



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

**CONCEPTO TÉCNICO No CT - 4970**  
**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.3  
**PROYECTO:** PORTOBELLO  
**LOCALIDAD:** 11 Suba  
**UPZ:** 25 La Floresta  
**BARRIO:** Andes Norte  
**CHIP:** AAA0160CAXS  
**DIRECCIÓN:** Carrera 65 No.103-62 (Tranv 44B No.101-92 antigua)  
**TIPO DE RIESGO:** Sísmico  
**EJECUTOR:** JEOPROBE Ltda.  
**FECHA DE EMISION:** Septiembre 20 de 2007

**2 ANTECEDENTES**

En el 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.



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

## DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

Adicionalmente, el párrafo 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 local del Proyecto Portobello*" elaborado por el Ing. Jorge Alberto Rodríguez, a construirse en el predio ubicado en la Carrera 65 No.103-62. El cual fue radicado el 29 de Agosto de 2007 mediante oficio ER-11357, por el Ing. José Joaquín Álvarez de la Curaduría Urbana No. 4, como estudio sísmico local en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 193 de 2006. Mediante el oficio ER-12136 el consultor anexa el estudio de suelos correspondiente al sitio de estudio.

### 3 GENERALIDADES DEL PROYECTO

De acuerdo con el consultor, el proyecto arquitectónico contempla la construcción de cuatro torres. Tres de ellas cuentan con sótano, doce pisos y altillo, mientras que la cuarta torre se desarrolla a nivel de doce pisos y altillo.

En la Figura 1 del presente concepto se ilustra la localización del lote del proyecto, que corresponde a las siguientes coordenadas planas aproximadamente:

110625 N    101050 E

El informe "*Asesoría Geotécnica y Sismológica para la Evaluación de la Amenaza Sísmica local del Proyecto Portobello*" fue elaborado por el Ing. Jorge Alberto Rodríguez, con base en los datos de exploración del subsuelo de la firma LFO Ltda., el ensayo Down Hole realizado por la firma Ulloa Diez y el apoyo del laboratorio de pruebas y ensayos de la Pontificia Universidad Javeriana.

### 4 REVISIÓN DEL ESTUDIO

La revisión del informe presentado para el proyecto Portobello en Bogotá D.C., se hace a la luz de los requerimientos consignados en el Decreto 193 de 2006 para este tipo de estudios.



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

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.

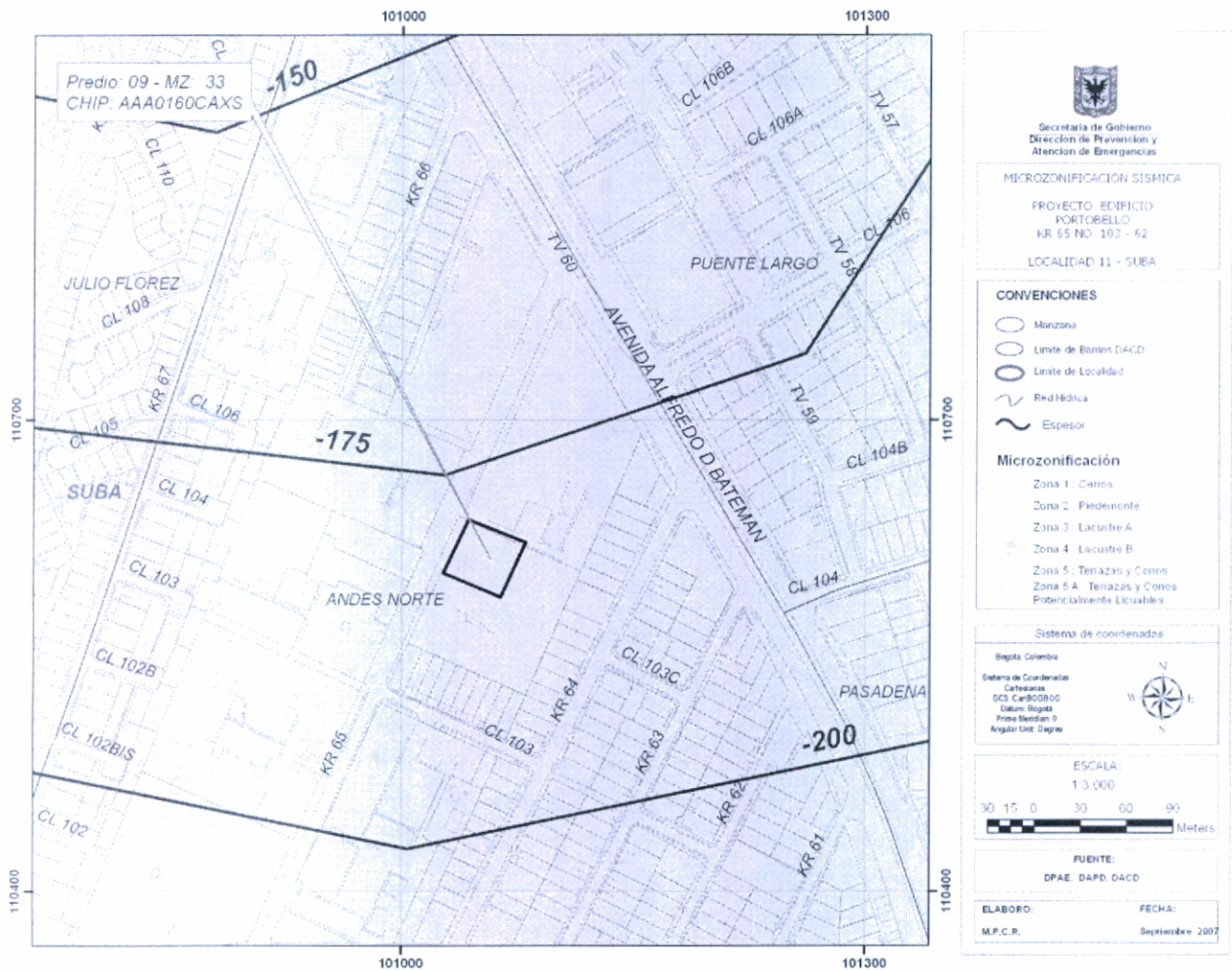


Figura 1. Localización del Proyecto Portobello.

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.



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

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

En el numeral 1.1 y 3.2, se indica que el sitio del proyecto se encuentra localizado en la Zona 4 (Lacustre B) según el decreto 193 de 2006, la cual es consistente con la localización presentada en la Figura 1 del presente concepto.

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 la firma LFO Ltda. realizó once sondeos que alcanzaron profundidades comprendidas entre 10 y 46 m, donde 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 penetración estándar, de cono Holandés y de resistencia a la penetración con cono (CPT). Adicionalmente se ejecutó un sondeo adicional hasta 50 m de profundidad, en el que se ejecutó el ensayo Down Hole por parte de la firma Ulloa Diez Ltda. De este sondeo se tomaron muestras en tubo Shelby sobre las que se hicieron los ensayos de laboratorio para determinar las propiedades dinámicas.

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 explorada como se describe:

- De 0.0 a 0.6 m: Recebos compactados y bajo éstos capa vegetal.
- De 0.6 a 1.5 m: Arcillas limosas de color café a café oscuro algo orgánica, de consistencia y compresibilidad medias.
- De 1.5 a 3 m: Arcillas de color gris con vetas amarillas y habanas, las cuales se encuentran sobre-consolidadas, de consistencia media.
- De 3 a 46 m: Limos arcillosos de color gris oscuro de consistencia media a blanda, que están asociadas a la Formación Sabana.



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

**DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS**

Después de los 46 m y hasta los 175 m de profundidad, donde el consultor indica que se encuentra el contacto del depósito de suelo con la roca (basado en el mapa de espesores de sedimentos del estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá), el perfil geotécnico se complementó teniendo en cuenta la presencia de la formación Subachoque, de acuerdo con los resultados del estudio de riesgo sísmico para la cuenca del Salitre (HMV, 2003).

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 P-12 se realizó un ensayo de Down-Hole a una profundidad de 50 m ejecutado por la firma de Ulloa Diez Ltda. En la figura 3.5 se indican los resultados de los ensayos Down Hole ejecutados en el lugar del estudio, en la Calle 26 con Avenida Ciudad de Cali y en la Avenida 116 con 46A, comparados con la correlación propuestas por Rodríguez y Escallón en 2006, para complementar el perfil de velocidades desde 50 hasta 110 m el consultor emplea los valores obtenidos en el ensayo Down Hole de la Calle 26 con Avenida Ciudad de Cali. El perfil de Vs desde 110 m hasta 175 m de profundidad se adopta aumentando la velocidad en proporción a un exponente de 0.5 de la profundidad, para tener en cuenta el efecto del confinamiento. A continuación se resumen los valores determinados a partir de los resultados de la prueba.

Profundidad (m)	Vs (m/s)	v
0-2	210	0.44
2-25	163	0.42
25-44	169	0.44
44-50	247	0.42

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 10, 20 y 30 m, en el sondeo 12. Para cada profundidad se ejecutaron pruebas de bender element y triaxiales



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

---

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

---

cíclicos de esfuerzo controlado. Los resultados de las pruebas de laboratorio se presentan anexos al informe.

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 del decreto 193 de 2006.

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.**

En el estudio se realizan análisis unidimensionales 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 3.9.

Dentro del modelo unidimensional planteado por el consultor, se efectúa un análisis de sensibilidad de la respuesta sísmica local mediante la variación del perfil de velocidades de onda con valores mínimos y máximos típicos. Por otro lado, dentro de los análisis se consideran cuatro (4) diferentes tipos de materiales y 58 estratos de suelo, desde superficie hasta 175 m de profundidad donde el consultor consideró se localiza en contacto con el basamento rocoso. Sin embargo es necesario que el consultor para futuros estudios presente el criterio que se utilizó para asignar las curvas dinámicas a los diferentes materiales, ya que las curvas obtenidas mediante las pruebas de laboratorio no coinciden con las asignadas al modelo.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

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

Debido a que el sitio del estudio se encuentra en la zona 4 (Lacustre B), y a que en la exploración del subsuelo no se identificaron superficialmente capas de arenas sueltas, limpias y 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.**

Con base en los resultados de la modelación el consultor recomienda utilizar como espectro de diseño el mostrado en las Figuras 3.21 y 3.22 del informe, el cual se presenta en la Figura 2 del presente concepto.

El espectro propuesto inicia con una  $S_a$  de 0.2 g, el cual se extiende hasta 0.1 segundos, luego presenta una en forma de campana angosta entre 0.1 y 0.5 segundos con un valor máximo de 0.42 g en 0.35 segundos. Desde 0.5 hasta 1.6 segundos presenta una meseta con un valor de 0.325 g. A partir de 1.6 segundos y hasta 3.3 segundos el espectro presenta una forma de campana amplia con un valor máximo de  $S_a$  de 0.4 g en 2.2 segundos.



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

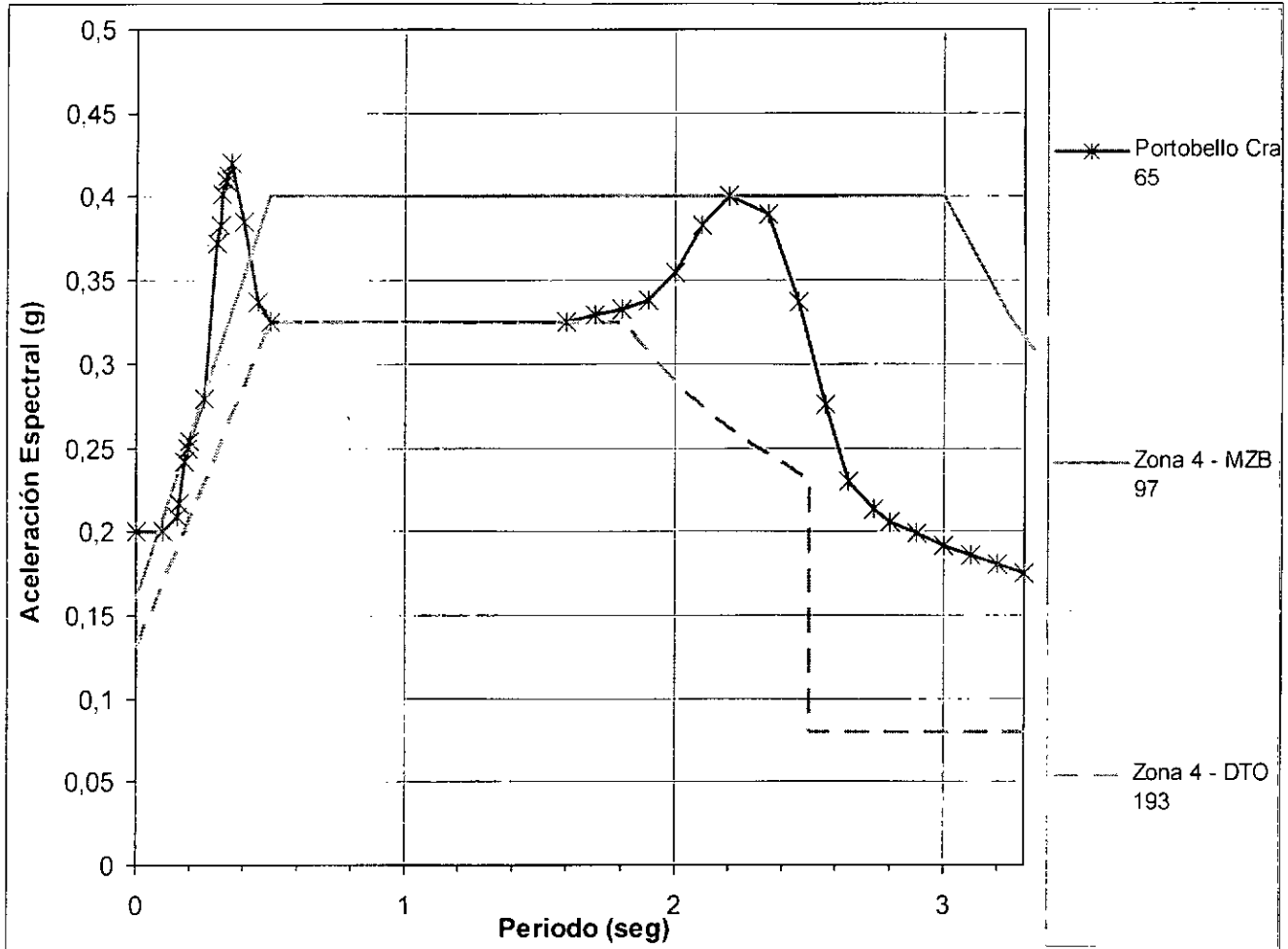


Figura 2. Espectro de diseño recomendado para el proyecto Portobello.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.





ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

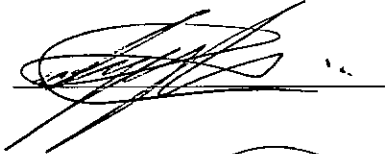
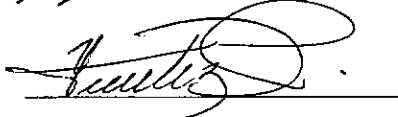
Secretaría  
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

## 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 consignados en el Decreto 193 de 2006.

Se debe aclarar que, el alcance del concepto técnico es la verificación de los aspectos contemplados en el Decreto 193 de 2006 con fundamento en el informe suministrado y no implica hacer un juicio de valor sobre la validez de los sondeos, ensayos, parámetros adoptados, el empleo de software, los análisis de respuesta, los resultados de los análisis y el espectro de diseño recomendado, por lo que la responsabilidad de los mismos recae en el consultor como lo refrenda con su firma en el informe del estudio, limitándose la revisión a verificar el cumplimiento del Decreto.

Elaboró	<b>CARLOS JAVIER PEDRAZA A.</b> Ingeniero Civil, MSc Geotecnia M.P. 15202098211BYC	
Revisó	<b>FERNANDO JAVIER DÍAZ PARRA</b> Coordinación Estudios Técnicos	
Aprobó	<b>GUILLERMO ÁVILA ÁLVAREZ</b> Subdirector Investigación y Desarrollo	