CONCEPTO TÉCNICO No CT - 4750
Revisión de Estudio Particular de Respuesta Local de Amplificación de Ondas Sísmicas Artículo 7 - Decreto 193 de 2006

1 INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE:	Ing. José Joaquín Álvarez – Curaduría Urbana No 4
LOCALIDAD:	2 Chapinero
BARRIO:	Chico Norte
PROYECTO:	**OPORTO 93**
DIRECCIÓN:	Calle 93 Bis No 19 - 95
UPZ:	97 Chico Lago
TIPO DE RIESGO:	Sísmico
EJECUTOR:	Ing. Jorge Alberto Rodríguez.
FECHA DE EMISION:	Abril 16 de 2007

2 ANTECEDENTES

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, 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 anteriores, acogiendo al efecto el espectro 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 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 primera revisión realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, del informe "Asesoría geotécnica y sismológica para la evaluación de la amenaza sísmica del Proyecto OPORTO 93" elaborado por el Ing. Jorge Alberto Rodríguez como parte del estudio de suelos "OPORTO 93" ejecutado por la firma AREAS Ltda., a construirse en el predio ubicado en la Calle 93 Bis No 19 - 95, que se remite como estudio sísmico local en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 193 de 2006.

3 GENERALIDADES DEL PROYECTO

De acuerdo con el consultor, el proyecto arquitectónico contempla la construcción de un edificio de apartamentos de nueve pisos de altura que se desarrolla en dos niveles de sótanos alcanzando profundidades de excavación del orden de 6 m por debajo de la superficie actual del terreno.

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

109215 N 102403 E

El informe "Asesoría geotécnica y sismológica para la evaluación de la amenaza sísmica del proyecto OPORTO 93" fue elaborado por el Ing. Jorge Alberto Rodríguez, con base en los datos de exploración del subsuelo de la firma AREAS Ltda. y el apoyo del laboratorio de pruebas y ensayos de la Pontificia Universidad Javeriana.

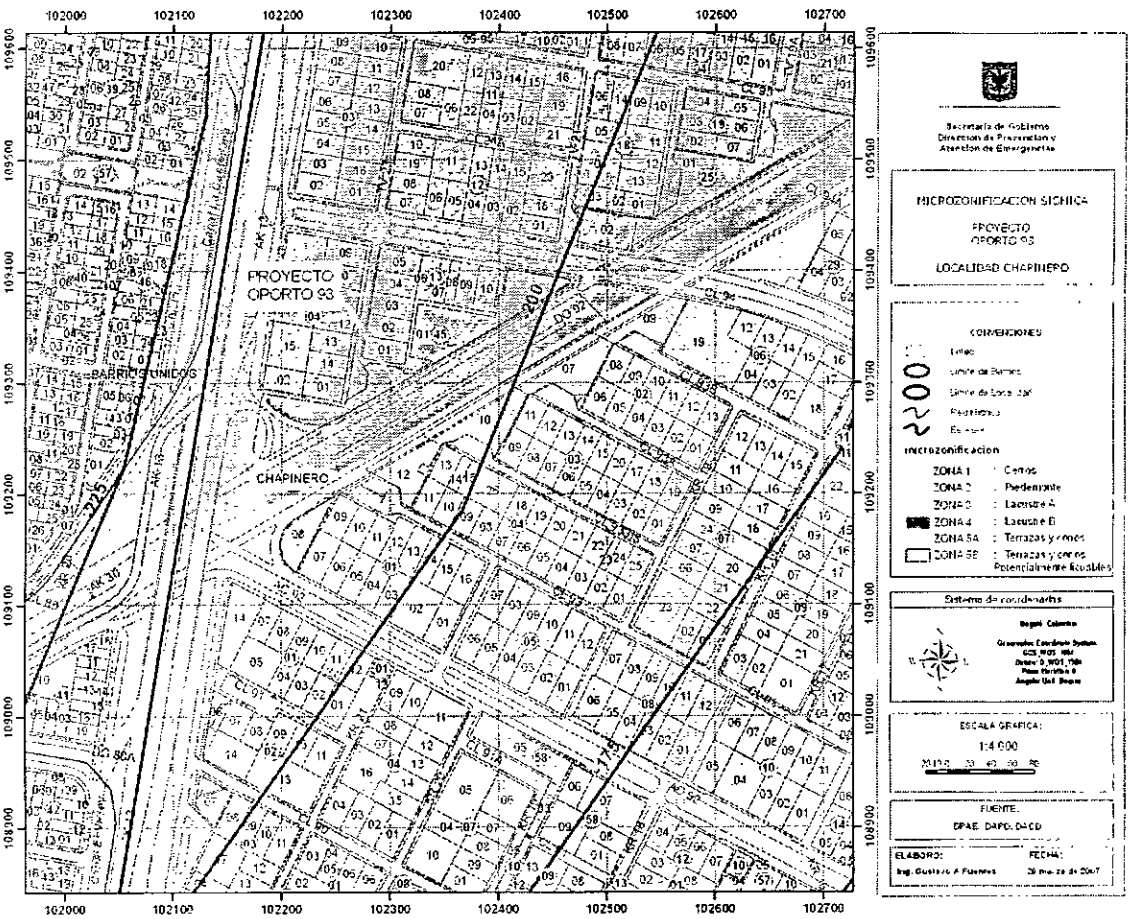

Figura 1. Localización del Proyecto OPORTO 93

4 REVISIÓN DEL ESTUDIO

La revisión del informe presentado para el Proyecto OPORTO 93 a construirse en la Calle 93 Bis No 19 - 95 en la ciudad de Bogotá D.C., se hace a la luz de 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 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 193.

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 el numeral 1.1 se indica que el sitio del proyecto se encuentra localizado en la zona de transición entre la zona 3 y zona 4 según la Microzonificación Sísmica de Bogotá. Los depósitos se componen principalmente de arcillas blandas de la formación Sabana suprayaciendo estratos arenosos de la formación Subachoque, con un espesor superior a 200 m.

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.

De acuerdo con el Numeral 1.3.2 y 3.2, para conocer el perfil y propiedades del subsuelo en el lote del proyecto AREAS Ltda realizó dos (2) perforaciones, a una profundidad de 50 m, adicionalmente se ejecutaron cinco (5) sondeos con barreno manual a 8 m de profundidad. Se obtuvieron muestras remoldeadas e inalteradas que se utilizaron para su clasificación visual y realización de ensayos de laboratorio. El resultado de estas perforaciones fue complementado con ensayos de resistencia a la penetración SPT y pruebas de veleta estándar (VST). En el informe del estudio de suelos se presenta los registros de las perforaciones, la ubicación dentro del lote del proyecto y los resultados de laboratorio.

Según el numeral 3.2 la investigación de campo y los resultados de los ensayos de laboratorio realizados permitieron una caracterización de la estratigrafía en el sitio de proyecto hasta la profundidad de 50 m como se describe:

De 0 a 0.4/1.3 m Rellenos heterogéneos
De 0.4/1.3 a 0.7/1.7 m Capa vegetal, limo arcilloso negro y carmelito de consistencia media a alta y humedad baja.
De 0.7/1.7 a 1.3/3.0 m Limo arcilloso y arcilla limosa habano a carmelito de consistencia media y humedad baja a media
De 1.3/3.0 a 6.0 m Arena limosa gris carmelita de alta compacidad y humedad baja.

De 6 a 36 m Limo algo arenoso carmelito y amarillento de consistencia baja y humedad alta.
De 36 a 36.5 m Turba algo limosa carmelito oscura de consistencia firme y humedad alta
De 36.5 a 50 m Limo con intercalaciones de arcilla y lentes de arena gris amarillento de consistencia media y humedad media.

Después de 50 m y hasta los 200 m de profundidad en donde se encuentra aproximadamente el basamento rocoso, el perfil geotécnico se complementó según el informe con los resultados del estudio de riesgo sísmico para la cuenca del salitre (HMV, 2003), estudio realizado con el fin de definir los regímenes de depositación en la cuenca con base en los cuales se estimó el tipo de materiales predominantes y su comportamiento geotécnico y sísmico.

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.

Según los numerales 1.3.2 y 3.2 en el sondeo 1 se indica la realización de un ensayo de Down-Hole a una profundidad de 50 m que lo realizó la firma AM Ingenieros Ltda, con el fin de definir el perfil de la velocidad de onda, Vs. Los resultados del mismo se indican en la figura 3.6 y el perfil de Vs hasta 200 m de profundidad se adopta aumentando la velocidad en proporción a la raíz cuadrada de la profundidad por efecto del confinamiento tal como se ilustra en la figura 3.7, a continuación se resumen los valores determinados.

0 – 5 m	73 m/s
5 – 10 m	81 m/s
10 – 26 m	83 m/s
26 – 32 m	128 m/s
32 – 34 m	62 m/s
34 – 50 m	92 m/s

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.).

Se realizaron ensayos dinámicos a muestras obtenidas con tubo Shelby a tres profundidades diferentes: 4.5, 35.5 y 41.5 m. Para cada profundidad se ejecutaron pruebas de bender element y triaxiales cíclicos de esfuerzo controlado.

El estudio CUMPLE 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 estudio se utilizaron un total de 14 acelerogramas de los sismos alternativos aprobados por la DPAE, acogiéndose a lo establecido en el numeral 3 del artículo 7.

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 cumple con este requerimiento mediante la utilización del programa EERA (Bardet et al, 2000), que considera la propagación unidimensional de ondas de corte horizontal con un método lineal equivalente para tener en cuenta las variaciones del amortiguamiento y el módulo de corte con la deformación en los suelos del perfil. Los datos de los análisis se presentan en las Tablas 3.1 y 3.2, mientras que las características de los materiales se indican gráficamente en la Figura 3.10.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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

Dado que el sitio del estudio se encuentra en la zona 3A, y que adicionalmente, en la exploración del subsuelo no se identificaron superficialmente capas de arenas finas limpias saturadas, no es necesaria 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.

Debido a la presencia de suelos blandos con espesores mayores a 200 m y a los resultados de los análisis, el consultor decide reclasificar el sitio a la zona 4 (MZB-1997), proponiendo un espectro de respuesta que se presenta en la figura 3.23 del estudio.

Este espectro de respuesta comienza con un valor de Sa de 0.2g que aumenta hasta llegar a 0.325g en 0.5s, a partir de 0.5s y hasta 1.8s el valor de Sa es constante e igual a 0.325g, de 1.8s hasta 2.6s el espectro toma una forma de campana para cubrir la

respuesta de un campo lejano, para luego continuar con los valores del mínimo de la zona 4 del decreto 193 de 2006.

En la Figura 2 del presente concepto se ilustra el espectro propuesto junto con el espectro de la zona 4 de la MZB-97 y el espectros mínimo de la zona 4 establecido en el decreto 193 de 2006. Se aprecia que el espectro propuesto es inferior al de la zona 4 de la MZB-97, por lo cual se acepta la reclasificación del sitio, además es igual o superior para algunos periodos que mínimo de la zona 4 establecido en el decreto 193 de 2006.

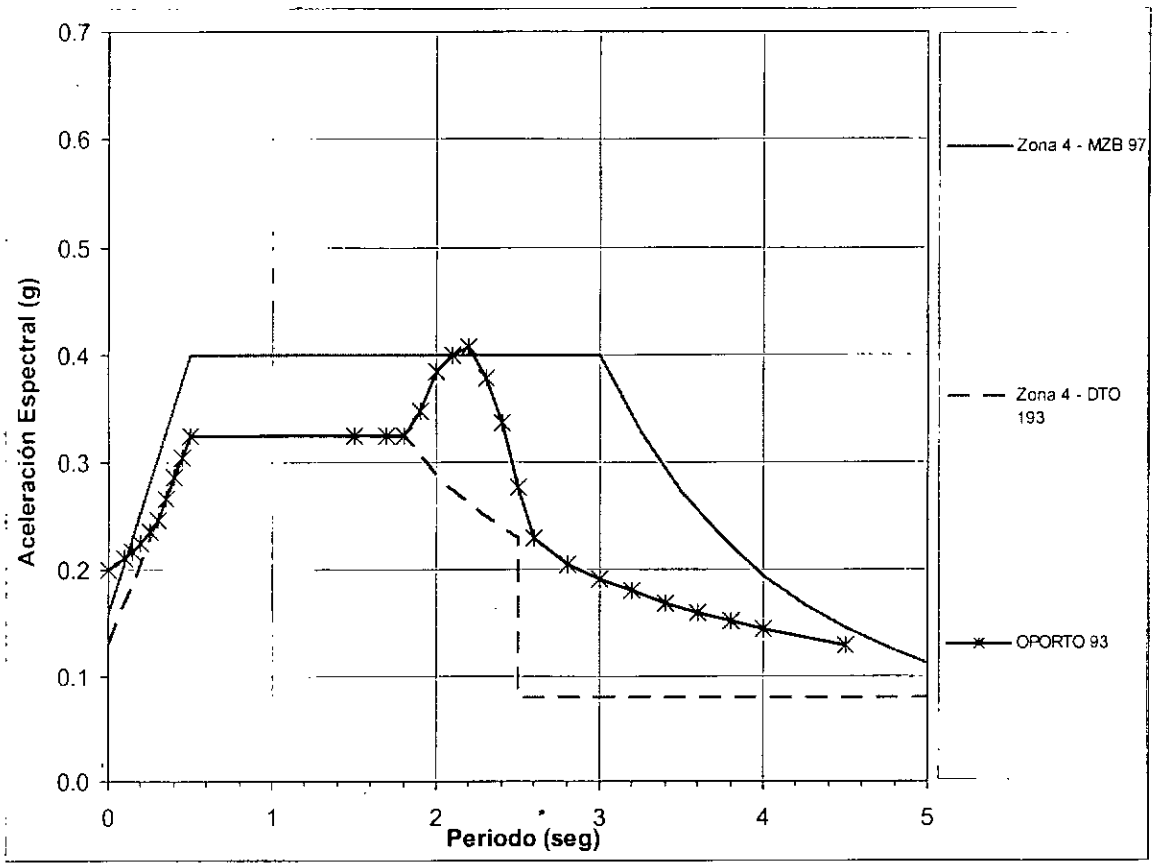

Figura 2. Espectro de diseño recomendado del proyecto OPORTO 93

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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, cumple con los requerimientos mínimos consignados en el Decreto 193 de 2006.

La responsabilidad de la DPAE en el estudio del proyecto en referencia, se limita a la revisión sobre los requisitos solicitados por el Decreto 193 de 2006. Los sondeos de exploración, ensayos, análisis realizados, espectros obtenidos y demás resultados relacionados en el estudio, son responsabilidad única y exclusiva de la firma consultora y el ingeniero que elaboró el estudio.

Elaboró

FERNANDO JAVIER DÍAZ P.
Ingeniero Civil
M.P. 25202-093681 CND

Aprobó

DIANA PATRICIA ARÉVALO S.
Coordinadora Grupo Estudios Técnicos

Vo.Bo.

DIANA MARCELA RUBIANO VARGAS
DIRECTORA