



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

**CONCEPTO TÉCNICO No CT - 4912**  
**Revisión de Estudio Particular de Respuesta Local**  
**de Amplificación de Ondas Sísmicas**  
**Artículo 7 - Decreto 193 de 2006**

**1 INFORMACIÓN GENERAL**

**ENTIDAD SOLICITANTE:** José Joaquín Álvarez - Curaduría No 4  
Jorge Alberto Rodríguez – JEoprobe Ltda.  
**PROYECTO:** **PORTON DE SANTO DOMINGO**  
**LOCALIDAD:** 11 Suba  
**UPZ:** 23 Casa Blanca Suba  
**BARRIO:** Casa Blanca Suba  
**DIRECCIÓN:** TV 66 con CL 139 – Predio Vidrio Muran  
**CHIP:** AAA0132FECN, AAA0132FDMS  
**TIPO DE RIESGO:** Sísmico  
**EJECUTOR:** JEoprobe Ltda.  
**FECHA DE EMISION:** Agosto 3 de 2007

**2 ANTECEDENTES**

En el Decreto 193 del 8 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



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

### DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

emitirá concepto sobre el cumplimiento de los términos de referencia establecidos para la ejecución de dichos estudios.

El presente concepto técnico corresponde a la **segunda revisión** realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, del informe "*Estudio Particular de Respuesta Local de Amplificación de Ondas Sísmicas Proyecto Portón de Santo Domingo*" elaborado por el ing. Jorge Alberto Rodríguez, a construirse en el predio ubicado en la Tv 66 con Cl 139 (Predio Vidrio Muran) y del oficio aclaratorio ER8912 de Julio 16 de 2007.

El propósito de la revisión es verificar que el estudio cumpla con lo exigido en el 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.

### 3 GENERALIDADES DEL PROYECTO

De acuerdo con el consultor, el proyecto arquitectónico contempla la construcción de cuatro torres de seis pisos de altura con semisótano a -3.2 m bajo el nivel de la superficie actual.

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

115232 N    100366 E

El informe "*Estudio Particular de Respuesta Local de Amplificación de Ondas Sísmicas Proyecto Portón de Santo Domingo*" fue elaborado por el Ing. Jorge Alberto Rodríguez, con base en los datos de exploración del subsuelo de la firma LFO Ltda. y el apoyo del laboratorio de pruebas y ensayos de la Pontificia Universidad Javeriana.



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

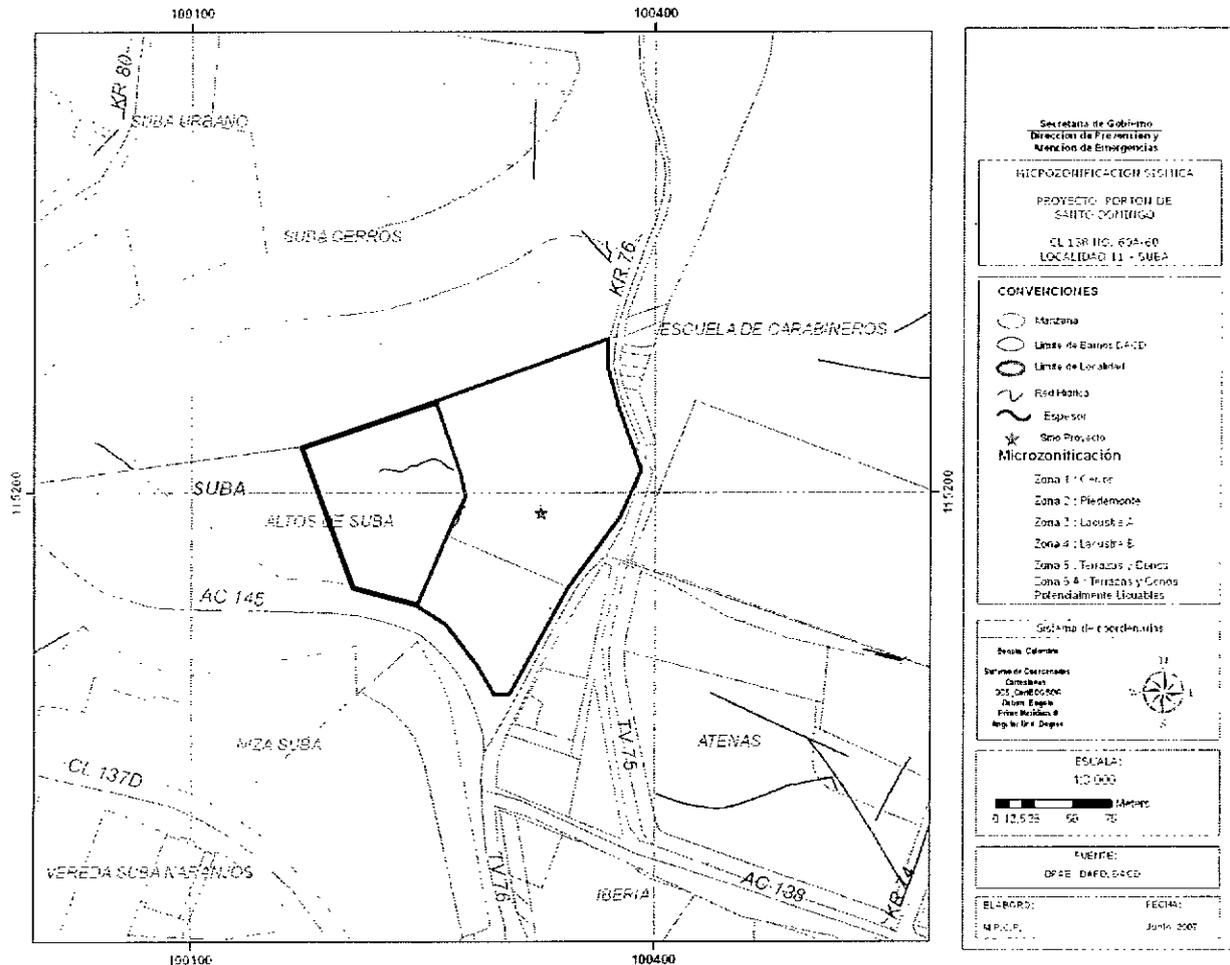


Figura 1. Localización del Proyecto Portón de Santo Domingo

#### 4 PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO (JUNIO DE 2007)

El concepto técnico 4834 de junio de 2007 emitido por la DPAA relacionado con el estudio de respuesta local del subsuelo, se transcribe a continuación:

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

En el numeral 3.2, se indica que el sitio del proyecto se encuentra localizado en la zona de transición entre la Zona 1 y Zona 2 según el decreto 193 de 2006, la cual es consistente con la localización presentada en la Figura 1 del presente concepto.



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

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 nueve (9) perforaciones las cuales alcanzaron profundidades entre 10 y 17.5 m, penetrando en los sondeos S-6 y S-9 más de cinco metros en el material rocoso, lo que se confirma por los datos de N mayores a 50 golpes/ pie. 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 de penetración estándar SPT. Los registros, resultados de laboratorio y localización de las exploraciones en el sitio del proyecto se presentan anexas al estudio.

Según el numeral 3.2, el perfil geotécnico se compone de "Suelos residuales de lutitas y lodolitas, rellenos de materiales de excavación de mediana compactación y depósitos coluviales. Los rellenos alcanzan espesores entre 0.9 y 4.6 m de profundidad, el espesor de los suelos residuales alcanza hasta 5 m de profundidad, y los depósitos coluviales localizados hacia el norte del lote alcanzan profundidades entre 5 y 7 m. Adicionalmente a partir de los ensayos de SPT y Down Hole se observó un perfil de meteorización de la roca del orden de 7 m o más, hasta llegar a la roca sana".

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 los sondeos S-6 y S-9 se indica la realización de dos ensayos de Down-Hole a profundidades de 17 y 10 m respectivamente que los realizó la firma Ulloa y Díez Ltda., con el fin de definir el perfil de la velocidad de onda, Vs. Los resultados del mismo se indican en la Figura 3.5. A continuación se resumen los valores determinados a partir de los resultados de la prueba.

Sondeo S-6

1 – 3 m	244 m/s
3 – 7 m	400 m/s
7 – 17 m	783 m/s



ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

Sondeo S-9

1 – 4 m 188 m/s

4 – 7 m 322 m/s

7 – 10 m 890 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 realizó un ensayo dinámico a la arcilla limosa algo arenosa obtenida con tubo de pared delgada a una profundidad de 3 m, a la cual se le practicó pruebas de bender element y triaxial cíclico de esfuerzo controlado. Los resultados de las pruebas de laboratorio se presentan anexos al informe. Por las características de los depósitos coluviales y rellenos no se logró extraer muestras representativas de estos materiales.

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 los tres acelerogramas establecidos en el estudio de Microzonificación sísmica de Bogotá de acuerdo con el artículo 7 del Decreto 193 de 2006. Adicionalmente el consultor emplea 5 acelerogramas para los análisis de respuesta.

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 utiliza el 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 para los análisis de los sondeos S-6 y S-9 se presentan en la Tabla 3.1 a 3.4, mientras que las características de los materiales se indican gráficamente en la Figura 3.8. Como el proyecto se localiza en la zona 2, el consultor se acogió a lo indicado en el numeral 2 del artículo 7 del decreto 193, y efectuó análisis bidimensionales con el programa PLAXIS PROFESSIONAL V7.2 que se presenta en el



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

numeral de "Respuesta Dinámica Bidimensional". La simulación del comportamiento geomecánico de los materiales acogió un modelo lineal-elástico, en tanto que el amortiguamiento se representó por el esquema de Rayleigh. La geometría empleada se presenta en las Figuras 3.16 y 3.17, mientras que los parámetros geomecánicos se presentan en la Tabla 3.5. Atendiendo al criterio de reproducibilidad de los resultados, es necesario que el consultor precise la información pertinente a:

- Coeficientes de amortiguamiento Rayleigh,
- Parámetros de simulación de elementos estructurales,
- Localización de los puntos de registro de respuesta dinámica

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE 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 de transición 1 - 2, y a que 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.

Con base en los resultados de los análisis el consultor recomienda el espectro de diseño que se presenta en la figura 3.19 y 3.20 del estudio, que se ilustra en la Figura 2 del presente concepto. Este espectro de respuesta comienza con un valor de  $S_a$  de 0.3g que aumenta hasta llegar a 0.675g entre 0.17 a 0.35s, luego desciende a 0.538g en 0.45s y continua hasta 0.85s con el valor de  $S_a$  constante, desde 0.85s continua descendiendo de acuerdo con el promedio entre los espectros mínimos de las zonas 1 y 2 del Decreto 193 de 2006. Sin embargo, es necesario que el consultor ajuste los coeficientes espectrales para periodos superiores a 3.5 segundos, puesto que los valores reportados en la Tabla 4.1 del informe son inferiores a 0.135g. Además, es necesario que el documento remitido a la DPAE se encuentre firmado por el profesional responsable del estudio de efectos locales.



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

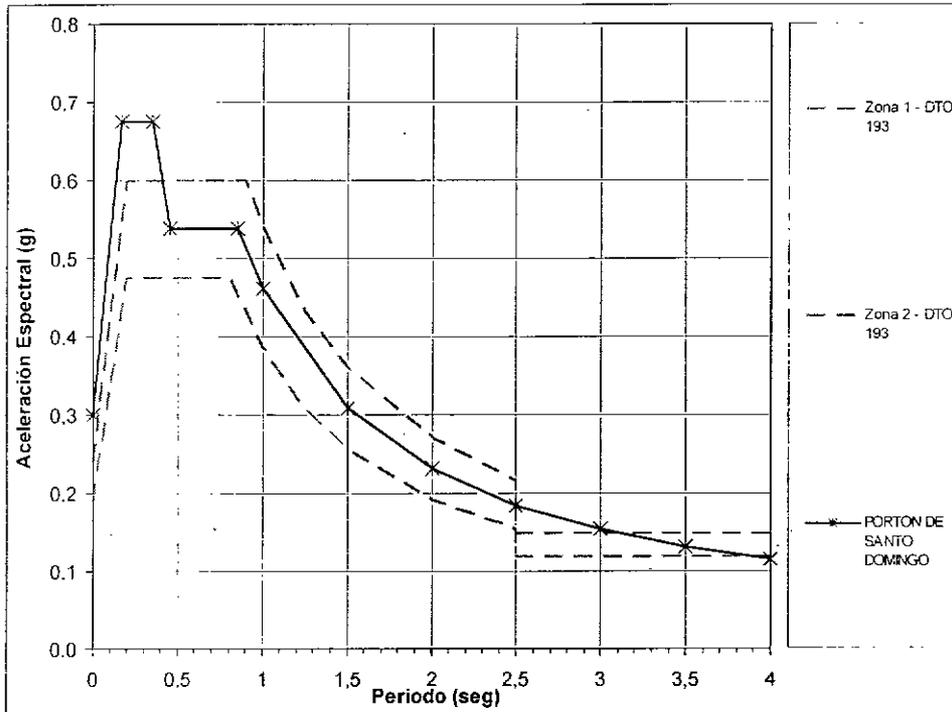


Figura 2. Espectro de diseño recomendado del proyecto Portón de Santo Domingo

El estudio NO CUMPLE con este requerimiento.

## 5. SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO

La segunda revisión del informe "Estudio Particular de Respuesta Local de Amplificación de Ondas Sísmicas Proyecto Portón de Santo Domingo" y del oficio aclaratorio ER8912 de Julio 16 de 2007, se efectúa siguiendo los requerimientos consignados en el Decreto 193 de 2006 para este tipo de estudios.

### 5.1 Asignación de la zona del proyecto con respecto a la Microzonificación Sísmica de Bogotá.

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la primera revisión.

5.2 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



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

**campo y laboratorio y los estudios de zonificación incluidos en el proyecto de Microzonificación Sísmica de Bogotá.**

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la primera revisión.

- 5.3 Realizar ensayos de velocidad de onda de corte, Vs, por medio de métodos de campo como down hole, cross hole y otros equivalentes.**

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la primera revisión.

- 5.4 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.).**

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la primera revisión.

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

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la primera revisión.

- 5.6 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 oficio aclaratorio ER8912 de Julio 16 de 2007 el consultor presenta los coeficientes de amortiguamiento Rayleigh, los parámetros de simulación de elementos estructurales y la localización de los puntos de registro de respuesta dinámica.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la primera revisión.

- 5.8 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.**

En el oficio aclaratorio ER8912 de Julio 16 de 2007 el consultor presenta la versión corregida y debidamente firmada del capítulo 4, donde se ajustan a 0.135g las aceleraciones espectrales para periodos superiores a 3.5 segundos reportados en la Tabla 4.1 del informe.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

6. CONCLUSIONES

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.

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>FERNANDO JAVIER DÍAZ P.</b> Ingeniero Civil, MSc (c) Geotecnia M.P. 25202-093681 CND	
Revisó	<b>DIANA PATRICIA ARÉVALO S.</b> Coordinadora Grupo Estudios Técnicos	
Aprobó	<b>GUILLERMO ÁVILA ÁLVAREZ</b> Subdirector Investigación y Desarrollo	

Vo.Bo.	<b>DIANA MARCELA RUBIANO VARGAS</b> DIRECTORA	
--------	--	--