



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

**CONCEPTO TÉCNICO No CT - 4865**  
**Revisión de Estudio Particular de Respuesta Local**  
**de Amplificación de Ondas Sísmicas**  
**Artículo 7 - Decreto 193 de 2006**

**1 INFORMACION GENERAL**

**ENTIDAD SOLICITANTE:** Camila Castell Córdoba - Curaduría Urbana 5  
Carlos Restrepo – Espinosa & Restrepo Ltda.

**PROYECTO:** **EL TRIUNFO SEGUNDO**

**LOCALIDAD:** 16. Puente Aranda

**UPZ:** 112. Granjas de Techo

**BARRIO:** Centro Industrial

**DIRECCIÓN:** Avenida 68 con Diagonal 22A

**TIPO DE RIESGO:** Sísmico

**EJECUTOR:** Espinosa & Restrepo Ltda.

**FECHA DE EMISION:** Junio 29 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 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

**Bogotá sin indiferencia**



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

## DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

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 68 con Diagonal 22A de Bogotá", y de los oficios aclaratorios ER5827 de Marzo 16 de 2007 y el ER6941 de Junio 7 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

El proyecto arquitectónico consta de 5 torres de edificios de 16 pisos de altura y con 2 sótanos, las luces entre columnas que varían entre 3.50 m y 4.50 m. Las cargas previstas serán del orden de 254 Ton.

En la Figura 1 se presenta la localización del lote del proyecto, que corresponde a las siguientes coordenadas planas aproximadas:

105409 N      96349 E

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

El concepto técnico 4742 de mayo de 2007 emitido por la DPAE relacionado con el estudio de respuesta local del subsuelo, se transcribe a continuación:

*Bogotá sin indiferencia*



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

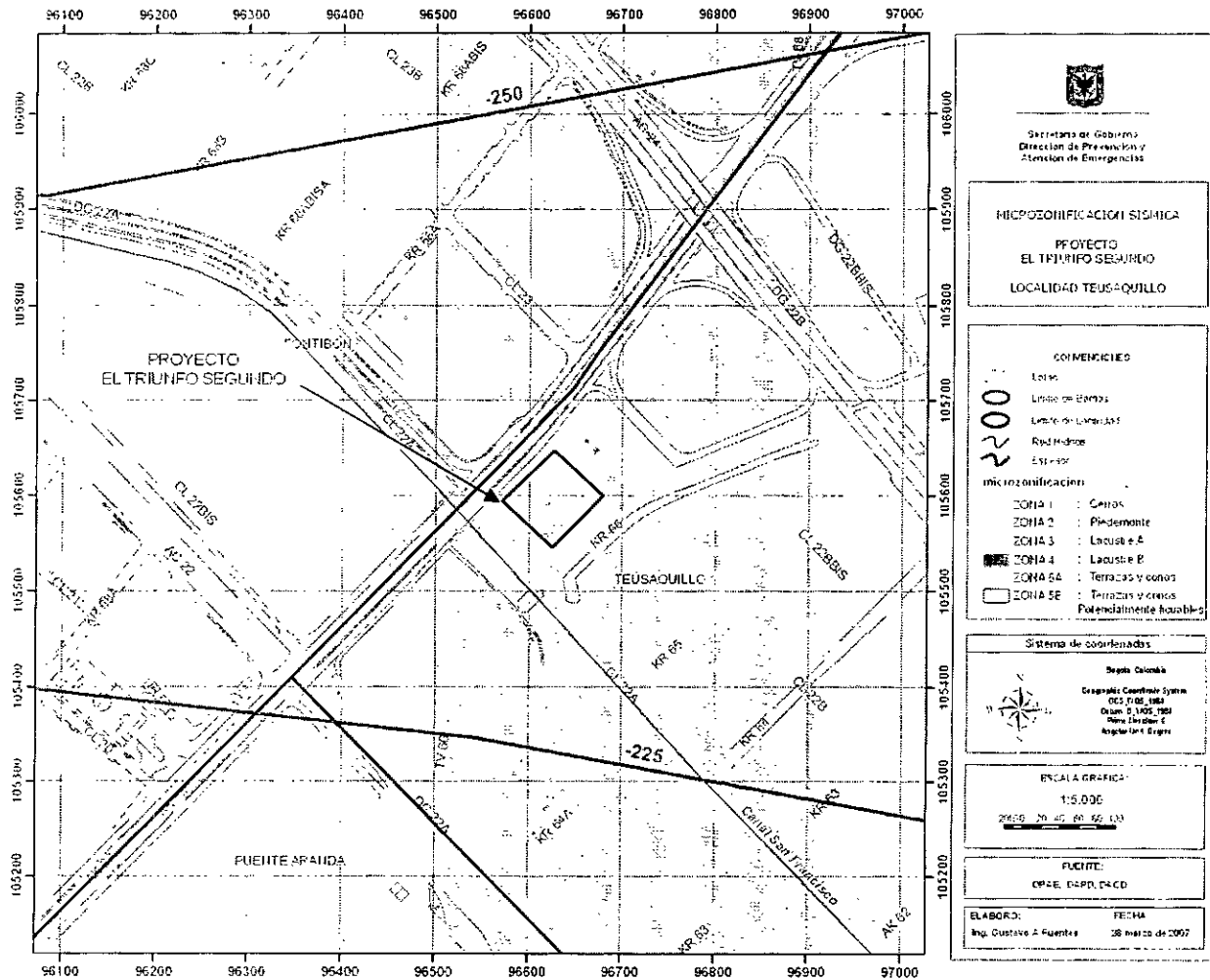


Figura 1. Localización del proyecto El Triunfo Segundo

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

Según el numeral 1.0 el terreno se localiza en la zona 3 Lacustre A de la Microzonificación Sísmica de Bogotá.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.





ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

---

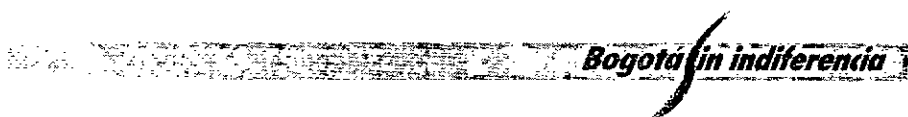
DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

---

**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.**

Durante el estudio de suelos llevaron a cabo 7 sondeos que alcanzaron profundidades comprendidas entre 11.0 m y 40.0 m. Para el estudio de respuesta dinámica se ejecutó un sondeo hasta 50.0 m de profundidad. La descripción que el consultor hace del perfil estratigráfico es la siguiente:

- 0.0 – 2.8/5.0 m: Relleno heterogéneo.
- 2.8/5.0 – 7.0/8.0 m: Arcilla habana y/o amarilla, con presencia de arena, de consistencia media a dura. El valor de resistencia a la penetración estándar oscila entre 4 y 23 golpes/pie.
- 7.0/8.0 – 11/15.0 m: Arcilla limosa, carmelita, de consistencia dura a firme. Registra un valor de SPT variable entre 10 y 4 golpes/pie. En el costado suroccidental se detectó sobreyaciendo esta capa, arena gris de densidad compacta, de espesor máximo 3.0m y con resistencia a la penetración estándar entre 50 y 18 golpes/pie.
- 11.0/15.0 – 17.0/20.0 m: Arcilla arenosa rojiza, de consistencia media a blanda. N varía entre 20 y 5 golpes/pie.
- 17.0/20.0 – 22.0 m: Arcilla limosa, carmelita, de consistencia dura a media.
- 22.0 – 25.0 m: Turba carmelita oscura.
- 25.0 – 29.0 m Arcilla arenosa gris de consistencia firme. Se midió una resistencia a la penetración estándar de 12 golpes/pie. Está intercalada con lentes de arena gris de densidad media, de espesor máximo 1.50m, que tienen resistencia a la penetración estándar de 18 golpes/pie.
- 29.0 – 35.0/37.0 m: Arcilla limosa gris o carmelita de consistencia firme a media.





ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

---

**DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS**

---

- 35.0/37.0 – 41.0 m: Arcilla arenosa, rojiza de consistencia dura.
- 41.0 – 46.0 m: Arena gris de densidad muy compacta.
- 46.0 – 50.0 m: Arcilla arenosa rojiza de consistencia dura. El valor de penetración estándar se encuentra entre 15 y 10 golpes/pie.

Durante la exploración se detectó agua libre entre 1.0m y 2.8m de profundidad.

Según el numeral 1.0, se empleó el mapa de espesor de sedimentos de la Microzonificación Sísmica de Bogotá, que para el sitio del proyecto contempla una profundidad de basamento rocoso de 225 m. Para completar el perfil geotécnico, el consultor empleo información del sondeo realizado en la intersección de la Avenida El Dorado con la Avenida 68, entre 50 m y 100 m de profundidad. Para profundidades superiores se utilizó la información del sondeo ejecutado en el Aeropuerto El Dorado en el marco del estudio de microzonificación.

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.**

En la perforación de 50 m, se contrató con la firma Ulloa y Diez Ltda., la ejecución de un ensayo Down Hole, cuyos resultados se presentan en el Anexo 4. El resumen de la interpretación se presenta en el numeral 2.3, y en que se identifican 4 sectores principales hasta 50 m de profundidad:

- 0.0 - 5.0 m, Vs = 187m/s
- 5.0 – 15.0 m, Vs = 315m/s
- 15.0 – 35.0 m, Vs = 196m/s
- 35.0 – 50.0 m, Vs = 300m/s

El estudio CUMPLE con este requerimiento

**Bogotá sin indiferencia**



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

---

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

---

- 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.).**

De acuerdo con el numeral 2.5, se ejecutaron ensayos de velocidad de onda bender element, columna resonante y triaxial cíclico sobre muestras tomadas a 5.0 m y 21.0 m de profundidad.

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 capítulo 3.2, se relacionan los acelerogramas utilizados. Estos son 15 de los registros de aceleración establecidos como alternativos por la DPAAE, a los 3 registros de la Microzonificación Sísmica de Bogotá.

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 numeral 3.2, se menciona que para la ejecución de los análisis de respuesta dinámica se empleó el programa QUAKE que utiliza el método de elementos finitos. En la Figura No. 9 se presenta la mallá de elementos de finitos. De la Figura No. 10 a la No. 27 se presentan las curvas de variación del módulo de corte y del amortiguamiento con la deformación angular para cada uno de los materiales considerados. Es necesario que el consultor revise el ajuste efectuado con los resultados de los ensayos de laboratorio, en las curvas de variación del amortiguamiento con la deformación angular para los estratos 2, 3 y 4 en las Figuras Nos. 13, 15 y 17. Dichas curvas muestran aparentemente mayores valores de amortiguamiento para el rango de deformaciones comprendido entre 0.01 y 0.1%, en comparación con lo que se podría inferir del ajuste de los mismos resultados de laboratorio a formas características de la curva de amortiguamiento. Esto puede afectar el resultado de la respuesta dinámica

*Bogotá sin indiferencia*



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

**DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS**

---

que se obtiene de la modelación numérica y en consecuencia la definición del espectro de diseño.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE 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.**

En la Tabla No. 6 se presentan los coeficientes sísmicos de diseño, y en la Figura No. 46 el espectro de diseño. El espectro recomienda utilizar entre 0 s y 0.2 s una variación lineal de valores de aceleración espectral entre 0.2 g y 0.5 g, desde 0.2 s hasta 1.4 s, continúa un valor constante de 0.5 g, y para periodos mayores, ajustarse al descenso del espectro mínimo de Zona 3.

La verificación del espectro queda sujeta a la solución de los puntos anteriores.

**Bogotá sin indiferencia**



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

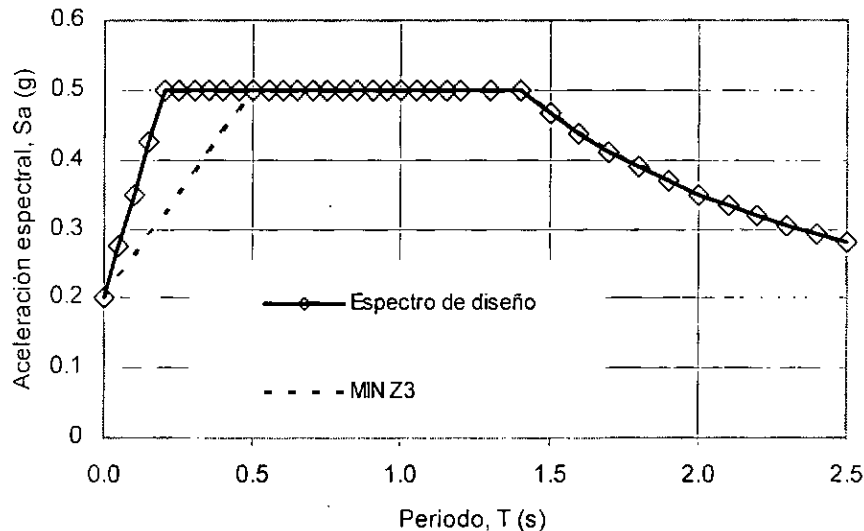


Figura 2. Espectro de diseño del proyecto El Triunfo Segundo

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE con este requerimiento.

## 5 SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO

La segunda revisión del estudio "Estudio de microzonificación sísmica para el proyecto a construirse en la Avenida 68 con Diagonal 22A de Bogotá", y de los oficios aclaratorios ER5827 de Marzo 16 de 2007 y el ER6941 de Junio 7 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.

*Bogotá sin indiferencia*





ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

---

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

---

- 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 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,  $V_s$ , 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 ER6941 de Junio 7 de 2007 el consultor presenta las curvas de variación del amortiguamiento con la deformación angular para los estratos 2, 3 y 4 en las Figuras 13, 15 y 17 suavizadas de una manera diferente.

*Bogotá sin indiferencia*



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

---

**DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS**

---

Dado que la responsabilidad de los parámetros adoptados recae en el consultor como lo refrenda con su firma en el informe del estudio y que la revisión se limita a verificar el cumplimiento del Decreto 193 de 2006, se recomienda para futuros estudios revisar cuidadosamente los criterios utilizados para definir las curvas de degradación y amortiguamiento adoptadas, teniendo en cuenta en los análisis las limitaciones de los ensayos de laboratorio, las características del material y las referencias técnicas de la literatura nacional e internacional.

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 ER6941 de Junio 7 de 2007 el consultor presenta los resultados de los espectros de respuesta teniendo en cuenta las curvas de variación del amortiguamiento con la deformación angular para los estratos 2, 3 y 4 en las Figuras 13, 15 y 17 suavizadas de una manera diferente, donde se observa que no hubo modificaciones significativas en los resultados, por lo cual el consultor ratifica el espectro de diseño propuesto que se resume en el numeral 4.8 del presenta concepto.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

**Bogotá sin indiferencia**



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.



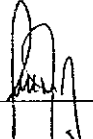
Secretaría  
GOBIERNO


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	
--------	--	--

*Bogotá sin indiferencia*