Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

Sociedad Colombiana de Geotecnia

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

CONCEPTO TECNICO No. CT- 4011 de 2004

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

1. INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE:	Alfonso Uribe Sardiña Alfonso Uribe S. & Cia. Ltda.
LOCALIDAD:	Suba
BARRIO:	Mónaco
PROYECTO:	**URBANIZACIÓN LAGOS DE CÓRDOBA**
Dirección:	Avenida Suba con Diagonal 117 A
UPZ:	Niza 24
FECHA DE EMISION:	Julio 19 de 2004
TIPO DE RIESGO:	Sísmico

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 celebrado un convenio que tiene por objeto realizar una asesoría técnica 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 revisión realizada por la Sociedad Colombiana de Geotecnia del Estudio de Suelos y Análisis de Cimentaciones Edificios 2 Y 3 Urbanización Lagos de Córdoba, que en el Capítulo 6 incluye la Caracterización Sísmica para efectos del Estudio Particular de Respuesta Local de Amplificación de Ondas Sísmicas, en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 074 de 2001.

3. GENERALIDADES DEL PROYECTO EDIFICIOS 2 Y 3 LAGOS DE CÓRDOBA

El estudio entregado a esta entidad indica que en el lote localizado en la Avenida Suba con Diagonal 117 A, se contempla la construcción de cinco torres: tres torres de 13 pisos, una de 15 pisos y otra de 17 pisos, en el lote ubicado en el barrio Mónaco de la localidad de Suba, correspondiente a las siguientes coordenadas planas aproximadas (Figura 1):

Norte	111.300
Este	101.000

El estudio de Suelos y Análisis de Cimentaciones fue elaborado por la firma Alfonso Uribe S. & Cia. Ltda., mientras que el estudio particular de respuesta local de amplificación de ondas sísmicas fue elaborado por el ingeniero Jorge A. Rodríguez O.

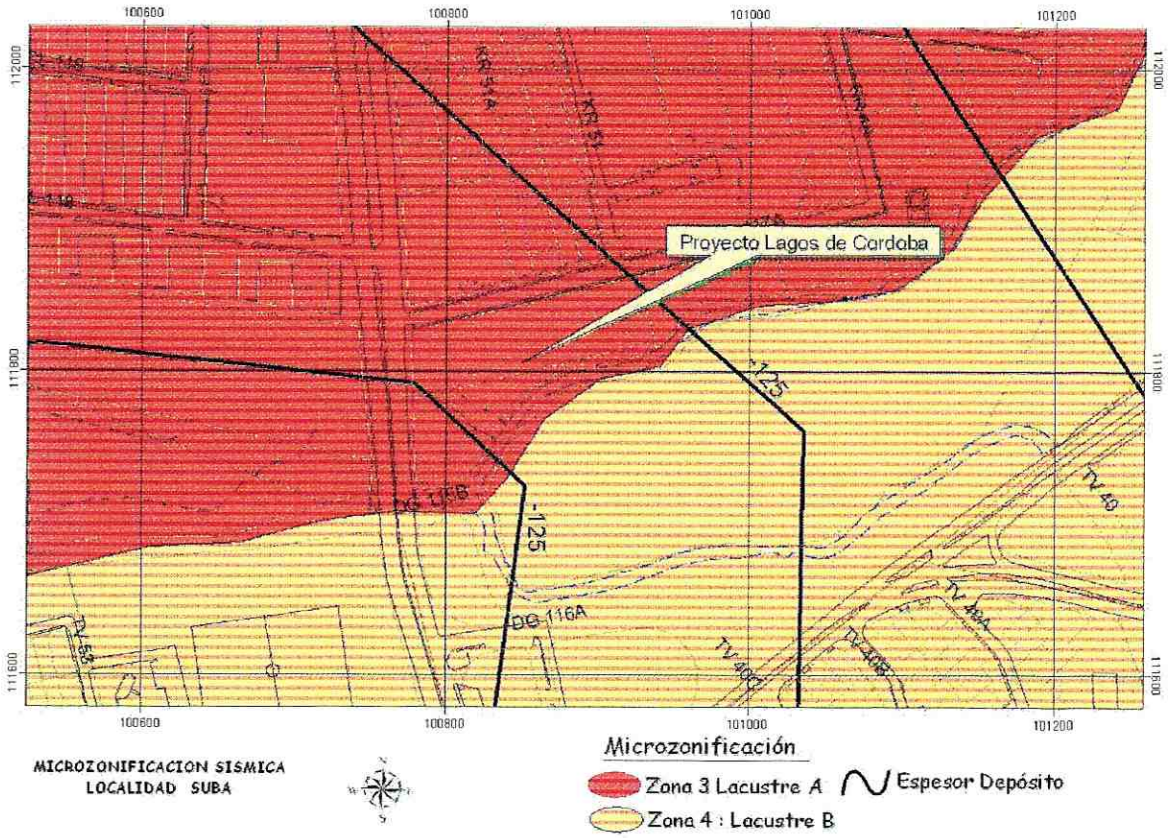


Figura 1 Ubicación del Proyecto Lagos de Córdoba.

4. REVISIÓN DEL ESTUDIO

La revisión del informe AUS-2122-2 "Asesoría Geotécnica y Sismológica para la Evaluación de la Amenaza Sísmica Avenida Suba diagonal 117 de Bogotá," que hace parte integral del "Estudio de Suelos y Análisis de Cimentaciones Edificios 2 y 3 Urbanización Lago de Córdoba", se hace a la luz de los requerimientos consignados en el Decreto 074 de 2001 para este tipo de estudios. 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.

Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

Sociedad Colombiana de Geotecnia

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

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

  En el informe se incluye la localización del proyecto en el mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá, ubicándolo en la Zona 3, pero muy cerca del límite con la zona 4, por lo cual la definen como zona de transición, lo cual implica que subsuelo está conformado por depósitos arcillosos blandos, que en la zona de estudio alcanzan del orden de 128 m de espesor.

  Esta ubicación está de acuerdo con el Decreto 074 de 2001 (ver Figura 1 del presente concepto)

- **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 informe se presenta la información recolectada para la elaboración del estudio, en cuanto a perforaciones, pruebas de campo y ensayos de laboratorio.

  Con respecto a este item, la Sociedad presenta las siguientes observaciones:

  a) *En el plano No. 1 se presenta la ubicación de once (11) perforaciones ejecutadas: ocho (8) superficiales con profundidades hasta de 10 metros y tres (3) profundas una a 46.2 m y dos (2) a 50 m. Por otra parte, en el Anexo C Espectro Local de Diseño se reportan 5 perforaciones de 7.40 metros y una de 46.20 m de profundidad. Se requiere aclarar esta inconsistencia.*

  b) *Las muestras para los ensayos dinámicos se tomaron de la perforación P3 de 46.2 m de profundidad. Sin embargo, en el anexo de los resultados de ensayos de laboratorio, aparecen como referenciadas las muestras de la perforación 6. Se requiere aclarar esta inconsistencia.*

  c) *En el anexo estratigráfico, se identifican al menos tres tipos de estratos incluyendo una turba de dos metros de espesor en la perforación 6; sin embargo, el perfil promedio con los parámetros para cada uno de los estratos no se presenta. La profundidad de los sedimentos se asume en 125 m de acuerdo con el mapa de espesor de sedimentos del Proyecto de Microzonificación Sísmica de Bogotá.*

Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

Sociedad Colombiana de Geotecnia

d) *No se presenta el perfil de análisis dinámico completo y detallado hasta la roca; tampoco se presenta el análisis utilizado para definir e interpolar el posible perfil geotécnico entre 46.2 m y 125 m. Solamente se presentan los valores de velocidad de ondas de corte, pero la densidad y la variación del módulo de corte en profundidad no se presenta.*

- **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 informe se menciona que se realizó una perforación a 46.2 metros de profundidad (P3), en la que llevó a cabo un ensayo Down Hole. Sin embargo, para efectos de cálculo se menciona que los valores adoptados se consideraron definiendo valores máximos y mínimos a partir de los resultados obtenidos en la perforación P3, y de los valores obtenidos de pruebas Down –Hole realizadas en la calle 100 y calle 170. Se considera que dada la alta variabilidad espacial de las propiedades de la arcilla de Bogotá, es necesario justificar porqué no se utilizaron específicamente los resultados obtenidos en la perforación P3, que entre 20 y 40 m son inferiores a la envolvente mínima propuesta. Para profundidades mayores parece razonable asumir el promedio de los valores obtenidos en la calle 100 y calle 170. Está última hipótesis es válida, siempre y cuando el material localizado entre los 50 metros y los 125 metros sea muy similar.

- **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.).**

Sobre este aparte del informe, la Sociedad tiene las siguientes observaciones:

a) *En el registro geotécnico de las perforaciones no se presenta la ubicación de las muestras recolectadas durante la fase de campo.*

b) *Se menciona la ejecución de tres ensayos triaxiales cíclicos de deformación controlada; A este respecto se tienen las siguientes inquietudes:*

- *Se solicita uniformizar el sistema de unidades, ya que las presiones de consolidación se dan en Kg/cm2 y los pesos unitarios en KN/m3 (Definir en que sistema de unidades se esta trabajando).*

- *Definir si la presión de consolidación de las muestras se relaciona con el esfuerzo vertical o el esfuerzo promedio a esa profundidad. Se observa que las presiones a las cuales fueron consolidadas las muestras son muy inferiores al esfuerzo efectivo vertical a la respectiva profundidad. Por*

ejemplo, el esfuerzo efectivo vertical de la muestra 7 P6, a 12.75 m de profundidad es del orden de 1.38 Kg/cm2, y la presión de consolidación fue de 0.4 Kg/cm2. Algo similar sucede para los restantes ensayos.

- *Los ensayos triaxiales son de deformación controlada, con un incremento sucesivo en la deformación axial. Se solicita aclarar la manera como se realizó la prueba, aclarando si la presión de consolidación se mantuvo o fue variable. De igual manera se solicita indicar el número de los ciclos a partir del cual se produjo el incremento en la deformación axial.*

c) *En la determinación de las curvas de G/Go vs γ y β vs γ. se obtienen diferentes resultados dependiendo de la presión de confinamiento. Es estudio no presenta los criterios que se tuvieron en cuanta para incorporar el efecto de la presión de confinamiento en los valores de G/Go vs γ y β vs γ.*

d) *Debido a la existencia de una capa de turba entre los 20 y 22 metros en la perforación 6, se deben indicar los parámetro adoptados para este tipo de material.*

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

  El informe cumple con este requisito; Sin embargo se menciona que en la tabla 2.3 se presentan las características de los eventos mencionados, pero esta tabla no aparece en el informe.

- **Realizar mínimo un análisis unidimensional (SHAKE, EERA), para todas las zonas de la microzonificación, siempre y cuando la pendiente del terreno sea inferior a 10 grados**.

  El estudio cumple con este requerimiento.

- **Para todas las zonas el espectro obtenido no puede ser menor que el espectro mínimo establecido para cada zona en la Microzonificación Sísnica de Bogotá,**

  Una vez revisado el espectro de diseño propuesto (Figura 2), se observa que para periodos inferiores a 1.2 segundos el espectro calculado cumple con lo requerido por el decreto 074 de 2001. No obstante, para periodos superiores a 1.2 segundos, el espectro propuesto se encuentra por debajo del espectro mínimo de la zona 3 definido en la tabla No. 2 del Decreto 074 de 2001.

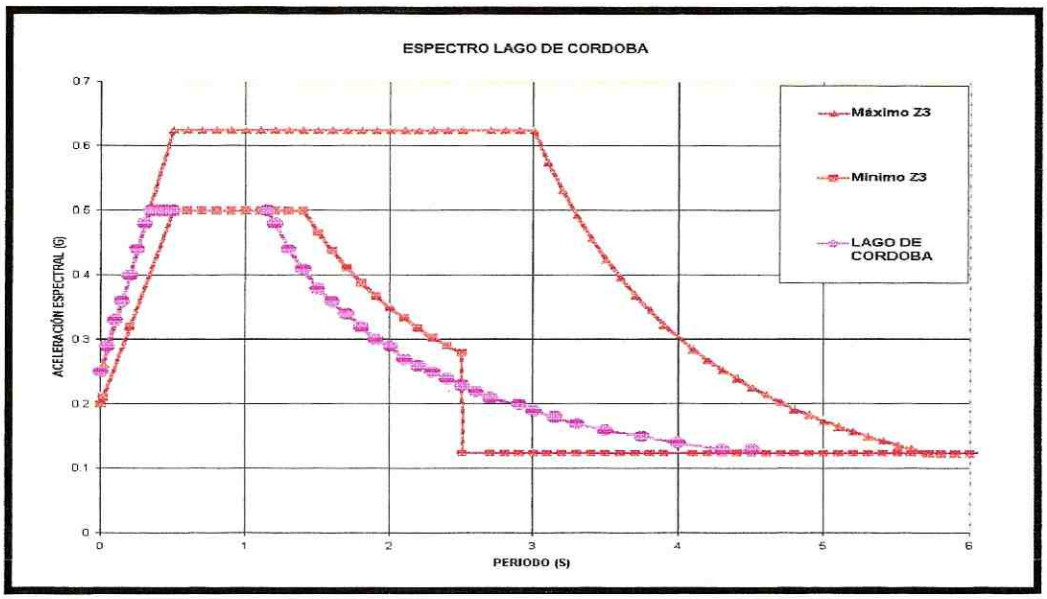


Figura 2 Espectro propuesto vs Espectros de Microzonificación

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 incompleto a la luz de los requerimiento mínimos consignados en el Decreto 074 de 2001. Para poder conocer con certeza la validez de los espectros de respuesta obtenidos y el recomendado en el estudio evaluado, primero deben aclararse y corregirse los puntos antes mencionados.

Una vez realizadas las correcciones y aclaraciones indicadas, se recomienda remitir 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 074 de 2001

ADOLFO ALARCÓN GUZMÁN
Presidente y Representante Legal
Sociedad Colombiana de Geotecnia

ACEPTADO: **JAVIER PAVA SÁNCHEZ**
Coordinador Técnico FOPAE