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

Sociedad Colombiana de Geotecnia

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

CONCEPTO TECNICO No. CT- 4245 de 2005

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

1. INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE:	Dr. Alejandro Olivares Manrique Santamaría
LOCALIDAD:	Usaquen
BARRIO:	La Uribe
PROYECTO:	**ALAMEDA CALLE 170**
UPZ:	La Uribe
TIPO DE RIESGO:	Sísmico
EJECUTOR:	Espinosa & Restrepo
FECHA DE EMISION:	Noviembre 15 de 2005

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 se 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 acordado la realización de 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 **tercera revisión** realizada por la Sociedad Colombiana de Geotecnia del Estudio de Suelos y Geotecnia, el cual incluye el Estudio Particular de Respuesta Local de Amplificación de Ondas Sísmicas, para el Proyecto Alameda Calle 170, localizado en la Calle 170 No. 31-20 de la ciudad de Bogotá D.C., en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 074 de 2001.

3. GENERALIDADES DEL PROYECTO

El estudio entregado para revisión por esta sociedad indica que el lote esta localizado en la Calle 170 No. 31-20 en la ciudad de Bogotá, D.C. (Figura 1), y ocupa una extensión de 19 hectáreas que contendrá un total de 5 supermanzanas, las cuales se desarrollarán en estructuras de 1 a 12 pisos. En el informe no se incluye ninguna descripción sobre las posibles estructuras a construir en un futuro o sobre los posibles sistemas de cimentación a ser usados.

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

116941 N
104429 E

El Estudio de Suelos y Análisis de Respuesta Sísmica para el lote del proyecto Alameda Calle 170, fue realizado por la firma Espinosa & Restrepo, en tanto que los ensayos de Down-Hole fueron realizados por la firma PSI S.A.

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

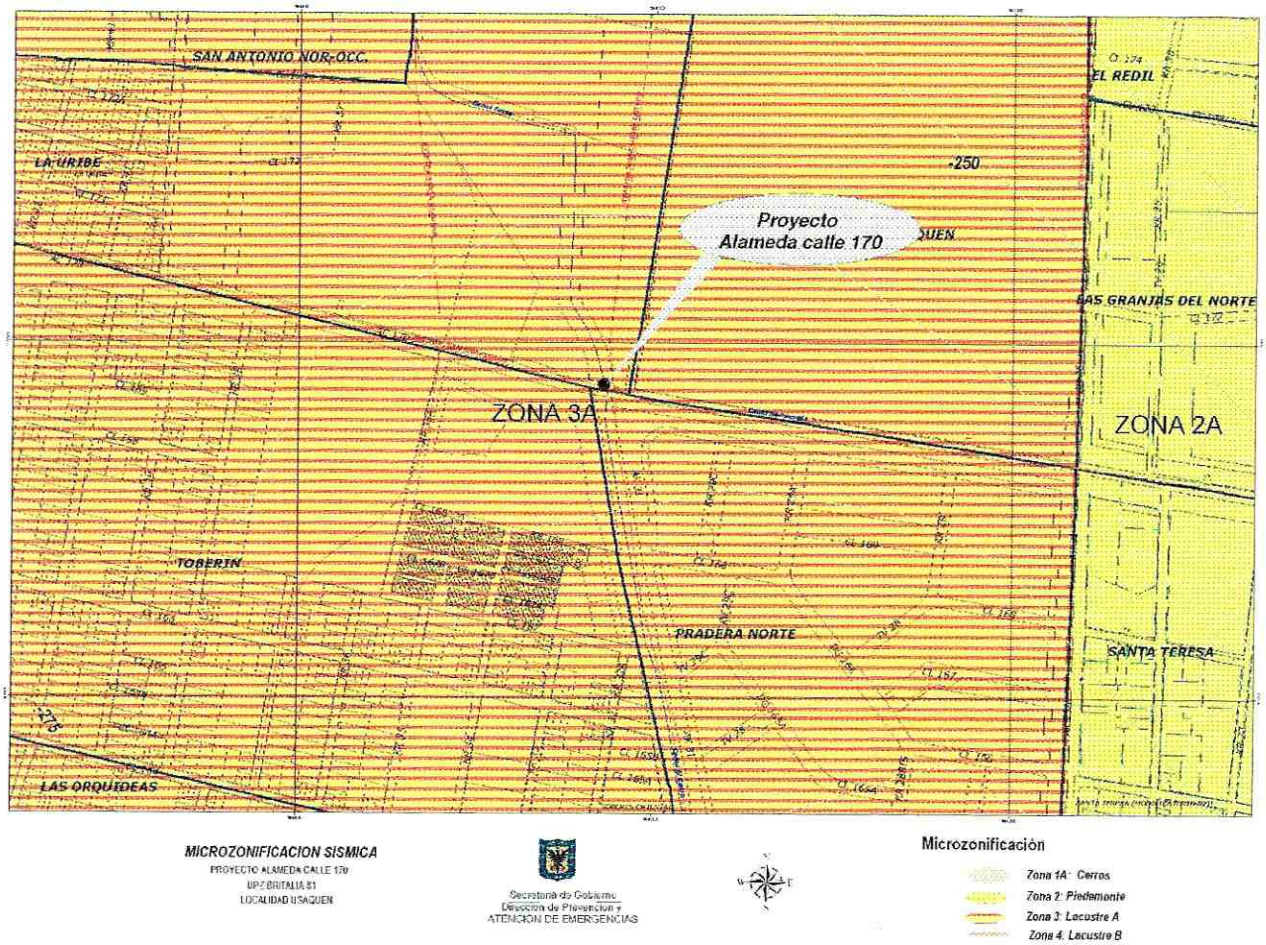


Figura 1 Localización General del Proyecto Alameda Calle 170

4. PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO

La primera revisión del informe EYR-S 4107 Análisis de Microzonificación Local para el Proyecto Alameda Calle 170, se hizo a la luz de los requerimientos consignados en el Decreto 074 de 2001 para este tipo de estudios.

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia

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 No. CT-4174 de fecha Julio 15 de 2005 relacionado con el estudio de respuesta local del subsuelo se transcribe 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 el sección 1 del informe se define la localización del lote del proyecto de acuerdo con el mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá, ubicándolo en la Zona 3. Esta ubicación esta de acuerdo con el Decreto 074 de 2001 (Figura 1 del presente concepto técnico).

Cumplimiento de este requisito.

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.

Para conocer el perfil y propiedades del subsuelo en el lote del proyecto se realizó una (1) perforación que llega hasta los 50m. De la perforación se obtuvieron muestras remoldeadas, las cuales fueron ensayadas para su clasificación y determinación de la humedad.
Se le solicita al consultor incluir un plano del lote y la ubicación de la perforación.

Cumplimiento parcial de este requisito

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 (1) ensayo de Down-Hole con profundidades de 50 m., con el fin de definir el perfil de la velocidad de onda, Vs, en profundidad. En el informe se presentan las figuras de profundidad vs. tiempo de viaje, correspondiente a los ensayos de Down-Hole realizados por la firma PSI.
El informe cumple con este requisito.

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.).

En el informe se indica que se realizaron ensayos dinámicos a muestras en dos profundidades, 12.5 y 48.0 m., sin embargo en el informe no se presentan las curvas de degradación de la rigidez, ni de cambio de amortiguamiento utilizadas para las modelaciones posteriores, se le solicita al consultor incluir las curvas en el informe.

Por otra parte en la tabla presentada en la sección 2.4, se muestran unos valores de Gmax y Vs, los cuales son diferentes a los obtenidos en los ensayos de downhole, se le solicita al consultor aclarar cuales valores fueron adoptados para las modelaciones posteriores, así mismo hay que justificar la escogencia realizada.

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

En el estudio se propone utilizar los 3 acelerógramas correspondientes al estudio de microzonificación sísmica de Bogotá.

En este sentido el estudio cumple con lo requerido en el decreto 074 de 2001.

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.

Dado que la ubicación del lote esta en la Zona 3, inicialmente el decreto solicita que se realice una modelación unidimensional, sin embargo el consultor presenta una modelación bi-dimensional utilizando el programa QUAKE. Para este particular al consultor se le solicita lo siguiente:

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia

a. *Indicar claramente las propiedades asignadas a cada uno de los tipos de materiales, presentados en el modelo, también es necesario realizar una completa descripción del modelo, pues en el informe no se presentan las profundidades, velocidades de onda, ni propiedades dinámicas asignadas a cada material.*

b. *Se solicita aclarar que ecuación constitutiva se utilizó para modelar el problema dinámico. De igual manera, se pide aclarar las condiciones de contorno utilizadas en la malla de elementos finitos, ya que dependiendo de la condición de contorno utilizada (Dirichlet), se presentará rebote de ondas, condición que invalida los resultados.*

c. *En el modelo bidimensional de elementos finitos presentado no se muestra el tamaño de los elementos. Es necesario que se indiquen los criterios utilizados para definir el tamaño de los elementos finitos, pues el tamaño de los elementos limita el rango de frecuencias valido de las modelaciones.*

d. *Se le sugiere al consultor realizar una modelación unidimensional, es importante comparar este resultado con los obtenidos en el modelo bidimensional.*

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 validez de los espectros de respuesta en superficie está condicionada a aclarar las inconsistencias y dudas planteadas.

5. SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO DE FECHA OCTUBRE 3 DE 2005 (CT-4207)

5.1 ATENCION DADA A LA OBSERVACIÓN 4.1

EL INFORME CUMPLE CON ESTE REQUERIMIENTO DESDE LA ANTERIOR REVISIÓN

5.2 ATENCION DADA A LA OBSERVACIÓN 4.2

El consultor presenta en un plano la ubicación de la perforación y también se presenta el perfil de suelos obtenido.

CUMPLIMIENTO DE ESTE REQUISITO.

5.3 ATENCION DADA A LA OBSERVACIÓN 4.3

EL INFORME CUMPLE CON ESTE REQUERIMIENTO DESDE LA ANTERIOR REVISIÓN

5.4 ATENCION DADA A LA OBSERVACIÓN 4.4

En la presente versión del estudio el consultor CUMPLE CON ESTE REQUERIMIENTO.

5.5 ATENCION DADA A LA OBSERVACIÓN 4.5

EL INFORME CUMPLE CON ESTE REQUERIMIENTO DESDE LA ANTERIOR REVISIÓN

5.6 ATENCION DADA A LA OBSERVACIÓN 4.6

En la revisión anterior al consultor se le solicito tener unas consideraciones, las cuales no fueron atendidas en su totalidad. Para este particular al consultor nuevamente se le solicita lo siguiente:

a. *Para el modelo bidimensional de elementos finitos es necesario que se indiquen los criterios utilizados para definir el tamaño de los elementos, pues el tamaño de los elementos limita el rango de frecuencias valido de las modelaciones, para un mismo material (con una misma vs) el consultor presenta varios tamaños de elementos, esto sugiere que la longitud de onda no esta siendo considerada en el momento de definir el tamaño de la grilla, por otra parte, el consultor afirma que el tamaño de los elementos depende del periodo fundamental de las señales, lo cual no es del todo cierto, pues el tamaño de los elementos básicamente depende de las propiedades del material, y del rango de frecuencias a modelar, que para fines prácticos de ingeniería debería estar entre 0.1 y 10 hz. Es este aspecto el consultor debe mejorar el informe, lo cual se deberá reflejar en la calidad y validez de los resultados.*

b. *Se le sugiere al consultor realizar una modelación unidimensional, es importante comparar este resultado con los obtenidos en el modelo bidimensional. La modelación unidimensional es absolutamente necesaria, más aún, este debe ser el punto de partida de los trabajos presentados, de otra manera este estudio no podrá ser validado.*

EL INFORME NO CUMPLE CON ESTE REQUERIMIENTO.

5.7 ATENCION DADA A LA OBSERVACIÓN 4.7

Se le solicita al consultor que en la figura donde se comparan los espectros obtenidos vs. Los espectros propuestos por el decreto, también se incluya el espectro de la zona 3, y no solamente el mínimo como se presenta en la presente versión del estudio.

6. TERCERA REVISIÓN DEL ESTUDIO DE FECHA OCTUBRE DE 2005

6.1 ATENCION DADA A LA OBSERVACIÓN 5.1

EL INFORME CUMPLE CON ESTE REQUERIMIENTO DESDE LA ANTERIOR REVISIÓN

6.2 ATENCION DADA A LA OBSERVACIÓN 5.2

EL INFORME CUMPLE CON ESTE REQUERIMIENTO DESDE LA ANTERIOR REVISIÓN

6.3 ATENCION DADA A LA OBSERVACIÓN 5.3

EL INFORME CUMPLE CON ESTE REQUERIMIENTO DESDE LA ANTERIOR REVISIÓN

6.4 ATENCION DADA A LA OBSERVACIÓN 5.4

EL INFORME CUMPLE CON ESTE REQUERIMIENTO DESDE LA ANTERIOR REVISIÓN

6.5 ATENCION DADA A LA OBSERVACIÓN 5.5

EL INFORME CUMPLE CON ESTE REQUERIMIENTO DESDE LA ANTERIOR REVISIÓN

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia

6.6 ATENCION DADA A LA OBSERVACIÓN 5.6

En la presente versión del estudio se han incluido las recomendaciones realizadas en la pasada revisión.

EL INFORME CUMPLE CON ESTE REQUERIMIENTO.

6.7 ATENCION DADA A LA OBSERVACIÓN 5.7

EN LA PRESENTE VERSIÓN EL ESTUDIO CUMPLE CON ESTE REQUERIMIENTO.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como resultado de la presente revisión (tercera), se concluye que el estudio de respuesta local de amplificación de ondas sísmicas del proyecto en referencia, cumple con los requerimientos mínimos consignados en el Decreto 074 de 2001.

Revisó y Aprobó: **ADOLFO ALARCÓN GUZMÁN** Presidente y Representante Legal Sociedad Colombiana de Geotecnia	
Revisó: **ING. JUAN CARLOS PADILLA R.** Grupo de Riesgo Sísmico DPAE	VoBo: **GEO. DORIS SUAZA ESPAÑOL** Coordinadora Técnica DPAE