



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

CONCEPTO TÉCNICO No CT - 4742
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 5
LOCALIDAD: 16. Puente Aranda
BARRIO: Centro Industrial
PROYECTO: El Triunfo Segundo
DIRECCIÓN: Avenida 68 con Diagonal 22A
UPZ: 112. Granjas de Techo
TIPO DE RIESGO: Sísmico
EJECUTOR: Ing. Carlos Restrepo
FECHA DE EMISION: Mayo 8 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

Bogotá sin indiferencia



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

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 "Estudio de microzonificación sísmica para el proyecto a construirse en la Avenida 68 con Diagonal 22A de Bogotá", elaborado por el ing. Carlos Restrepo y que se remite como estudio sísmico local, en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 193 de 2006.

3 GENERALIDADES DEL PROYECTO

El proyecto arquitectónico consta de 5 torres de edificios con 2 sótanos, con luces entre columnas que varían entre 3.50m y 4.50m. 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 REVISIÓN DEL ESTUDIO

La revisión del "Estudio de microzonificación sísmica para el proyecto a construirse en la Avenida 68 con Diagonal 22A de Bogotá", se efectúa siguiendo los requerimientos consignados en el Decreto 193 de 2006 para este tipo de estudios.

Bogotá sin indiferencia



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

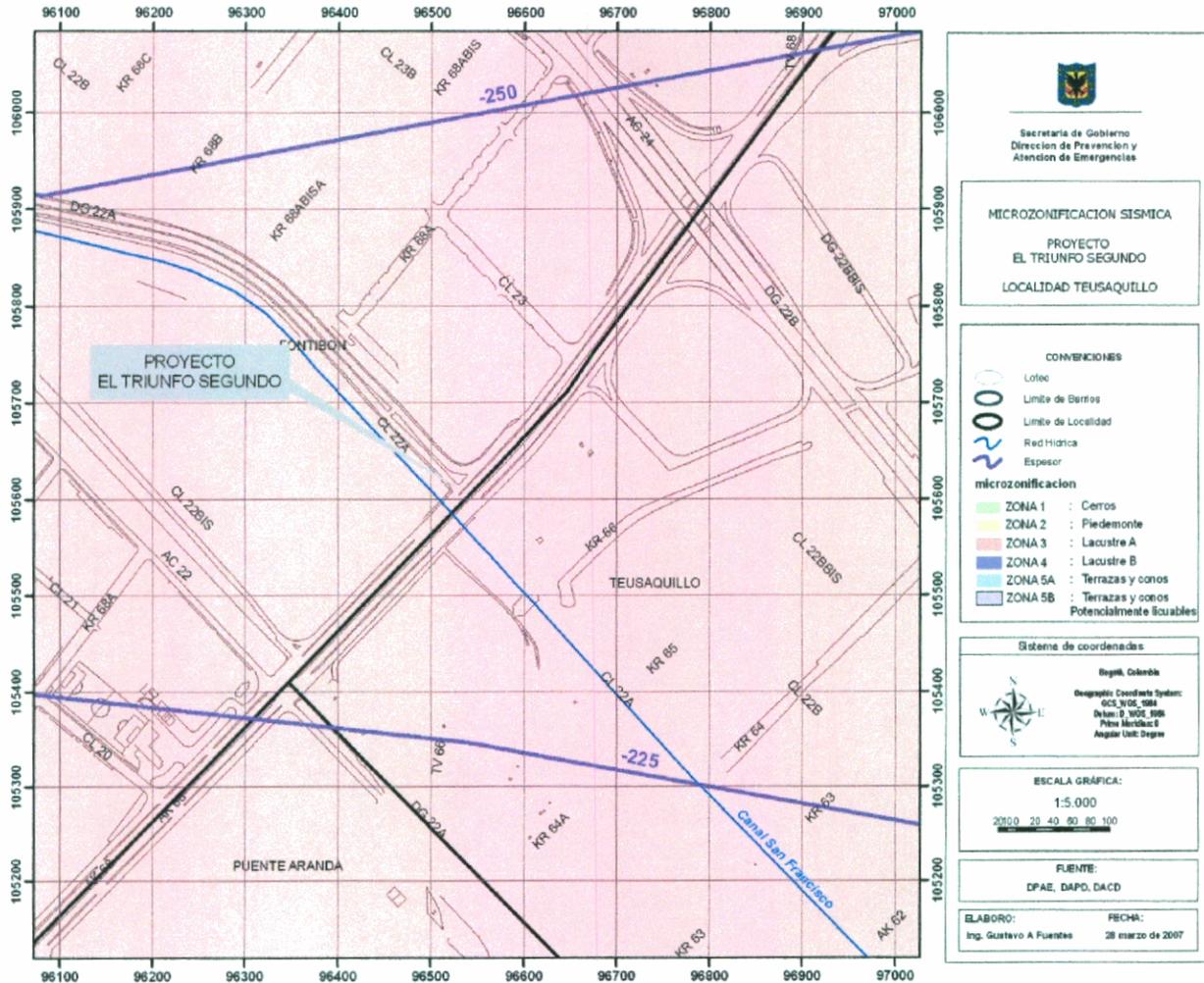


Figura 1. Localización del proyecto El Triunfo Segundo

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.





ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

La revisión comprendió los siguientes requerimientos técnicos del Decreto 193.

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.

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 11.0m y 40.0m. Para el estudio de respuesta dinámica se ejecutó un sondeo hasta 50.0m de profundidad. La descripción que el consultor hace del perfil estratigráfico es la siguiente:

- 0.0 – 2.80/5.00: Relleno heterogéneo.
- 2.80/5.00 – 7.00/8.00: 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 23golpes/pie.
- 7.0/8.0 – 11/15.0m: Arcilla limosa, carmelita, de consistencia dura a firme. Registra un valor de SPT variable entre 10 y 4golpes/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 18golpes/pie.
- 11.0/15.0 – 17.0/20.0m: Arcilla arenosa rojiza, de consistencia media a blanda. N varía entre 20 y 5golpes/pie.

Bogotá sin indiferencia



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

- 17.0/20.0 – 22.0m: Arcilla limosa, carmelita, de consistencia dura a media.
- 22.0 – 25.0m: Turba carmelita oscura.
- 25.0 – 29.0m Arcilla arenosa gris de consistencia firme. Se midió una resistencia a la penetración estándar de 12golpes/pie. Está intercalada con lentes de arena gris de densidad media, de espesor máximo 1.50m, que tienen resistencia a la penetración estándar de 18golpes/pie.
- 29.0 – 35.0/37.0m: Arcilla limosa gris o carmelita de consistencia firme a media.
- 35.0/37.0 – 41.0m: Arcilla arenosa, rojiza de consistencia dura.
- 41.0 – 46.0m: Arena gris de densidad muy compacta.
- 46.0 – 50.0m: Arcilla arenosa rojiza de consistencia dura. El valor de penetración estándar se encuentra entre 15 y 10 golpes/pie.

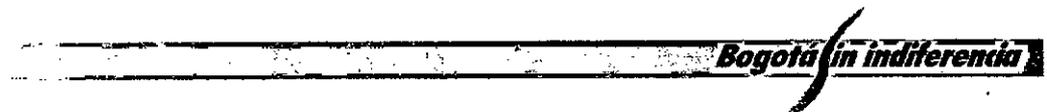
Durante la exploración se detectó agua libre entre 1.0m y 2.8m de profundidad.

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 225.0m. 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 50.0m y 100.0m 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 50.0m, 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 50.0m de profundidad:





ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

- 0.00 - 5.00m, $V_s = 187\text{m/s}$
- 5.00 – 15.00m, $V_s = 315\text{m/s}$
- 15.00 – 35.00m, $V_s = 196\text{m/s}$
- 35.00 – 50.00m, $V_s = 300\text{m/s}$

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.).**

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 5.0m y 21.0m 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 16 de los registros de aceleración establecidos como alternativos por la DPAE, 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

Bogotá sin indiferencia



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

la Figura No. 9 se presenta la malla 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 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 5B 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 0s y 0.20s una variación lineal de valores de aceleración espectral entre 0.20g y 0.5g, desde 0.20s hasta 1.4s, continúa un valor constante de 0.5g, 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

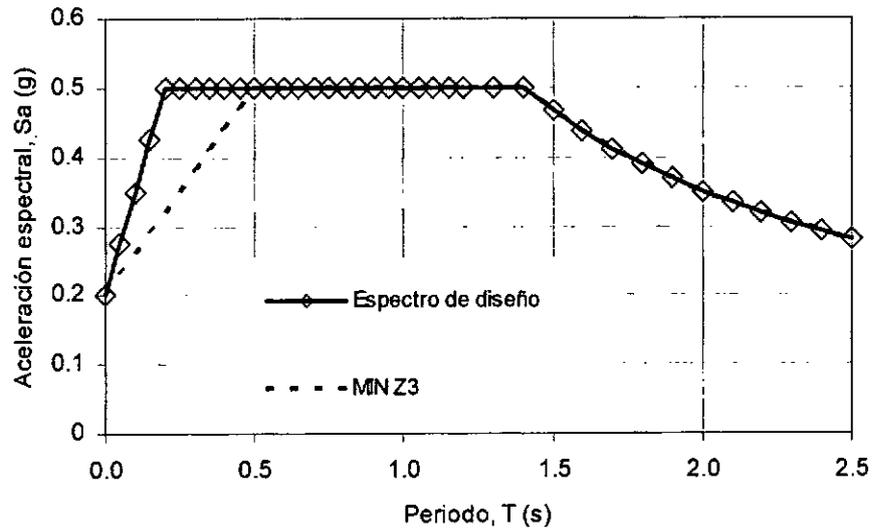


Figura 2. Espectro de diseño del proyecto El Triunfo Segundo

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE con este requerimiento.





ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

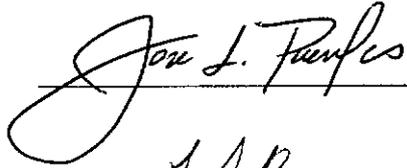
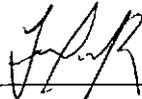
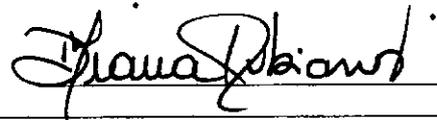
Secretaría
GOBIERNO

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 está incompleto a la luz de los requerimientos mínimos consignados en el Decreto 193 de 2006. Para poder conocer con certeza la validez de los espectros de respuesta obtenidos y del recomendado en el estudio evaluado, primero deben aclararse y complementarse los puntos antes mencionados.

Una vez realizadas las correcciones y aclaraciones solicitadas, se recomienda enviar el estudio nuevamente a la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, con el fin de emitir concepto de cumplimiento, de acuerdo con lo estipulado en el Decreto 193 de 2006

Elaboró	ING. JOSÉ L. PUENTES O. Ingeniero Civil – Sp. Geotecnia M.P. 25202-60915 CND	
Revisó	JUAN CARLOS PADILLA R. Grupo de Estudios Técnicos	
Revisó	FERNANDO JAVIER DÍAZ P. Grupo de Estudios Técnicos	
Aprobó	GUILLERMO ÁVILA ALVAREZ. Subdirector de Investigación y Desarrollo	
Vo.Bo.	DIANA MARCELA RUBIANO VARGAS Directora	

Bogotá sin indiferencia