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- 4199 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:** | German Ruiz Silva<br>Curaduría No. 4 |
| **LOCALIDAD:** | Chapinero |
| **BARRIO:** | Pardo Rubio |
| **PROYECTO:** | **PORTAL DE LA JAVERIANA** |
| **DIRECCIÓN:** | Carrera 7 No. 45 - 02/10 |
| **UPZ:** | 90 Pardo Rubio |
| **TIPO DE RIESGO:** | Sísmico |
| **EJECUTOR:** | Alfonso Uribe S & Cia Ltda.. |
| **FECHA DE EMISION:** | Septiembre 26 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 **primera revisión** realizada por la Sociedad Colombiana de Geotecnia del Estudio de Suelos y Análisis de Cimentaciones, el cual incluye en el Anexo B Espectro Sísmico Local de Diseño - Estudio Particular de Respuesta Local de Amplificación de Ondas Sísmicas para el Lote de la carrera 7 con calle 45, barrio Chapinero Occidental de esta ciudad, en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 074 de 2001.

## 3. GENERALIDADES DEL PROYECTO PORTAL DE LA JAVERIANA

El estudio entregado a esta entidad indica que en el lote localizado en la carrera 7 No. 45 – 02/10, del barrio Pardo Rubio de la localidad de Chapinero, en la ciudad de Bogotá, D.C. (Figura 1), se contempla la construcción del edificio denominado Portal de la Javeriana, compuesto de tres sótanos de parqueo, con el segundo nivel de comercio y once pisos de vivienda. La estructura en concreto reforzado será diseñada de manera regular, con luces entre columnas no mayores a 8 m de longitud. La presión transmitida al suelo por el peso del edificio sobre el área en proyección se ha estimado entre 15 y 17 T/m$^2$ y por lo tanto las cargas máximas en pedestal pueden ser del orden de 1000 T.

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

103903 N

101488 E

Secretaría
GOBIERNO
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Sociedad Colombiana de Geotecnia



El estudio de suelos y análisis de cimentación para el edificio del proyecto Portal de la Javeriana, carrera 7 No. 45 - 02/10, fue realizado por la firma Alfonso Uribe & Cia Ltda. Estudios de Suelos, mientras que en el Anexo B se presenta el Espectro Sísmico Local de Diseño, que incluye la evaluación de la amenaza sísmica, el análisis de respuesta local y las conclusiones y recomendaciones derivadas. El estudio particular de respuesta local de amplificación de ondas sísmicas fue realizado por el Ingeniero Jorge Alberto Rodríguez O. y las pruebas de Down-Hole por la firma Ulloa & Diez Ltda.

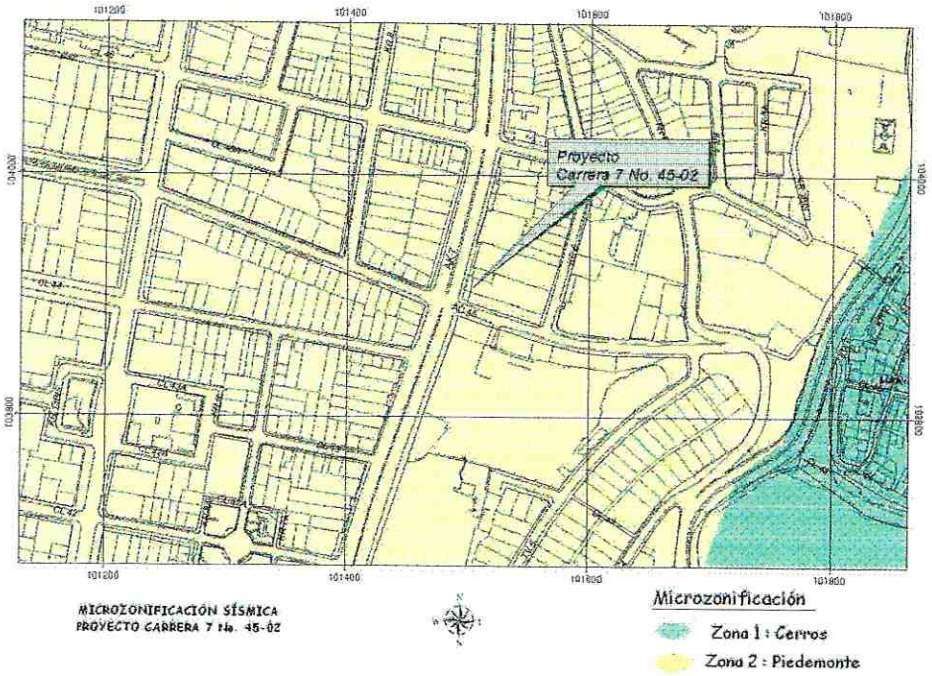



**Figura 1 Localización General del Proyecto Portal de la Javeriana**

## 4. PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO

La revisión del informe AUS-3768 ¨ Estudio de Suelos y Análisis de Cimentaciones Proyecto Portal de la Javeriana", 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 de 2001.

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

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

*En la sección 3.2 del Anexo B del informe, Propiedades del Suelo, se define la localización del proyecto de acuerdo con el mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá, ubicándolo en la zona 2 - Piedemonte. Esta ubicación esta de acuerdo con el Decreto 074 de 2001.*

*En la misma sección, se indica que de acuerdo con el mapa de sedimentos de la ciudad de Bogotá, la roca se debe encontrar a una profundidad del orden de 25 m. Sin embargo, con las perforaciones realizadas en el sitio se pudo establecer que la roca se encuentra entre 5 y 6 m de profundidad, la cual fué identificada como arcillolita o arcillolita-arenosa. Este tipo de roca se encontró hasta los 18 m, máxima profundidad de exploración.*

*En el capítulo 4 Conclusiones y Recomendaciones del anexo B se indica que debido a la poca profundidad a la cual se encuentra los materiales rocosos (4 y 5 m), unido al hecho que las excavaciones proyectadas y el sistema de cimentación propuesto mediante caissons hacen que la estructura esté apoyada sobre roca sana, así como y los resultados del estudio mismo, se propone reclasificar la zona del proyecto ubicándolo en Zona 1- Cerros Orientales.*

*El estudio CUMPLE con este requerimiento. Sin embargo como antes se anotó, a partir de las características del proyecto y los resultados del estudio evaluado, el consultor propone reclasificar el proyecto a la Zona 1.En principio la SCG está de acuerdo con la reclasificación.*

**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 de suelos y cimentaciones se menciona la realización de cuatro(4) perforaciones que alcanzaron profundidades entre 15 y 18 m bajo la superficie actual del terreno Las perforaciones fueron realizadas con equipo mecánico de rotación y durante su ejecución se realizó el ensayo de penetración estándar y se obtuvieron muestras remoldeadas para la ejecución de diversas pruebas de laboratorio. En el numeral 3.2 - Propiedades del Suelo, se indica que debido a la gradación de los depósitos superficiales (arcillas arenosas con gravas ) no fué posible obtener muestras inalteradas con el muestreador para la realización de los ensayos dinámicos de laboratorio.*

*De acuerdo con las perforaciones realizadas el subsuelo en el sitio de estudio está compuesto por los siguientes materiales:*

a. *Rellenos superficiales con espesor entre 1 y 3.8 m compuestos por escombros arenas y grava.*

b. *Arcillas de color gris y café con lentes de grava y materia orgánica. Alcanzan profundidades entre 4.8 y 6.0 m.*

c. *En el costado Nororiental, bloques de areniscas en matriz arenosa de color gris, los cuales alcanzan una profundidad de 5 m.*

d. *A partir de los 5-6 m, arcillolita de colores amarillo gris, rojo y morado con algunos lentes de arena. Este material se detectó hasta el final de las perforaciones (15 a 18 m), con lo cual la exploración penetró entre 9 y 13 m dentro de la roca.*

*Durante las perforaciones se detectaron niveles freáticos colgados en los primeros 7.5 m.*

*El estudio CUMPLE con los requerimientos de exploración.*

**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.**

*En la perforación 1 se realizó un ensayo de Down Hole a 16 m, presentado en la figura 3.6, donde se aprecia que para los depósitos que se encuentran antes de los 6 m, la velocidad de ondas de corte está entre 200 y 300 m/s. En los materiales rocosos entre 6 y 9 m los valores de Vs varían entre 300 y 900 m/s y para los materiales más profundos*

*detectados, la velocidad es del orden de 900 a 1000 m/s. Por otra parte, el consultor estimó valores de Vs a partir de correlaciones con el SPT a partir de perforaciones previas en el piedemonte y los resultados se presentan en la figura 3.5 del Anexo B del informe. En el numeral 3.2 - Propiedades del suelo, se indica que los valores obtenidos de Vs son relativamente mas altos que los característicos de los depósitos de transición en el piedemonte y se consideran correspondientes a roca meteorizada.*

*El estudio CUMPLE con el requerimiento de realizar ensayos de velocidad de onda de corte mediante pruebas de campo.*

**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 numeral 3.2 se indica que los suelos más superficiales son arcillas arenosas con gravas de consistencia firme por lo cual no fue posible obtener muestras inalteradas para la realización de los ensayos de laboratorio.*

*Adicionalmente se menciona que con las excavaciones consideradas de 3 y 9 m de profundidad y con la solución de cimentación mediante caissons penetrando varios metros en la arcillolita, la estructura se apoya directamente sobre las rocas de la formación Bogotá.*

*Para futuros estudios se podría considerar la obtención de muestras de bloque en apiques o trincheras; sin embargo el tamaño de las gravas puede limitar de todas maneras la realización de ensayos sobre muestras del tamaño convencionalmente utilizado para los ensayos dinámicos.*

*El estudio NO CUMPLE con el requisito de realizar ensayos de laboratorio.*

*Sin embargo, debido a la dificultada de obtener muestras inalteradas para adelantar los ensayos de laboratorio y las características de la cimentación propuesta, la SCG considera que para el caso particular estudiado no es posible exigir la aplicación del presente requisito del Decreto.*

**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 ampliamente con este requerimiento pues se utilizaron tres (3) registros adicionales a los tres (3) registros de aceleración definidos por 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. Para pendientes mayores se requiere realizar análisis bidimensionales.**

*Dada la ubicación del sitio de estudio en el piedemonte de los cerros orientales de la ciudad, donde la pendiente del terreno es superior a 10 grados y los materiales del subsuelo presentan variaciones importantes de su espesor, a la luz del Decreto 074 se hace necesario el empleo de modelos bidimensionales para establecer el comportamiento sísmico del conjunto de materiales que conforman el subsuelo. En el estudio analizado se menciona que se empleó el programa bidimensional de elementos finitos Plaxis Professional V7.2.*

*El estudio cumple con 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.**

Por las condiciones del subsuelo (profundidad de la roca entre 5 y 6) y la condición del proyecto de estar cimentado sobre la roca el consultor propone reclasificar el sitio del proyecto como Zona 1.

Los resultados de los análisis de propagación de ondas presentados en las figuras 3.11 y 3.12 muestran que los niveles de aceleración esperados para la estructura son inferiores a los correspondientes al espectro mínimo de Zona 1.

El Consultor propone como espectro de diseño el mínimo de Zona 1.

El espectro de diseño propuesto cumple y está justificado por los resultados del estudio de respuesta local. Con la salvedad de no haber realizado de ensayos de laboratorio por la imposibilidad de obtener muestras inalteradas.

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia



## 5. 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:<br><br>**ADOLFO ALARCÓN GUZMÁN**<br>Presidente y Representante Legal<br>Sociedad Colombiana de Geotecnia | |
| Revisó:<br><br>**ING. JUAN CARLOS PADILLA R.**<br>Grupo de Riesgo Sísmico<br>DPAE | VoBo:<br><br>**ING. DIANA AREVALO SANCHEZ**<br>Coordinadora Técnica<br>DPAE |