ETAPA
2.3	LOCALIDAD:	8 KENNEDY
2.4	UPZ:	46 CASTILLA
2.5	BARRIO O SECTOR CATASTRAL:	CIUDAD TECHO II
2.6	DIRECCIÓN:	CARRERA 92A No. 6-11/33 Antigua CARRERA 82A No. 6-11/37 Nueva
2.7	CHIP:	AAA0148LJYN – AAA0148LJZE
2.8	FECHA DE EMISIÓN:	30 DE JULIO DE 2008
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

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

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 el Estudio de Respuesta de Amplificación Local – Proyecto Protecho – Diseño Urbano" elaborado por el Ing. Jorge Alberto Rodríguez, a construirse en los predios ubicados en la Carrera 92A No.6-11/33 de Bogotá. El cual fue radicado el 19 de Mayo de 2008 mediante oficio 2008ER5583, por la Ing. Camila Castell Córdoba de la Curaduría Urbana No.5 y del oficio aclaratorio 2008ER7833 de Julio 02 de 2008 en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 193 de 2006.

4 GENERALIDADES DEL PROYECTO "TAKABÚ"

De acuerdo con el consultor, el proyecto arquitectónico contempla la construcción de edificios de doce pisos de altura, con una zona central para plataforma de parqueaderos que contará con un piso de altura y un sótano.

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

104800 N 91400 E

El informe "Asesoría Geotécnica y Sismológica para el Estudio de Respuesta de Amplificación Local – Proyecto Protecho – Diseño Urbano" fue elaborado por el Ing. Jorge Alberto Rodríguez, con base en los datos de exploración del subsuelo de la AUS y Cía., 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- CONCEPTO TÉCNICO NO. CT-5261 (FECHA: 17/06/2008)

El concepto técnico 5261 de Junio 17 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

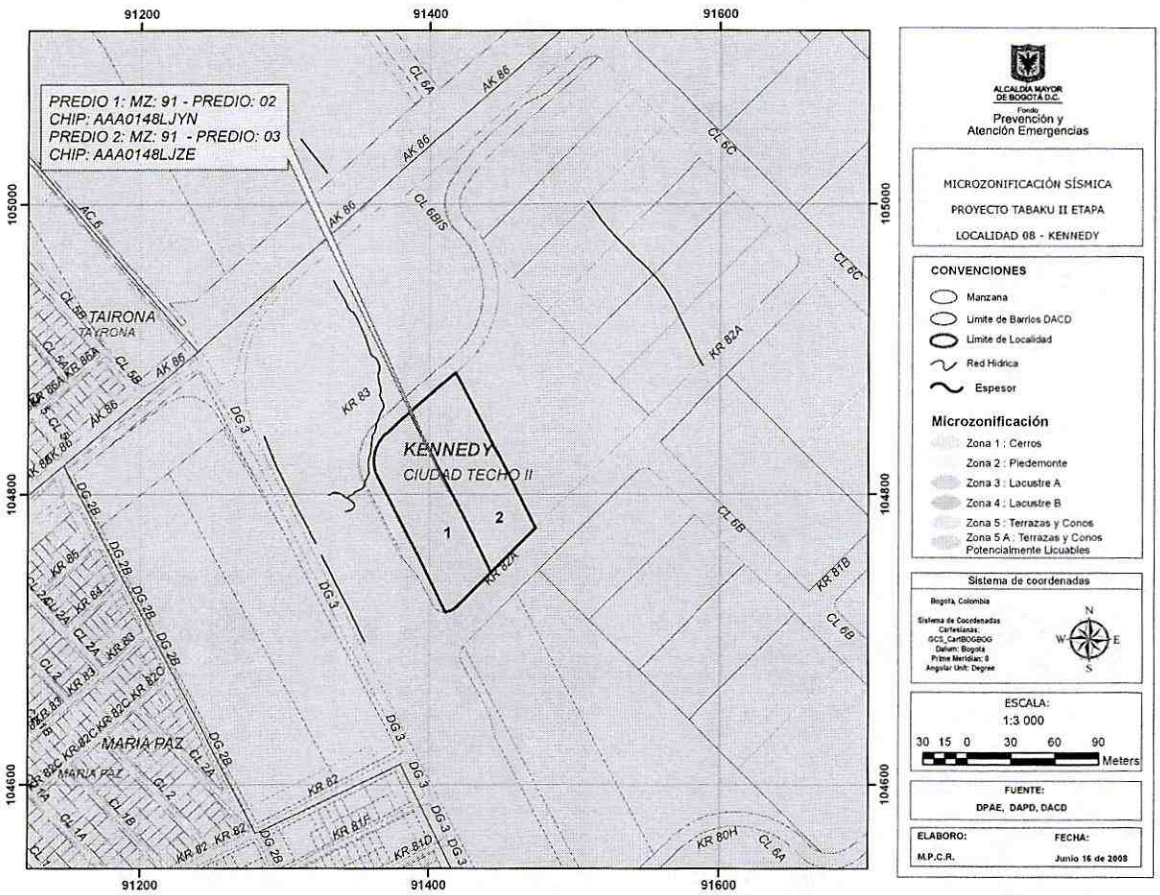

Figura 1. Localización del Proyecto Takabú II Etapa.

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

En el numeral 1.1 y 3.2 del informe, se indica que el sitio del proyecto se encuentra localizado en la Zona 5A – Terrazas y Conos Potencialmente Licuables 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.

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

5.2 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 3.2 del informe, para conocer el perfil y propiedades del subsuelo en el lote del proyecto, la firma AUS y Cía. Ltda. realizó trece (13) sondeos que alcanzaron profundidades entre 6 y 50 m; donde se obtuvieron muestras remoldeadas e inalteradas que se utilizaron para su clasificación visual y realización de ensayos de laboratorio. El resultado de estas perforaciones fue complementado con ensayos veleta de corte in situ y SPT. Adicionalmente, se ejecutó un sondeo de 48 m de profundidad, en el que se realizó el ensayo Down Hole por parte de la firma Ulloa y Diez Ltda., de este sondeo se tomaron muestras en tubo Shelby sobre las que se hicieron los ensayos de laboratorio para determinar las propiedades dinámicas.

Según el numeral 3.2 del estudio de suelos, 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 0.2/1.7 m: Relleno heterogéneo.
- De 0.2/1.7 a 0.7/2 m: Arcillas negra dura.
- De 0.7/2 a 1.2/2.6 m: Arcillas de color gris verdoso y café de consistencia dura.
- De 1.2/2.6 hasta la profundidad de explotación (50 m): Limos arcillosos de color café de consistencia media con lentes de arena.

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 (basado en el mapa de espesores de sedimentos del estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá), el perfil geotécnico se complementó teniendo en cuenta 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 y los anexos del informe, en el lugar del estudio se realizó un ensayo de Down-Hole a una profundidad de 48 m ejecutado por la firma Ulloa y Diez Ltda. En la figura 3.2 del informe se indican los resultados del ensayo Down Hole ejecutado en el lugar del estudio, comparado con correlaciones de velocidad de onda de corte contra valores de SPT. A continuación se resumen los valores determinados a partir de los resultados de la prueba.

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
0-2	190	0.38
2-8	220	0.39
8-23	210	0.36
23-30	185	0.35
30-36	225	0.34
36-48	256	0.34

Se solicita al consultor:

- Indicar la localización y el registro de la perforación en la que se ejecutó el ensayo Down Hole.

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 tres profundidades diferentes: 6, 28 y 49 m. Para cada profundidad se ejecutaron triaxiales cíclicos de deformación controlada. 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.

Se solicita al consultor:

- Aclarar la localización de la perforación de la que se obtuvieron las muestras para ejecutar los ensayos dinámicos, ya que en los registros de perforación anexos no se observa la recuperación de muestras inalteradas a profundidades indicadas ni mayores a 35 m.

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.

En el numeral 2.4 del estudio se indica que utilizaron los 3 acelerogramas de los sismos utilizados para la Microzonificación Sísmica de Bogotá, más siete acelerogramas de sismos seleccionados por el consultor. Acogiéndose a lo establecido en el numeral 3 del artículo 7 del Decreto 193 de 2006.

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.

Se solicita al consultor:

- Anexar los datos del perfil utilizado para los análisis, en el que se indiquen los materiales utilizados, las velocidades de onda empleadas, el espesor de los estratos y la profundidad del depósito empleada.
- Anexar las curvas dinámicas empleadas en los análisis, acompañadas del criterio empleado para su asignación a los diferentes materiales.

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 Zonas 5 – Terrazas y Conos Potencialmente Licuables y a que en la exploración del subsuelo se identificaron capas de arenas, es necesario que el consultor evalué el potencial de licuación del depósito de acuerdo con el numeral 8 del artículo 4 de Decreto 193 de 2006.

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 anteriores.

6 SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO - RAD FOPAE: 2008ER7082

La segunda revisión realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, del estudio "Asesoría Geotécnica y Sismológica para el Estudio de Respuesta de Amplificación Local – Proyecto Protecho – Diseño Urbano" que se remite como estudio sísmico local y del oficio aclaratorio 2008ER7833 de Julio 02 de 2008, 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 2008ER7833 de Julio 02 de 2008 el consultor indica que el ensayo Down Hole se realizó en la perforación No 13, de la cual anexa el registro y localización respectiva.

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 2008ER7833 de Julio 02 de 2008 el consultor indica que las muestras de suelo se obtuvieron de la perforación No 13, de la cual anexa el registro y la localización respectiva.

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 oficio aclaratorio 2008ER7833 de Julio 02 de 2008, el consultor presenta los datos de los análisis en la Tabla 1, mientras que las características de los materiales se indican gráficamente en la Figura 1 junto con los criterios empleados para la asignación de curvas dinámicas a cada uno de los materiales. 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) tipos de materiales y 27 estratos de suelo, desde superficie hasta 200 m de profundidad donde el consultor consideró que se localiza el contacto con el basamento rocoso.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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

En el oficio aclaratorio 2008ER7833 de Julio 02 de 2008, el consultor concluye a partir de criterios geológicos y de los resultados de la exploración del subsuelo que "en el sitio el potencial de licuación es despreciable."

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 el consultor recomienda utilizar como espectro de diseño el mostrado en las Figuras 3.10 y 3.11 del informe, el cual se presenta en la Figura 2 del presente concepto. El espectro propuesto inicia con una Sa de 0.2 g, asciende linealmente hasta 0.4 g en 0.35 segundos, donde continua con este valor hasta 1.6 segundos, donde toma los valores de espectro mínimo de la Zona 5 dados en el Decreto 193 de 2006.

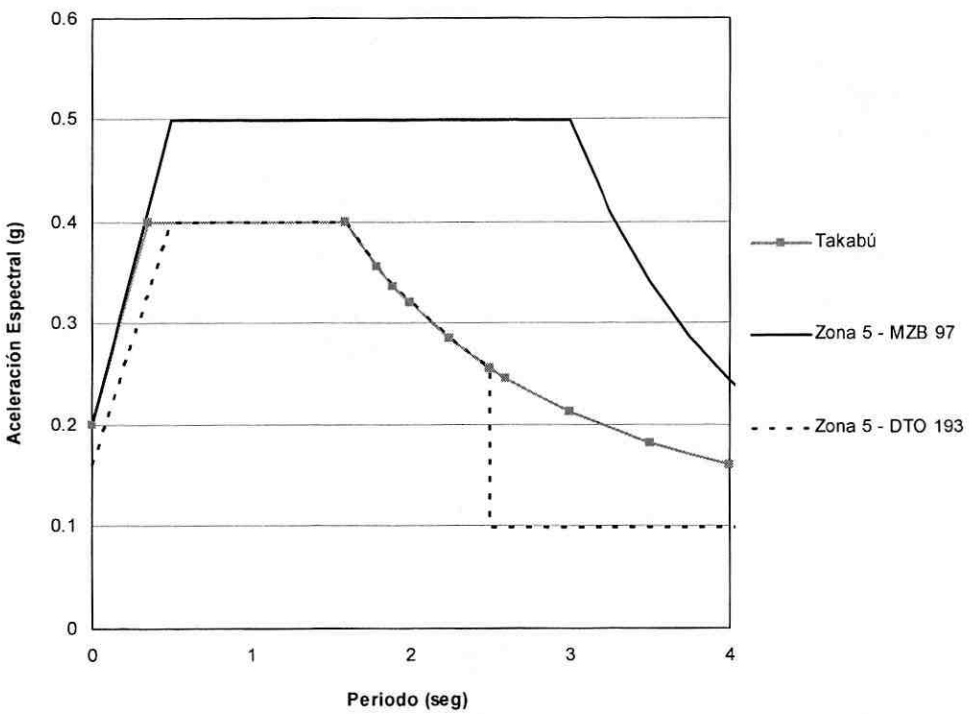

Figura 2. Espectro de diseño recomendado para el proyecto Takabú II Etapa.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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** Coordinación de Conceptos Técnicos
Aprobó: **Nombre: GERMÁN BARRETO ARCINIEGAS** Subdirección de Investigación y Desarrollo	**Vo.Bo:** **Nombre: GUILLERMO ESCOBAR CASTRO** Dirección

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