



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

CONCEPTO TÉCNICO No CT - 4782
Revisión de Estudio Particular de Respuesta Local
de Amplificación de Ondas Sísmicas
Artículo 7 - Decreto 193 de 2006

1 INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE: Luís Fernando Ballesteros - Curaduría Urbana No 2
David Ignacio Mejia – SUHABITAT S.A.
LOCALIDAD: 1 Usaquén
BARRIO: Bella Suiza
PROYECTO: **EDIFICIO TR 9B No 127A - 85**
DIRECCIÓN: TR 9B No 127A – 73/85
UPZ: 14 Usaquén *
CHIP: AAA0101DDBR, AAA0101DDCX
TIPO DE RIESGO: Sísmico
EJECUTOR: JEoprobe Ltda.
FECHA DE EMISION: Mayo 11 de 2007

2 ANTECEDENTES

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. Adicionalmente, el parágrafo único del artículo 7 del Decreto 193 de 2006,



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

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 "Estudio particular de respuesta local de amplificación de ondas sísmicas proyecto Transversal 9B # 127A - 85" elaborado por la firma JEoprobe Ltda. como parte del estudio de suelos y análisis de cimentación "Edificio Transversal 9B # 127A - 85" ejecutado por la firma LFO Ingenieros de suelos Ltda., a construirse en el predio ubicado en la Tr 9B No 127A - 73/85, que se remite como estudio sísmico local en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 193 de 2006.

3 GENERALIDADES DEL PROYECTO

De acuerdo con el consultor, el proyecto arquitectónico contempla la construcción de un edificio de siete pisos de altura y dos niveles de sótanos alcanzando profundidades de excavación del orden de 5.75 m por debajo de la superficie actual del terreno. El sótano coincide con la proyección de la torre en los costados norte y sur, cuenta con voladizos y plataformas en los costados oriental y occidental.

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

111906 N 105167 E

El informe "Estudio particular de respuesta local de amplificación de ondas sísmicas proyecto Transversal 9B # 127A - 85" 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.

4 REVISIÓN DEL ESTUDIO

La revisión del informe presentado para el Proyecto Transversal 9B No 127A - 73/85 a construirse en la ciudad de 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 BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

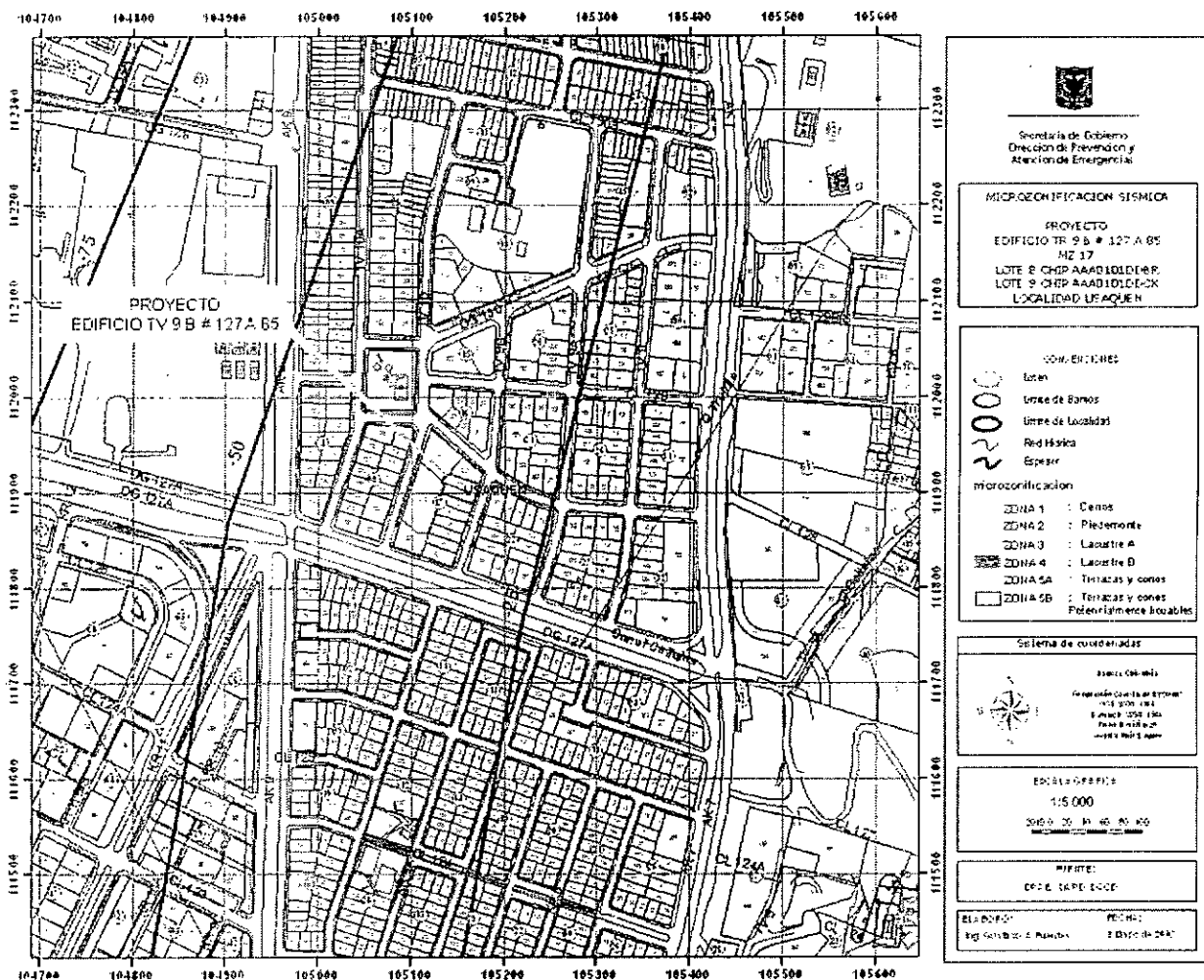


Figura 1. Localización del Proyecto Transversal 9B No 127A – 73/85

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.

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 3.2, se indica que el sitio del proyecto se encuentra localizado en la zona 2 (Piedemonte) 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 LFO Ltda realizó cuatro (4) perforaciones las cuales alcanzaron profundidades entre 32 y 50 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 resistencia a la penetración SPT. Sin embargo, en el informe del estudio de suelos de LFO Ltda. se indica la página 2 que la exploración del suelo realizada se llevo a cabo mediante cuatro perforaciones entre 31 y 46 m de profundidad, además se presentan los perfiles, la ubicación dentro del lote del proyecto y los resultados de laboratorio hasta una profundidad máxima de 46 m.

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 de 46 m como se describe:

De 0 a 1.5/2.4 m. Rellenos heterogéneos.

De 1.5/2.4 a 3.4 m. Arcilla café oscura.

De 3.4 a 17.4/19.5 m. Limo arenoso café con algo de grava y lentes orgánicos.

De 17.4/19.5 a 19.8/22.3 m. Arena fina orgánica café con lentes de grava.

De 19.8/22.3 a 37 m. Limo orgánico café de consistencia alta.

De 37 a 46 m. Intercalaciones de arena fina café y gravas.

Desde 46 hasta 60 m de profundidad, en donde el consultor estimó que esta el basamento rocoso, no se indica claramente cómo se determinó el tipo y características del material con el cual completó el perfil.



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

Es necesario que el consultor aclare la inconsistencia presentada en las profundidades exploradas reportadas en el estudio de respuesta y en el estudio de suelos, la cual debe cumplir el artículo 6 del decreto 193 de 2006, además de aclarar la manera como determinó el tipo y características del material con el cual completó el perfil geotécnico hasta la roca.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE 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 1 se indica la realización de un ensayo de Down-Hole a una profundidad de 50 m que lo realizó la firma AM Ingenieros Ltda., con el fin de definir el perfil de la velocidad de onda, Vs. Los resultados del mismo se indican en la figura 3.3, que a continuación se resumen los valores determinados.

| | |
|-----------|---------|
| 2 – 7 m | 131 m/s |
| 7 – 13 m | 109 m/s |
| 13 – 20 m | 169 m/s |
| 20 – 25 m | 102 m/s |
| 25 – 32 m | 79 m/s |
| 32 – 40 m | 140 m/s |
| 40 – 45 m | 259 m/s |

Es necesario que el consultor aclare por qué razón el ensayo que se presenta anexo al informe se realizó hasta 45 m de profundidad, pero se indica contradictoriamente en el numeral 1.3.2 y 3.2 del informe que se realizó hasta 50 m de profundidad.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE 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 tres profundidades diferentes: 10, 27 y 34 m. Para cada profundidad se ejecutaron pruebas de bender element y triaxiales cíclicos de esfuerzo controlado.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

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 DPAAE, 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.

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 de los análisis se presentan en la Tabla 3.1, mientras que las características de los materiales se indican gráficamente en la Figura 3.6.

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 numeral de "Respuesta Dinámica Bidimensional". Los datos de amortiguamiento, características de la malla de elementos, parámetros de los materiales utilizados, condiciones de frontera y parámetros de los materiales estructurales se presentan en ese numeral y en las figuras 3.9 a 3.11 además de la tabla 3.2.

Atendiendo al criterio de reproducibilidad de los resultados, es necesario que el consultor indique la localización de los nodos de registros de las aceleraciones de respuesta. Se debe anotar que para una adecuada revisión del documento es necesario que se garantice la legibilidad del mismo.

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 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.



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

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 el numeral 3.4, el consultor establece el espectro mínimo de Zona 2 como el espectro de diseño. En la tabla 4.1 se presentan los valores espectrales, así como en la figura 3.20 el espectro propuesto.

En la Figura 2 del presente concepto se ilustra el espectro propuesto junto con el espectro de la zona 2 de la MZB-97 y el espectros mínimo de la zona 2 establecido en el decreto 193 de 2006. Se aprecia que el espectro propuesto es igual o superior para algunos periodos que el mínimo de la zona 2 establecido en el decreto 193 de 2006.

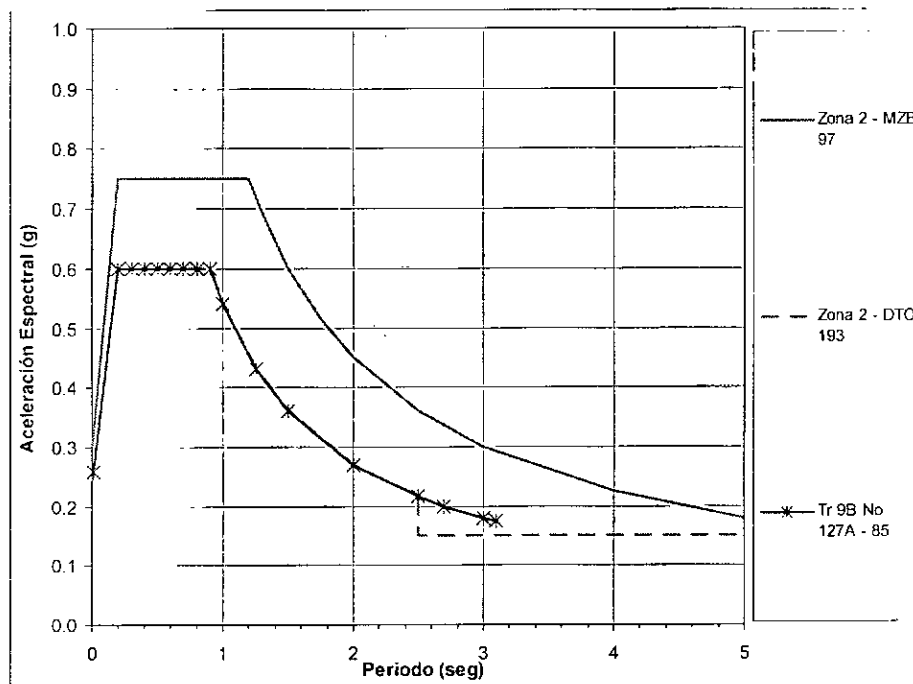


Figura 2. Espectro de diseño recomendado del proyecto Tr 9B No 127A – 73/85

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 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 | FERNANDO JAVIER DÍAZ P. Ingeniero Civil M.P. 25202-093681 CND | |
| Revisó | DIANA PATRICIA ARÉVALO S. Coordinadora Grupo Estudios Técnicos | |
| Aprobó | GUILLERMO ÁVILA ÁLVAREZ Subdirector Investigación y Desarrollo | |

| | | |
|--------|--|--|
| Vo.Bo. | DIANA MARCELA RUBIANO VARGAS DIRECTORA | |
|--------|--|--|