ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

CONCEPTO TÉCNICO No CT - 4710
Revisión de Estudio Particular de Respuesta Local de Amplificación de Ondas Sísmicas
Artículo 7 - Decreto 193 de 2006

1 INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE:	Curaduría Urbana 3
LOCALIDAD:	3. Santafé
BARRIO:	**San Martín**
PROYECTO:	**Centro Internacional Bancolombia**
DIRECCIÓN:	Calle 30A No. 6-25
UPZ:	91. Sagrado Corazón
TIPO DE RIESGO:	Sísmico
EJECUTOR:	Ing. Daniel T Ávila
FECHA DE EMISION:	Febrero 28 de 2006

2 ANTECEDENTES

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. Adicionalmente, 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 del mencionado decreto, adoptando el espectro de diseño y los coeficientes espectrales indicados 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 de respuesta sísmica "Estudio de suelos y microzonificación Ampliación Edificio Bancolombia Centro Internacional de Negocios Bogotá D.C", que se remite como estudio sísmico local, en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 193 de 2006.

3 GENERALIDADES DEL PROYECTO

El proyecto consiste en una estructura aporticada con un área en planta de 1648m2, de 6 pisos, 2 niveles adicionales livianos y un sótano que se transforma en 2 sótanos a la altura de la carrera 6. El edificio se destinará a estacionamientos y a uso social.

El lote del proyecto corresponde a las siguientes coordenadas planas aproximadas:

102250 N 101075 E

4 PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO DE DICIEMBRE DE 2006

La revisión del Informe de respuesta sísmica. "Estudio de suelos y microzonificación Ampliación Edificio Bancolombia Centro Internacional de Negocios Bogotá D.C", se efectúa

siguiendo los requerimientos consignados en el Decreto 193 de 2006 para este tipo de estudios.

El propósito de la revisión es verificar que el estudio cumpla con lo exigido en el decreto, de manera que se pueda comprobar 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 No 4565 de Diciembre de 2006 emitido por la DPAE relacionado con el estudio de respuesta local del subsuelo se transcribe a continuación con referencia a los requerimientos pertinentes del decreto antes mencionado.

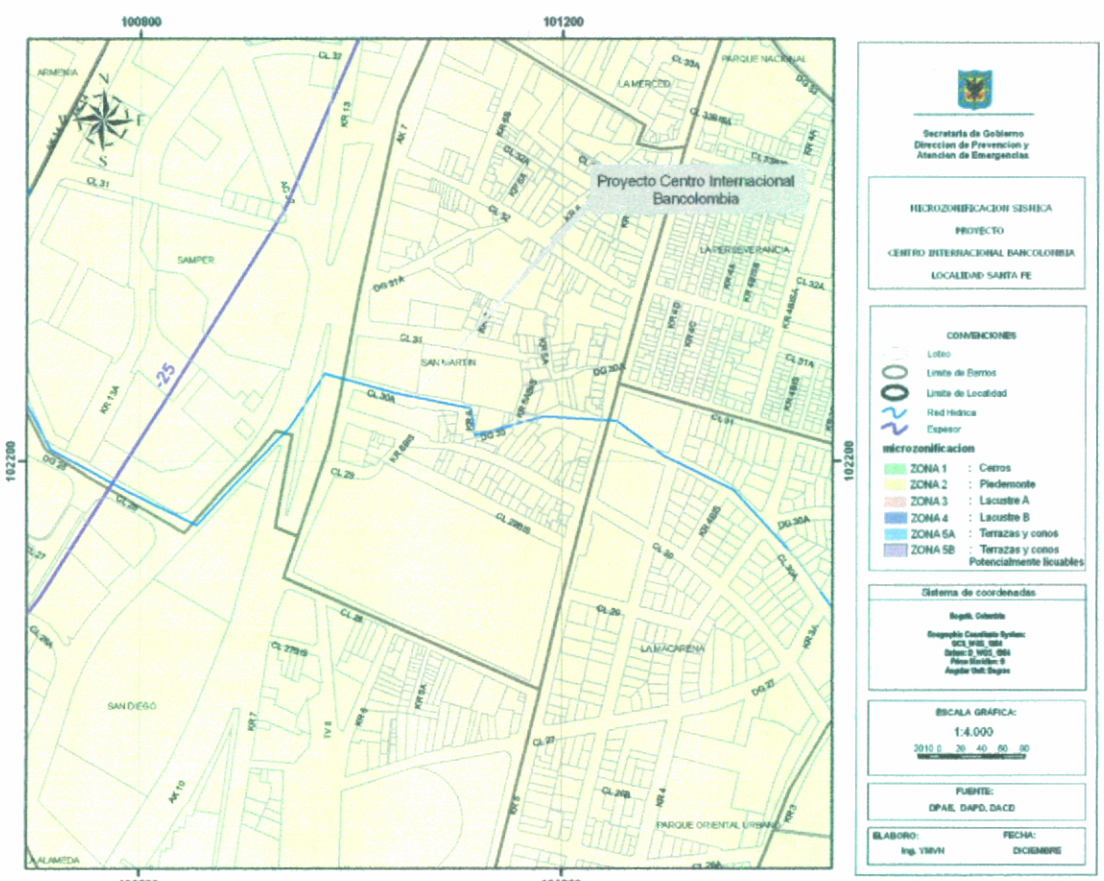


Figura 1. Localización del proyecto Centro Internacional Bancolombia

La revisión comprendió los siguientes requerimientos técnicos del Decreto 193.

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

En el numeral 3 se indica que el sitio del proyecto se ubica "en la transición entre los cerros y la zona plana", y en las conclusiones se señala que para el sitio "corresponderían los espectros especificados para la Zona 2 de la Microzonificación Sísmica de la ciudad". Sin embargo, en ningún aparte del documento se indica con claridad a que zona corresponde de la Microzonificación Sísmica de Bogotá D.C.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE con este requerimiento.

4.2 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, se menciona que el estudio se basa en investigaciones previas del subsuelo realizadas por la empresa Maldonado Ingeniería, las cuales se completaron con una perforación a 50m realizada en el mes de septiembre por la misma firma. En el numeral 3, se describe el perfil estratigráfico de la siguiente manera:

- Los primeros 4m de profundidad están compuestos por arcillas con gravas y bloques de arenisca, con resistencia variable entre 4 golpes/pie y rechazo.
- Entre 4my 7.50m, limo arcilloso blando con resistencia variable entre 3 y 5golpes/pie.
- De 7.50m a 21.50m, arcillas con gravas y arenas. Su resistencia varía entre 24 y 43golpes/pie
- Entre 21.50m y 41.50m, arena con resistencia superior a 60golpes/pie
- Arcillolita de la Formación Bogotá.

A pesar de lo anterior, es necesario que se anexe al documento el registro de exploración del subsuelo de dicha perforación, y se indique con claridad su localización en una figura, así como las coordenadas de localización de la misma.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE con este requerimiento.

4.3 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 1, en el sondeo de 50m se desarrolló el ensayo Down-Hole DH1, por parte de la firma AM Ingenieros. Los resultados se indican en el Anexo 2. Sin embargo, el registro presentado indica que el ensayo se llevó solo hasta 38m de profundidad. Es necesario que se aclare esta inconsistencia.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE con este requerimiento

4.4 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.).

Se realizaron ensayos dinámicos a muestras obtenidas a una sola profundidad: 14.75m. A esa muestra se le efectuaron ensayos de velocidad de onda, columna resonante y triaxial cíclico de deformación controlada. Se debe hacer claridad en el documento porque se efectuaron ensayos dinámicos a una sola profundidad, si en el perfil estratigráfico se describen por lo menos 4 capas.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE con este requerimiento.

4.5 Utilizar todos los acelerogramas del proyecto de Microzonificación Sísmica de Bogotá, en la obtención del espectro de respuesta en superficie.

En el numeral 4 del estudio, se indica que se utilizaron 7 acelerogramas, entre los cuales se encuentran los 3 empleados en el Estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

4.6 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 6 Conclusiones, el consultor señala que los resultados presentados se encontraron "mediante el desarrollo de modelos bidimensionales de respuesta dínámica para la propagación de onda y los espectros de peligro uniforme". Es necesario que el consultor anexe toda la información que permita la reproducibilidad de sus resultados, indicando claramente: software utilizado, modelo geométrico, condiciones frontera, modelo geomecánico de comportamiento, funciones de esfuerzos, de generación de presión de poros, componente vertical de la excitación sísmica, posición de los nodos en que se registraron las respuestas de aceleración, etc. De igual manera se deben mencionar las consideraciones para la asignación de las propiedades geomecánicas en cada una de las capas descritas en el perfil estratigráfico, particularmente de degradación del modulo de corte y de amortiguamiento.

Además de lo anterior, se debe tener en cuenta que el consultor debe cumplir con lo exigido en el numeral 6 del artículo 4, y el numeral 2 del artículo 7 del decreto 193 de 2006.

El estudio NO CUMPLE con este requerimiento.

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

Dado que el proyecto no se encuentra en la zona 5B no es necesaria efectuar la evaluación del potencial de licuación.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

4.8 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.

En el numeral 5, en la Figura 5, el consultor presenta los espectros de respuesta en superficie. Es necesario que el consultor presente con fines de revisión, la tabla de

datos que representa el espectro de diseño recomendado, o bien los coeficiente espectrales correspondientes..

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE con este requerimiento.

5 SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO DE FEBRERO DE 2007

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

En el numeral 3.1 se indica que el sitio del proyecto se ubica "en la transición entre los cerros y la zona plana", y en las conclusiones se señala que para el sitio "corresponderían los espectros especificados para la Zona 2 de la Microzonificación Sísmica de la ciudad". Sin embargo, en ningún aparte del documento se indica con claridad a que zona corresponde de la Microzonificación Sísmica de Bogotá D.C. Es necesario que el consultor indique claramente en que zona de la Microzonificación Sísmica de Bogotá se encuentra el sitio del proyecto.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE 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 geofisicos, 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, se menciona que el estudio se basa en investigaciones previas del subsuelo realizadas por la empresa Maldonado Ingeniería, las cuales se completaron con una perforación a 50m realizada en el mes de septiembre por la misma firma. En la planta de localización de sondeos y corte estratigráfico se presenta la localización de 7 sondeos y el registro de perforación de 2 (S-5 a 14.9m y S-6 a 17.8m de profundidad)

Se reitera que es necesario que se anexe al documento el registro de exploración del subsuelo de la perforación de 50m, y se indique con claridad su localización en una figura, así como las coordenadas de localización de la misma.

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 1, en el sondeo de 50m se desarrolló el ensayo Down-Hole DH1, por parte de la firma AM Ingenieros. Los resultados se indican en el Anexo 2. En el numeral 3.2 y en oficio del 1 de febrero de 2007anexo al informe, el consultor indica que el ensayo Down Hole solo alcanzó 38m de profundidad debido a problemas de estabilidad interna de las paredes de la perforación.

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.).

En el numeral 3.2.1, el consultor indica que dadas las características granulares de los materiales que conforman el subsuelo del sitio del proyecto, fue imposible obtener muestras adecuadas para la realización de ensayos dinámicos de laboratorio, con excepción de la muestra obtenida 14.75m de profundidad.

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.

Teniendo en cuenta que el sitio del proyecto se puede encontrar en la Zona 2 de la microzonificación, es necesario que el consultor lleve a cabo análisis bidimensionales, para lo cual el indica que utilizó el programa QUAD4M. En la primera revisión del estudios se indicó que se cumplió con este requerimiento Sin embargo, en la Tabla 1 del numeral 5, se indica que para este modelo, las señales de análisis utilizadas corresponden a las empleadas en la microzonificación pero solo para fuente cercana e

intermedia. Se solicita aclarar este aspecto ya que se debe cumplir con lo exigido en 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 numeral 5 "Análisis de la respuesta" el consultor indica que los datos que permiten la reproducibilidad de los resultados se encuentran en el Anexo 3. Sin embargo, la información correspondiente para reproducir las corridas en QUAD4M es incompleta. Se sugiere incluir los listados completos que permiten la ejecución de los análisis numéricos.

Se reitera que el consultor debe tener en cuenta que debe cumplir con lo exigido en el numeral 6 del artículo 4, y el numeral 2 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.

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la primera revisión.

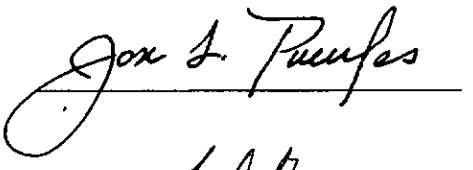
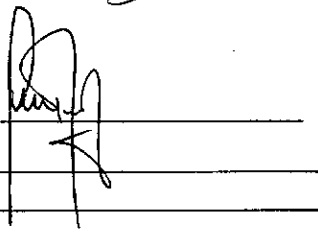
5.8 Para todas las zonas, el espectro de diseño obtenido no puede ser menor que el espectro mínimo establecido para cada zona en la Microzonificación Sísmica de Bogotá.

En el numeral 6, en la Figura 6, el consultor presenta el espectro de diseño y los coeficientes sísmicos que lo definen. El espectro de diseño no es inferior al mínimo de Zona 2. Sin embargo no existe coherencia entre los coeficientes espectrales definidos en la Figura 6 y los espectros de diseño presentados en la Figura 6. Es necesario que el consultor aclare este aspecto.

6 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	**ING. JOSÉ L. PUENTES O.** Ingeniero Civil – Sp. Geotecnia M.P. 25202-60915 CND	
Revisó	**JUAN CARLOS PADILLA RODRIGUEZ** Grupo de Estudios Técnicos y Conceptos	
Revisó	**FERNANDO JAVIER DÍAZ PARRA** Grupo de Grupo de Estudios Técnicos y Conceptos	
Aprobó	**GUILLERMO ÁVILA ÁLVAREZ** Subdirector Investigación y Desarrollo	
Vo.Bo.	**DIANA MARCELA RUBIANO VARGAS** Directora	