



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

CONCEPTO TÉCNICO No CT - 5008
Revisión de Estudio Particular de Respuesta Local
de Amplificación de Ondas Sísmicas
Artículo 7 - Decreto 193 de 2006

1. INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE: Ing. Camila Castell Córdoba - Curaduría 5
PROYECTO: MIRÓ
LOCALIDAD: 11 Suba
UPZ: 23 Casa Blanca Suba
BARRIO: El Plan
DIRECCIÓN: Calle 152 B No. 58C-49
CHIP: AAA0160JLRJ
TIPO DE RIESGO: Sísmico
EJECUTOR: JEOPROBE Ltda.
FECHA DE EMISION: Noviembre 06 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 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



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

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 "*Asesoría Geotécnica y Sismológica para la Evaluación de la Amenaza Sísmica del Proyecto Lote La Sirena Manzanas I, III, IV y V*" elaborado por el Ing. Jorge Alberto Rodríguez, a construirse en el predio ubicado en la Calle 152 B No. 58C-49. El cual fue radicado el 10 de Julio de 2007 mediante oficio ER-8566, por la Ing. Camila Castell Córdoba de la Curaduría Urbana No.5, remitido como estudio sísmico local en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 193 de 2006 y de los oficios aclaratorios ER12874 de Septiembre 25 de 2007 y ER14474 de Octubre 25 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 tres torres de apartamentos con diez y siete pisos de altura, un edificio comunal de tres pisos y sótano común para las manzanas I, III, IV y V.

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

115816N 101526E

El informe "*Asesoría Geotécnica y Sismológica para la Evaluación de la Amenaza Sísmica del Proyecto Lote La Sirena Manzanas I, III, IV y V*" 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

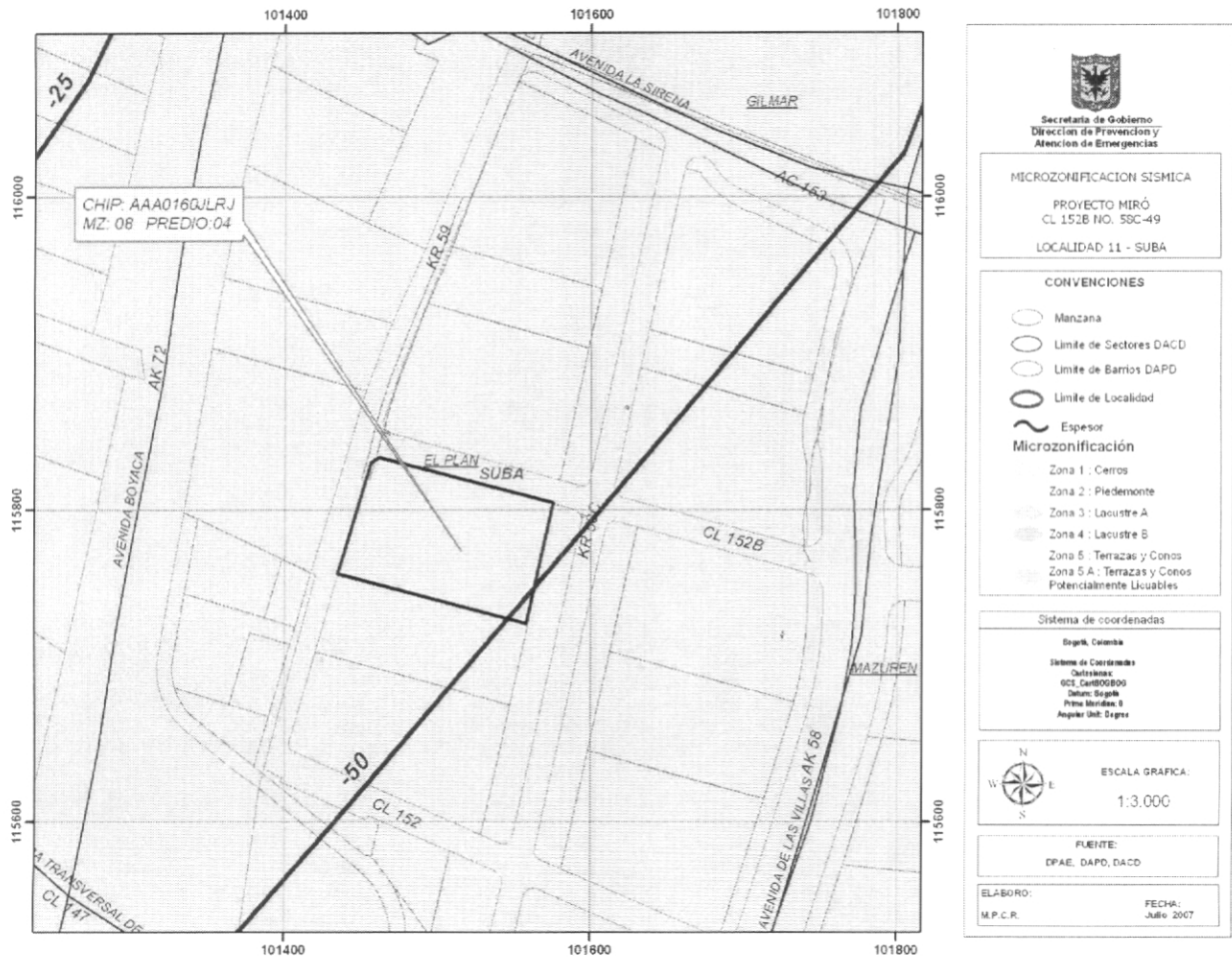


Figura 1. Localización del Proyecto Miró.

4. PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO (AGOSTO DE 2007)

El concepto técnico 4890 de agosto de 2007 emitido por la DPAE 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 1.1 y 3.2, se indica que el sitio del proyecto se encuentra localizado en la Zona 3 (Lacustre A) 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 doce sondeos en la manzana IV, cuya profundidad varía entre 10 m y 61 m, y diez sondeos en la manzana V con profundidades de entre 10 m 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 con veleta de campo, como Holandés y penetración estándar.

Una vez revisado el estudio de suelos anexo, es necesario que el consultor anexe la información correspondiente al perfil y localización del sondeo 10 de la Manzana IV y los perfiles estratigráficos y localización de los sondeos de Manzana I.

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 explorada como se describe:

Perfil Manzana IV

- De 0.0 a 0.2/0.9 m: Rellenos heterogéneos y capa vegetal.
- De 0.2/0.9 a 1.2/2.1 m: Arcillas limosas de color café, de consistencia media a firme.
- De 1.2/2.1 a 1.8/3.3 m: Arcillas de color gris claro a gris verdoso de consistencia media.
- 1.8/3.3 a 38.4/41.5 m: Limo arcilloso de color gris oscuro de consistencia media a blanda, con lentes ocasionalmente arenosos.
- 38.4/41.5 a 40/44.8 m: Arcillas arenosas de color gris verdoso de consistencia media a firme, en el caso de las arenas presentan una densidad alta.
- 40/44.8 a 61 m o más: Arenas densas y arcillolitas o areniscas, conforman el basamento rocoso.



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

Perfil Manzana V

- De 0.0 a 0.4/0.8 m: Rellenos heterogéneos y capa vegetal.
- De 0.4/0.8 a 1.7/1.9 m: Arcillas limosas de color café, de consistencia media a firme.
- De 1.7/1.9 a 3.0/3.4 m: Arcillas de color gris claro a gris verdoso de consistencia media a blanda.
- 3.0/3.4 a 36/40 m: Limo arcilloso de color gris oscuro a gris carmelito de consistencia media a blanda, con lentes ocasionalmente arenosos.
- 36/40 a 50 m: Arcillas arenosas de color gris verdoso de consistencia media a firme, en el caso de las arenas presentan una densidad alta.

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 los sondeos adicionales se indica la realización de dos ensayos de Down-Hole a una profundidad de 50 m ejecutado por la firma de AM Ingenieros en el sondeo 1 de la Manzana I y en el sondeo 10 de la Manzana IV.

Es necesario que el consultor aclare los siguientes aspectos:

- La localización del ensayo Down Hole ya que en el registro aparece como proyecto Torres de la Colina y a que sondeo y manzana corresponde.
- Anexar el registro del ensayo Down Hole utilizado para la modelación del segundo perfil.

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 10 y 21 m, en el sondeo 10 de la Manzana IV, y 39 m en el sondeo 1 de la Manzana I. Para cada profundidad



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

se ejecutaron pruebas de bender element y triaxiales cíclicos de esfuerzo controlado. Los resultados de las pruebas de laboratorio se presentan anexos al informe.

La verificación de este numeral está condicionada al cumplimiento de numeral 4.2.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE 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 un total de 14 acelerogramas de los sismos alternativos aprobados por la DPAE y un sismo de los utilizados en el estudio de Microzonificación Sísmica de Santa Fe de Bogotá, acogiéndose a lo establecido en el numeral 3 del artículo 7 del decreto 193 de 2006. Los anteriores acelerogramas se encuentran escalados a 0.25g para los sismos de fuente cercana, 0.2g para los sismos de fuente intermedia y a 0.038g para los sismos de fuente lejana.

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 estudio se realizan análisis unidimensionales mediante la utilización del 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 las Tablas 3.1 y 3.2, mientras que las características de los materiales se indican gráficamente en la Figura 3.8.

Dentro del modelo unidimensional planteado por el consultor, se efectúa un análisis para dos de los perfiles encontrados en el lugar de estudio, que corresponden al Sondeo 10 de la Manzana IV y el sondeo 1 de la Manzana I, con una profundidad de 68 y 60 m respectivamente. Sin embargo, es necesario que el consultor aclare los siguientes aspectos:

- El criterio que se utilizó para asignar las curvas dinámicas a los diferentes materiales, ya que las curvas obtenidas mediante las pruebas de laboratorio no coinciden con las asignadas al modelo.



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

El cumplimiento de este numeral está condicionado a las aclaraciones anteriores y el cumplimiento del numeral 4.2 y 4.3.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE con este requerimiento.

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

Debido a que el sitio del estudio se encuentra en la zona 3 (Lacustre A), y a que en la exploración del subsuelo no se identificaron superficialmente capas de arenas sueltas, limpias y 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.

Este numeral se revisa una vez se aclaren por parte del consultor las observaciones anteriores. Sin embargo es necesario que el consultor revise el espectro propuesto, dado que el espectro de respuesta obtenido mediante la modelación para el campo lejano es superior al espectro propuesto para los periodos comprendidos entre 2 y 2.5 segundos.

5. SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO

La segunda revisión realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, del "Asesoría Geotécnica y Sismológica para la Evaluación de la Amenaza Sísmica del Proyecto Miró, Lote La Sirena Manzanas I, III, IV y V" que se remite como estudio sísmico local y de los oficios aclaratorios ER12874 de Septiembre 25 de 2007 y ER14474 de Octubre 25 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.



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA 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.

De acuerdo con el oficio aclaratorio ER12874 de Septiembre 25 de 2007, el consultor anexa el registro y localización de los sondeos S-1 de la Manzana 1, S-1 de la Manzana 3 y el S-10 de la Manzana 4.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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.

De acuerdo con el oficio aclaratorio ER12874 de Septiembre 25 de 2007, el consultor aclara que en la perforación S-10 de la Manzana IV y en la perforación S-1 de la Manzana I se ejecutaron ensayos Down Hole de los cuales anexa el registro de los mismos.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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.



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

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 ER12874 de Septiembre 25 de 2007 el consultor, explica el criterio utilizado para la asignación de las curvas dinámicas a los diferentes materiales del modelo así:

- La curva 1 se obtuvo a partir de los resultados de los ensayos de laboratorio realizados a las muestras tomadas a 10 y 21 m de profundidad.
- La curva 2 se obtuvo a partir de los ensayos de laboratorio realizados a la muestra de 40 m de profundidad.
- La curva 3 corresponde a las arenas densas de la Formación Subachoque y se obtuvo a partir de los datos reportados por Kokoshu en 1980.

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.

Con base en los resultados de la modelación y acatando la observación dada en el numeral 4.8, el consultor recomienda utilizar como espectro de diseño el mostrado en el oficio aclaratorio ER14474 del 25 de Octubre de 2007, el cual es diferente al espectro inicialmente propuesto para los periodos comprendidos entre 1.4 y 2.8 segundos, tal como se presenta en la Figura 2 del presente concepto.

El espectro propuesto inicia con una S_a de 0.25 g, el cual asciende linealmente hasta 0.44 g en 0.25 segundos, donde cambia de pendiente y sube linealmente hasta 0.58 g en 0.3 segundos continuando con este valor hasta 0.4 segundos donde desciende hasta 0.5 g en 0.45 segundos, continuando con este valor hasta 2.2 segundos, donde desciende linealmente hasta 0.25 g en 2.8 segundos donde toma los valores de espectro mínimo de la Zona 3 dados en el decreto 193 de 2006.



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

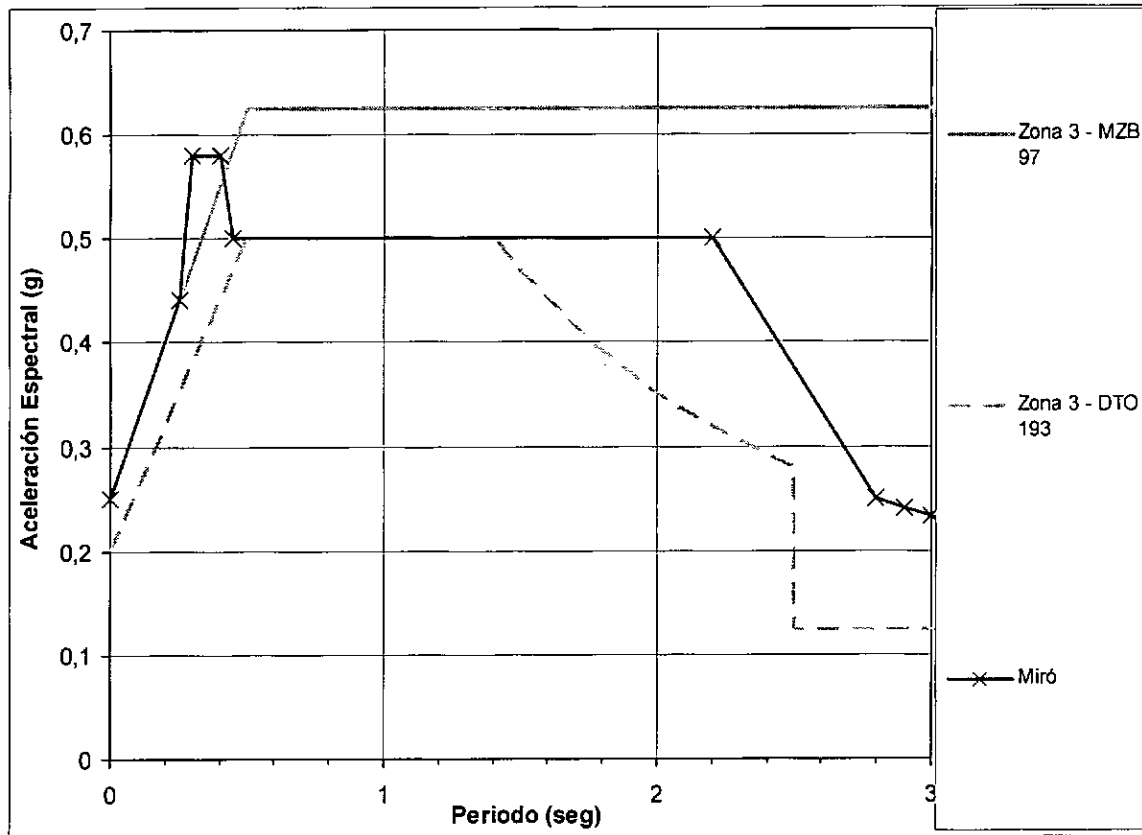


Figura 2. Espectro de diseño recomendado del proyecto Miró.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

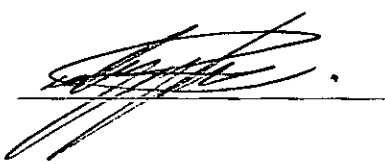
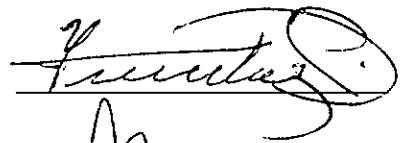
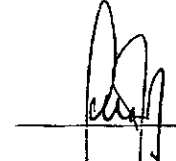
Secretaría
GOBIERNO


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 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	CARLOS JAVIER PEDRAZA A. Ingeniero Civil, MSc Geotecnia M.P. 15202098211BYC	
Revisó	FERNANDO JAVIER DÍAZ PARRA Coordinación Estudios Técnicos	
Aprobó	GUILLERMO ÁVILA ÁLVAREZ Subdirector Investigación y Desarrollo	

Vo.Bo.	DIANA MARCELA RUBIANO VARGAS Directora	
--------	--	--