



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

**CONCEPTO TÉCNICO No CT - 4658**  
**Revisión de Estudio Particular de Respuesta Local**  
**de Amplificación de Ondas Sísmicas**  
**Artículo 7 - Decreto 193 de 2006**

**1. INFORMACIÓN GENERAL**

**ENTIDAD SOLICITANTE:** Curaduría Urbana 4  
**LOCALIDAD:** 13. Teusaquillo  
**BARRIO:** Ciudad Salitre nororiental  
**PROYECTO:** Capital Towers  
**DIRECCIÓN:** Av. Esperanza No. 51-38 y Cra 51 No. 22C - 23  
**UPZ:** 109. Ciudad Salitre Oriental  
**TIPO DE RIESGO:** Sísmico  
**EJECUTOR:** Ing. Carlos Restrepo  
**FECHA DE EMISION:** Febrero 15 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. Adicionalmente, 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 del mencionado decreto, adoptando el espectro de diseño y los coeficientes espectrales indicados 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

**Bogotá sin indiferencia**



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

## DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

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 segunda revisión realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, del “Estudio de microzonificación sísmica para el proyecto a construirse en la avenida La Esperanza No. 51-38 de Bogotá”, que se remite como estudio sísmico local, en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 193 de 2006.

### 3. GENERALIDADES DEL PROYECTO

El lote donde se realizará el proyecto tiene un área igual a 6400m<sup>2</sup>. Sus coordenadas planas aproximadas son las siguientes:

104722 N 97697 E

El proyecto arquitectónico consta de un edificio de 10 pisos y 3 sótanos en pórticos convencionales de concreto reforzado, con luces entre ejes de columnas variables entre 6.0m y 8.0m.

### 4. PRIMERA REVISION DEL ESTUDIO (DIC/2006)

La primera revisión del “Estudio de microzonificación sísmica para el proyecto a construirse en la avenida La Esperanza No. 51-38 de Bogotá”, se efectuó siguiendo los requerimientos consignados en el Decreto 193 de 2006 para este tipo de estudios y quedó consignada en el documento CT-4516.

**Bogotá (in)indiferencia**



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

## DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

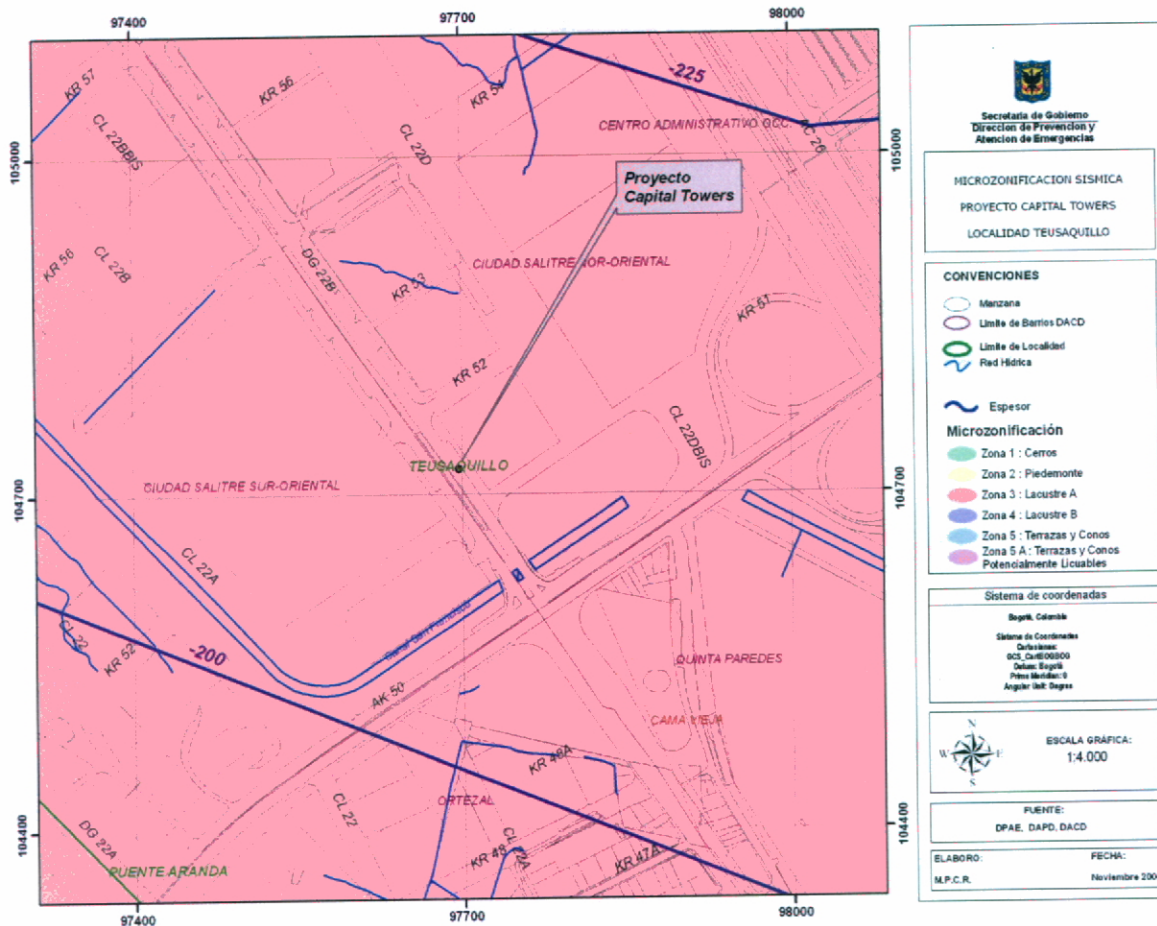


Figura 1. Localización del proyecto Capital Towers

El propósito de la revisión es verificar que el estudio cumpla con lo exigido en el decreto, de manera que se pueda comprobar 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 No 4516 de Diciembre de 2006 emitido por la DPAE relacionado con el estudio de respuesta local del subsuelo se transcribe a continuación con referencia a los requerimientos pertinentes del decreto antes mencionado.



ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ 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 1.0 se indica que el sitio del proyecto se encuentra en la zona 3 según la Microzonificación Sísmica de Bogotá.

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 2.0, se efectuó el sondeo 1 de 50.0m, en el que de acuerdo con el numeral 2.1, entre 3.50m y 50m se identificó la siguiente secuencia de capas: i) un relleno de limo, gravas y escombros de espesor variable entre 1.5 y 3.50m ii) arcilla gris y/o habana oxidada de consistencia dura a firme iii) entre 6.00m y 34.0m una arcilla limosa gris y/o carmelita, cuyo contenido de arena se incrementa con profundidad iv) arena limosa gris rojiza de densidad compacta a muy compacta y v) entre 46.50m y 50.0m una arcilla arenosa rojiza de consistencia media a firme. En los primeros 30m la resistencia a la penetración estándar es inferior a 10golpes/pie y posteriormente se incrementa por encima de 40 golpes/pie.

Según el numeral 3.1 para completar el espesor de suelo esperado entre 50.0m y 100.0m se tomó información del sondeo profundo realizado en la intersección de la avenida El Dorado y la avenida 68. Para complementar la información geotécnica de mayor profundidad se empleó el sondeo profundo realizado en el Aeropuerto en el marco del estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá. Se indica que la profundidad del basamento rocoso es de 220m a 225m.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

**4.3 Realizar ensayos de velocidad de onda de corte,  $V_s$ , por medio de métodos de campo como down hole, cross hole y otros equivalentes.**

*Bogotá sin indiferencia*



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

---

**DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS**

---

Según el numeral 2.0 y 2.3, en el sondeo profundo de 50.0m se llevó a cabo el ensayo Down Hole, el cual fue ejecutado por la firma Ulloa y Diez Ltda. El valor medio de velocidad de onda de corte  $V_s$  es cercano a los 200m/s en los primeros 3.0m, de 150m/s entre 30m y 8.0m. Hasta una profundidad de 31m/s el valor medio de  $V_s$  es de 130m/s y posteriormente hasta 50m de profundidad es de 340m/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 tomadas del sondeo 1 a dos profundidades diferentes: 3.5m, y 22.5m. Para cada profundidad se ejecutaron pruebas de velocidad de onda, columna resonante y triaxial cíclico de deformación controlada.

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.**

De acuerdo con el numeral 3.2, en el estudio se utilizaron 16 de los acelerogramas definidos para cada una de las fuentes por la DPAAE.

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.**

De acuerdo con el numeral 3.2, en el estudio de efectos locales se empleó el programa QUAKE para evaluar la respuesta dinámica. Sin embargo, la profundidad del basamento rocoso establecida en el modelo se encuentra a 240m –de acuerdo con la Figura No. 9-, que no coincide con la profundidad del basamento rocoso indicada en el numeral 3.1 del estudio.



ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

---

**DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS**

---

El estudio NO CUMPLE con este requerimiento.

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

Dado que el proyecto no se encuentra en la zona 5, no es necesaria efectuar 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.**

Teniendo en cuenta la observación del numeral 4.6, no se efectuó la revisión del espectro de diseño recomendado.

El estudio NO CUMPLE con este requerimiento.

**5. SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO DE FEBRERO DE 2007**

La segunda revisión se efectúa a una nueva versión del "Estudio de microzonificación sísmica para el proyecto a construirse en la avenida La Esperanza No. 51-38 de Bogotá" y al oficio aclaratorio de febrero 2 de 2007, que se remiten como estudio sísmico local, en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 193 de 2006

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

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la revisión anterior.

**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**

**Bogotá sin indiferencia**



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

---

**DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS**

---

**consultar: estudios geofísicos, estudios geotécnicos, ensayos de 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 revisión anterior.

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

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la revisión anterior.

**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 revisión anterior.

**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 revisión anterior.

**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.**

El consultor aclara que en el modelo se está teniendo en cuenta un espesor de 15m de roca. Con relación a los parámetros de entrada, en el oficio aclaratorio de febrero 2 de 2007 indica que "adoptó las curvas de las muestras tomadas a 3.50m y a 22.0m de profundidad en uno de los sondeos efectuados en el lote...se adopta el módulo  $G$  máximo obtenido en el ensayo de velocidad de onda el cual para este casos corresponde a 1001Kg/cm<sup>2</sup> en la muestra de 3.50m correspondiente al estrato 2 y de 507Kg/cm<sup>2</sup> en la muestra a 22.0m correspondiente al estrato 3.". Estas consideraciones son válidas, pero se recomienda que para próximos proyectos, el consultor ajuste las curvas a las formas habituales de las curvas de degradación de módulos a través de recopilación de información y selección de datos de entrada.



ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

## DIRECCION DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Adicionalmente, y dado que en el numeral 3.2, el consultor utilizó el programa QUAKE, en el oficio aclaratorio de febrero 2 de 2007, incorpora la información de entrada necesaria para lograr la reproducibilidad del modelo.

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 revisión anterior.

### 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.

El espectro de diseño recomendado no es inferior al mínimo exigido de la Zona 3 de la Microzonificación Sísmica de Bogotá.

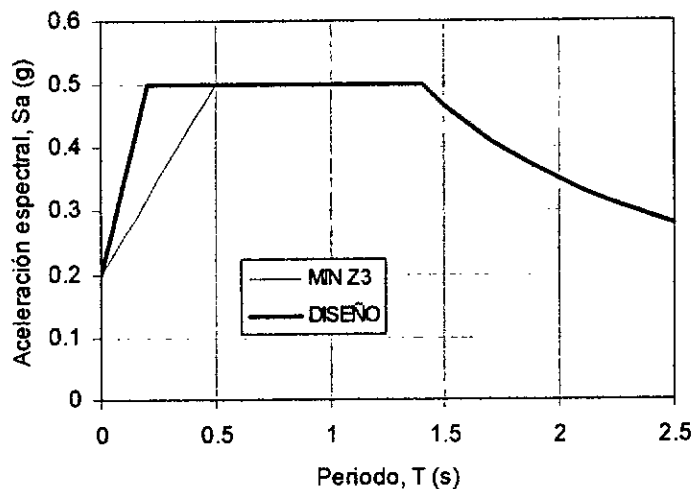


Figura 2. Espectro de diseño Capital Towers

El estudio CUMPLE con este requerimiento.





ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

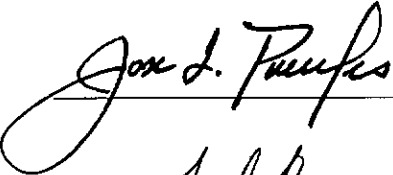
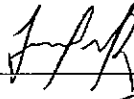
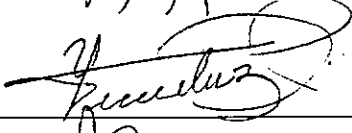
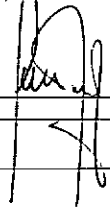
Secretaría  
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

**6. 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	<b>ING. JOSÉ L. PUENTES O.</b> Ingeniero Civil – Sp. Geotecnia M.P. 25202-60915 CND	
Revisó	<b>JUAN CARLOS PADILLA RODRIGUEZ</b> Grupo de Estudios Técnicos y Conceptos	
Vo.Bo.	<b>FERNANDO JAVIER DIAZ PARRA</b> Grupo de Estudios Técnicos y Conceptos	
Aprobó	<b>GUILLERMO ÁVILA ÁLVAREZ</b> Subdirector Investigación y Desarrollo	
Vo.Bo.	<b>DIANA MARCELA RUBIANO VARGAS</b> Directora	