Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Sociedad Colombiana de Geotecnia
www.scg.org.co

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

CONCEPTO TECNICO No. CT- 4442 de 2006

Revisión de Estudio Particular de Respuesta Local de Amplificación de Ondas Sísmicas Artículo 7 - Decreto 074 de 2001

1. INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE:	RICARDO SALGADO
LOCALIDAD:	11 SUBA
BARRIO:	Niza Norte
PROYECTO:	**Arboleda de Sotileza**
UPZ:	24 Niza
TIPO DE RIESGO:	Sísmico
EJECUTOR:	Espinosa & Restrepo
FECHA DE EMISION:	Agosto 8 de 2006

2. ANTECEDENTES

De acuerdo con el Decreto 074 del 30 de enero de 2001, por el cual se complementa y modifica el Código de Construcción de Bogotá, D.C., se identifican los límites de Microzonificación Sísmica de Bogotá, D.C. y se adoptan los espectros de diseño, se establece que las construcciones y edificaciones de cualquier índole que s e levanten en Bogotá, D. C. o que sean ampliadas, adecuadas o modificadas en forma tal que conlleven intervención estructural, deberán diseñarse y construirse dependiendo de la zona en la cual se encuentren según la Microzonificación Sísmica, acogiendo al efecto los espectros 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 074 de 2001, 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 Fondo de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá, D.C. – FOPAE - y la Sociedad Colombiana de Geotecnia – SCG – han celebrado un convenio que tiene por objeto realizar una asesoría técnica por parte de la SCG al FOPAE, en la Revisión de Estudios y Metodologías de Evaluación de Riesgo Sísmico y por Fenómenos de Remoción en Masa.

El presente concepto técnico corresponde a la **segunda revisión** realizada por la Sociedad Colombiana de Geotecnia del Estudio de Suelos y Análisis de Cimentaciones, el cual incluye el Estudio Particular de Respuesta Local de Amplificación de Ondas Sísmicas, para el Proyecto Arboleda de Sotileza en la Diagonal 128 C No 57-57, barrio Niza Norte de esta ciudad, en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 074 de 2001.

3. GENERALIDADES DEL PROYECTO ARBOLEDA DE SOTILEZA

El estudio entregado a esta entidad indica que en el lote localizado en la Diagonal 128 C No 57-57, barrio Niza Norte de la localidad de Suba, en la ciudad de Bogotá, D.C. (Figura 1), se contempla la construcción de tres torres de 18 pisos y semisótanos. Las cargas de los edificios de apartamentos se trasladan a nivel de fundación mediante columnas separadas por luces 7 metros, y cargas a nivel de cimentación, estimadas por áreas aferentes hasta de 790 toneladas para cargas puntuales.

El estudio de suelos y análisis de cimentaciones para el proyecto Arboleda de Sotileza, fue realizado por la firma Espinosa y Restrepo Ingeniería de Suelos, que incluye el estudio particular de respuesta local de amplificación de ondas sísmicas y en el Anexo 2 los correspondientes ensayos de laboratorio, el cual fue elaborado por la misma firma.

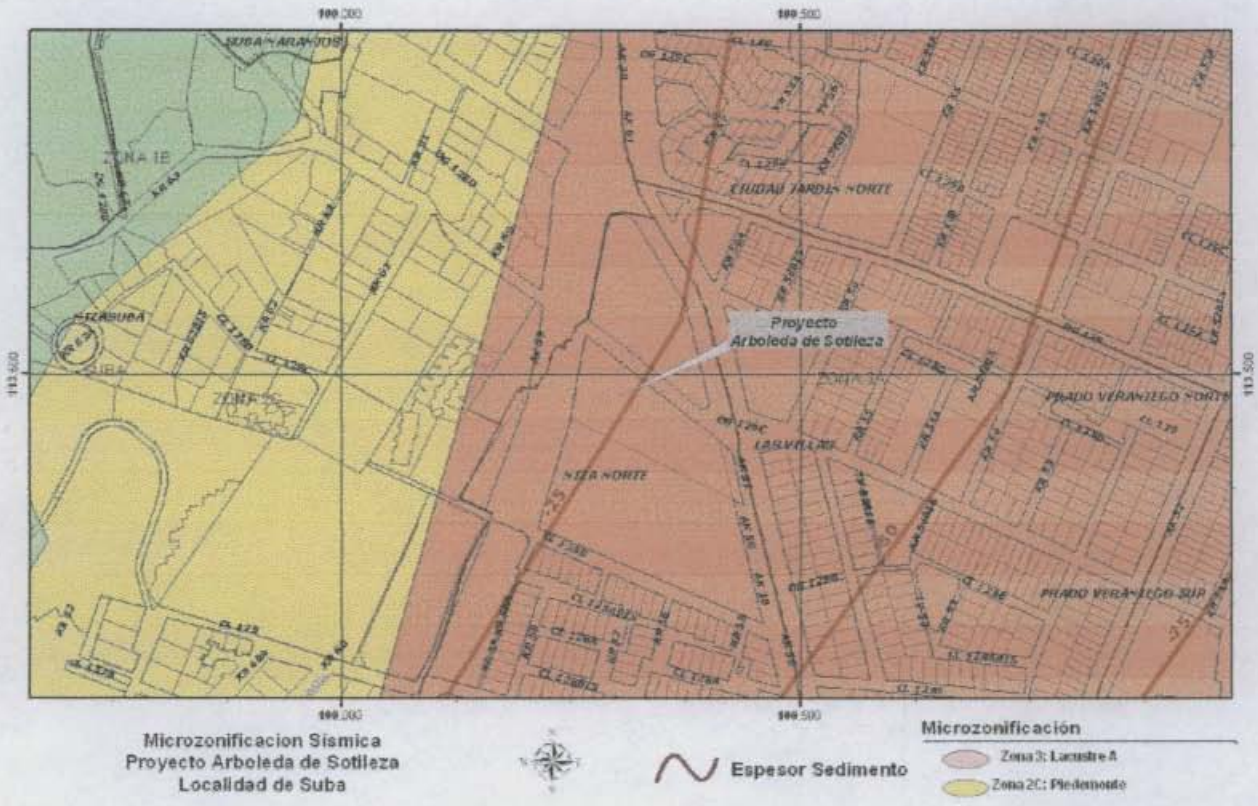


Figura 1 Ubicación del Proyecto Arboleda de Sotileza

4. PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO DE FECHA MAYO 30 DE 2006 (No. CT-4377)

La revisión del informe EYRS-6705 ¨ Análisis de Microzonificación Local para el proyecto a construirse en la diagonal 128 C No 57-57 de Bogotá D.C.", se hace a la luz de los requerimientos consignados en el Decreto 074 de 2001 para este tipo de estudios.

El propósito de la revisión es verificar 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 074.

El concepto técnico relacionado con el estudio de respuesta local del subsuelo se presenta a continuación, con referencia a los requerimientos pertinentes del decreto antes mencionado.

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

En la sección 1.0 del informe se define la localización del proyecto de acuerdo con el mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá, ubicándolo en la Zona 3 Lacustre A. y por encontrarse a menos de 250 metros de la zona 2 Piedemonte, por lo que se debe calcular un espectro promedio.

El estudio cumple 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 estudio se menciona la realización de diez perforaciones: una a 47.5 metros de profundidad, tres a 25 metros, una de 22 metros y las cinco restantes de 10.0 metros de profundidad. La primera se llevó hasta la roca.

El estudio cumple 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.

Se hizo un ensayo de Down Hole, el cual fue realizado por la firma Ulloa-Diaz. El ensayo se llevó hasta una profundidad de 46.0 metros, donde aflora la arcillolita de la formación Bogotá.

El estudio cumple 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.).

El autor se limita a realizar solamente dos triaxiales cíclicos. La primera muestra no corresponde a la zona de estudio (13.5 metros de profundidad), ya que corresponde a una prueba realizada en noviembre del año pasado, y por otro lado, cuando el autor escribe" Los ensayos de módulo de corte y velocidad antes de consolidar para la muestra de 13.5 metros, no se pudieron realizar debido a problemas con los equipo del CITEC". Este comentario fue realizado en un estudio previo revisado por Sociedad Colombiana de Geotecnia.

Teniendo en cuenta lo anterior, se solicita realizar las dos pruebas triaxiales necesarias para definir las propiedades dinámicas del subsuelo.

Finalmente, los autores presentan una serie de curvas de degradación del módulo de corte, cuyo origen se desconocen, aunque bien podrían ser correlaciones empíricas, o bien de otros estudios.

Con relación a las curvas de amortiguamiento (figuras 9,11,13,15,17,19,21,23 y 25), el autor menciona que algunas curvas se obtuvieron a partir del ensayo triaxial y otras a partir de correlaciones. Se solicita aclarar lo siguiente:

A que nivel de deformación corresponde el coeficiente de amortiguamiento descrito para las diferentes capas, ya que estos valores no están claramente definidos en las curvas utilizadas.

- *Además se observa que las curvas obtenidas a partir de los ensayos triaxiales, son bastante diferentes a las propuestas mediante las correlaciones, o las generadas directamente por el programa QUAKE.*
- *Se solicita aclarar para los diferentes estratos, a que se refiere el consultor cuando dice:*
    - *Coeficiente de amortiguamiento : 0.0093 capa 1*
    - *Coeficiente de amortiguamiento: 0.0079 capa 2*
    - *Coeficiente de amortiguamiento 0.02 capa 3, etc*
    - *desafortunadamente, los anteriores valores no coinciden con los presentados por las figuras 9,11,13,15, etc*

El consultor debe explicar la manera como se obtuvieron las curvas, ya que las curvas de amortiguamiento tienden a un valor asintótico a medida que se incrementa la deformación, el cual no es el caso para las curvas presentadas por el consultor. Por tal motivo se solicita explicar y dar el respectivo soporte para la obtención de estas curvas.

Se solicita que al consultor anexar una tabla con los valores completos de las diferentes curvas y demás parámetros utilizados en el modelo.

Cumplimiento parcial de este requerimiento.

4.5 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 pues se utilizaron los tres (3) registros de aceleración definidos por el Decreto 074 de 2001.

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.

El estudio utiliza el programa de elementos finitos QUAKE, para los análisis dinámicos bidimensionales, por lo tanto se solicita aclarar los siguientes puntos:

- Como condición de contorno el consultor restringe los desplazamientos en la dirección "y", y permite el desplazamiento en la dirección "x". Sin embargo, el ancho de la malla de tres veces el espesor no es suficiente, ya que corridas realizadas por la Sociedad con el programa QUAKE, muestran que se presentan rebotes de ondas. Debido a lo anterior es necesario aumentar el ancho de seis a diez veces el ancho.

Cumplimiento parcial de este requerimiento

4.7 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.

La revisión del espectro de respuesta propuesto por el consultor, esta supeditada a que se presente la evidencia solicitada de que el modelo utilizado es adecuado y los parámetros corresponden con las condiciones del sitio dando aclaración y respondiendo los aspectos solicitados en los numerales 4.4 y 4.7 del presente concepto.

Se solicita que el consultor anexe el espectro propuesto a manera de tabla con el fin de poder verificarlo.

No es posible verificar el cumplimiento

5. REVISIÓN DEL ESTUDIO ACTUALIZADO DE FECHA JULIO DE 2006

5.1 ATENCION DADA A LA OBSERVACIÓN 4.1

El estudio cumple con este requerimiento

5.2 ATENCION DADA A LA OBSERVACIÓN 4.2

El estudio cumple con este requerimiento

5.3 ATENCION DADA A LA OBSERVACIÓN 4.3

El estudio cumple con este requerimiento

5.4 ATENCION DADA A LA OBSERVACIÓN 4.4

El estudio cumple con este requerimiento

5.5 ATENCION DADA A LA OBSERVACIÓN 4.5

El estudio cumple con este requerimiento

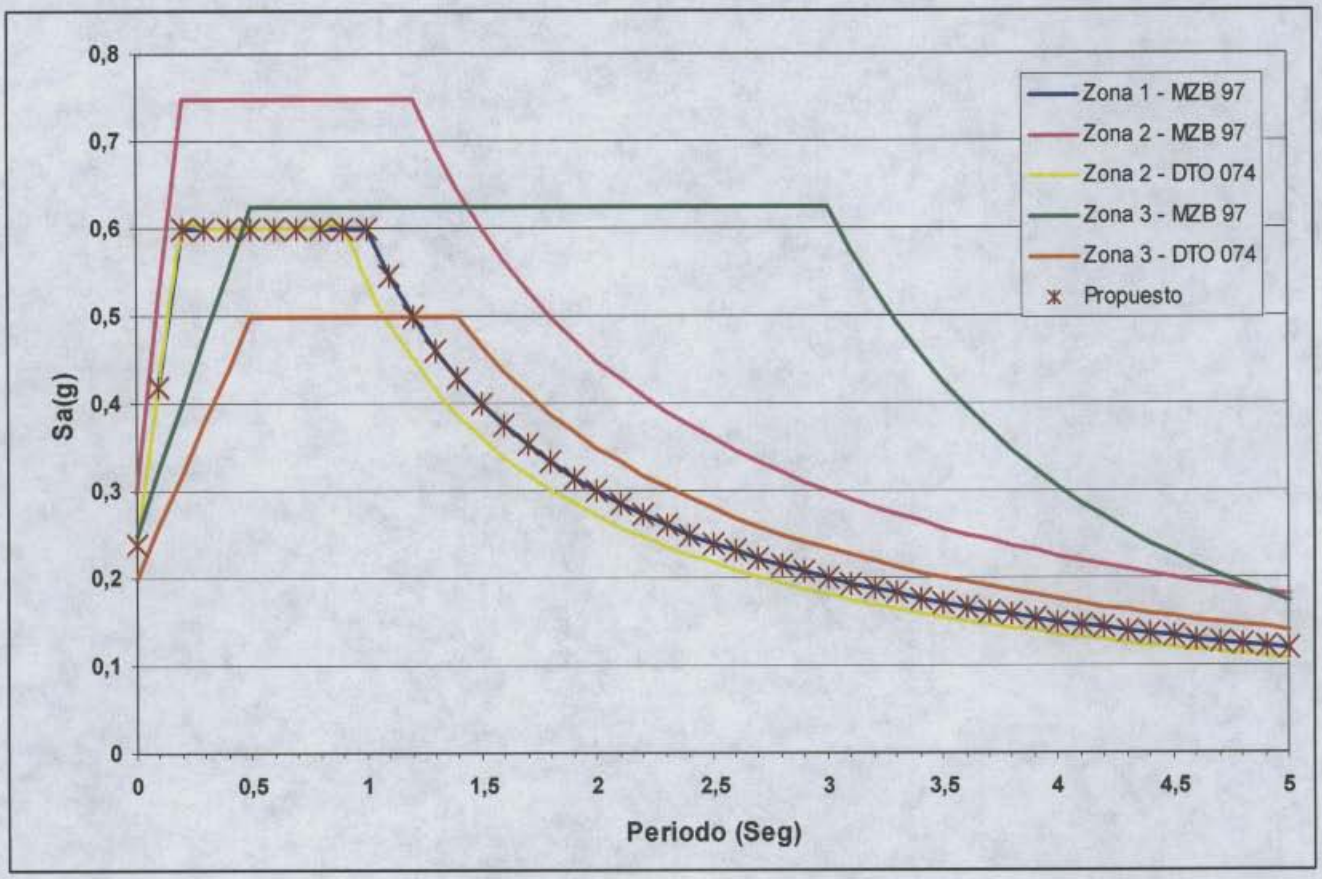
5.6 ATENCION DADA A LA OBSERVACIÓN 4.6

El estudio cumple con este requerimiento

5.7 ATENCION DADA A LA OBSERVACIÓN 4.7

El estudio reclasifica la zona. El espectro propuesto corresponde a la zona 1.

El estudio cumple con este requerimiento


Zona 1 - MZB 97
Zona 2 - MZB 97
Zona 2 - DTO 074
Zona 3 - MZB 97
Zona 3 - DTO 074
Propuesto
Sa(g)
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
0
0,5
1
1,5
2
2,5
3
3,5
4
4,5
5
Periodo (Seg)

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 completo a la luz de los requerimientos mínimos consignados en el Decreto 074 de 2001.

Revisó y Aprobó: Jorge A. Rodriguez O. **JORGE ALBERTO RODRIGUEZ O.** Presidente Sociedad Colombiana de Geotecnia	
Revisó: **ING. JUAN CARLOS PADILLA R.** Grupo de Estudios Técnicos y Conceptos DPAE	VoBo: **ING. PABLO GARZON CASARES** Jefe (E) Estudios Técnicos y Conceptos Area de Investigación y Desarrollo DPAE
Aprobó: **ING. GUILLERMO AVILA ALVAREZ** Coordinador de Investigación y Desarrollo DPAE	