1 INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1	CONCEPTO TÉCNICO No. CT:	5593
1.2	ÁREA:	TÉCNICA Y DE GESTIÓN
1.3	COORDINACIÓN:	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
1.4	REFERENCIA CRUZADA RADICADO FOPAE:	2009ER9540
1.5	RESPUESTA OFICIAL No. RO:	37431

2 INFORMACIÓN GENERAL

2.1	SOLICITANTE:	JOSÉ JOAQUÍN ÁLVAREZ CURADURÍA URBANA No.4
2.2	PROYECTO:	SEVILLANA DEL PARQUE 1 Y 2
2.3	LOCALIDAD:	8 KENNEDY
2.4	UPZ:	48 TIMIZA
2.5	BARRIO O SECTOR CATASTRAL:	RENANIA URAPANES
2.6	DIRECCIÓN:	CARRERA 72G No. 42B-87 SUR / CALLE 43A SUR No. 72G-50.
2.7	CHIP:	AAA0160JMLW / AAA0160JMLL
2.8	FECHA DE EMISIÓN:	31 DE JULIO DE 2009
2.9	EJECUTOR DEL ESTUDIO:	JEOPROBE Ltda.

3 INTRODUCCIÓN

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, 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

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

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 informe del informe "Asesoría Geotécnica y Sismológica para la Evaluación de la Amenaza Sísmica del Proyecto Torres de Renania" elaborado por el Ing. Jorge Alberto Rodríguez, a construirse en los predios ubicados en la Carrera 72G No. 42B-87 Sur y en la Calle 43A Sur No. 72G-50 de Bogotá. El cual fue radicado el 16 de Junio de 2009 mediante oficio 2009ER8018, por el Ing. José Joaquín Álvarez de la Curaduría Urbana No.4 en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 193 de 2006. Posteriormente, el Ing. Jorge Alberto Rodríguez radicó el oficio aclaratorio de las observaciones de la primera revisión 2009ER9540 el 17 Julio de 2009.

4 GENERALIDADES DEL PROYECTO "SEVILLANA DEL PARQUE 1 Y 2"

De acuerdo con el consultor, el proyecto contempla la construcción de dos edificios de 17 pisos.

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

100800 N 92300 E

El informe "Asesoría Geotécnica y Sismológica para la Evaluación de la Amenaza Sísmica del Proyecto Torres de Renania" fue elaborado por el Ing. Jorge Alberto Rodríguez, con base en los datos de exploración del subsuelo de la firma AUS Cia. Ltda., de un ensayo Down Hole realizado por la firma Ulloa y Díez y el apoyo del laboratorio de pruebas y ensayos de la Pontificia Universidad Javeriana.

5 PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO- RAD FOPAE: 2009ER8018

El concepto técnico 5572 de Julio 08 de 2009 emitido por la DPAE relacionado con la primera revisión del estudio de respuesta local del subsuelo, se transcribe a continuación.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

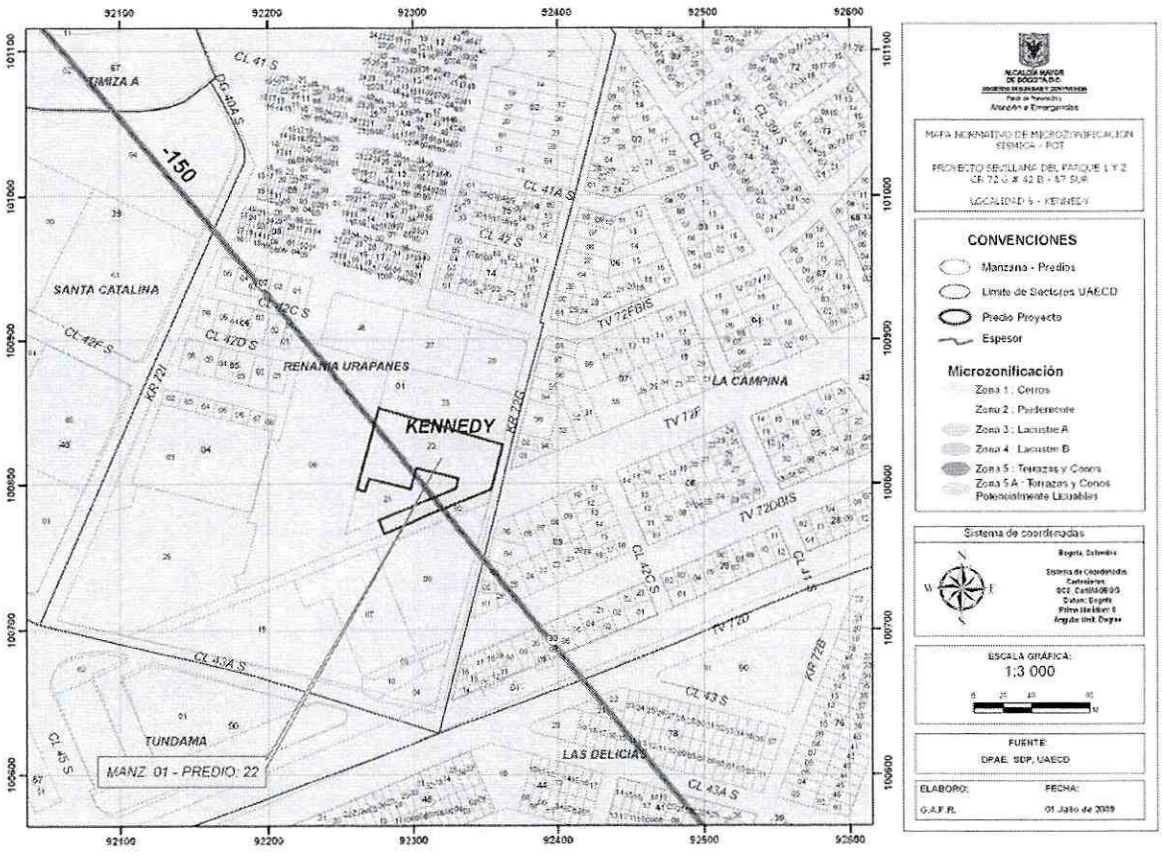

Figura 1. Localización del Proyecto Sevillana del Parque 1 y 2.

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

En los numerales 1.1 y 3.2 del informe, se indica que el sitio del proyecto se encuentra localizado en la Zona 5 – Terrazas y Conos, sin embargo no se señala a que sub-zona pertenece acorde con el Decreto 193 de 2006 y la localización presentada en la Figura 1 del presente concepto.

Se solicita al consultor ajustar la localización del proyecto conforme a la zonificación presentada en el Decreto 193 de 2006.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE con este requerimiento.

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

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

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 del informe, para conocer el perfil y propiedades del subsuelo en el lote del proyecto, la firma AUS Cia. Ltda. realizó tres (3) sondeos adicionales que alcanzaron profundidades entre 6 y 50 m; donde se obtuvieron muestras alteradas 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 penetración estándar y de veleta de campo. Los registros de los sondeos del estudio de suelos AUS-2607-7 junto con el plano de la localización se presentan anexos al informe, estos registros se presentan perforaciones que alcanzan profundidades entre 7 y 41 m.

Se solicita al consultor:

- Presentar el registro y la localización de la perforación que alcanzo los 50 m de profundidad.
- Presentar el perfil geotécnico desde 50 m hasta 150 m de profundidad, así como la información que sirvió para su definición.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE con este requerimiento.

5.3 Realizar ensayos de velocidad de onda de corte, Vs, por medio de métodos de campo como down hole, cross hole y otros equivalentes.

Según el numeral 3.2 en el sitio del proyecto se realizó un ensayo Down Hole por parte de la firma Ulloa y Díez, a una profundidad de 50 m, A continuación se resumen los valores determinados a partir de los resultados del ensayo ejecutado en el sitio del proyecto.

Profundidad (m)	Vs (m/s)	ν
0-2	399	0.35
2-16	240	0.34
16-30	330	0.35
30-40	366	0.36
40-50	255	0.39

Se solicita al consultor:

- Anexar el registro del ensayo Down Hole debidamente firmado por un profesional responsable.
- Anexar la localización y el perfil de sondeo en el que se ejecutó el ensayo Down Hole.
- Presentar el criterio empleado para asignar la velocidad de onda de corte, para los materiales situados entre los 50 y los 150 m de profundidad.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE 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.).

Según el numeral 3.2 del informe, se realizaron ensayos dinámicos a muestras obtenidas con tubo Shelby a profundidades de 9 y 19.5 m. Para estas profundidades se ejecutaron pruebas de Bender Elements y triaxiales cíclicos de esfuerzo controlado. Los resultados de las pruebas de laboratorio se presentan anexos al informe. Se observa concordancia entre los datos obtenidos en el laboratorio y los presentados en las figuras 3.7 y 3.8 del informe. Sin embargo no se presenta el registro, ni la localización de la perforación de la que obtuvieron las muestras inalteradas.

Se solicita al consultor:

- Anexar la localización y el perfil de sondeo del que se obtuvieron las muestras para los ensayos dinámicos.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE con este requerimiento.

5.5 Utilizar todos los acelerogramas del proyecto de microzonificación sísmica de Bogotá, en la obtención del espectro de respuesta en superficie.

Según el numeral 2.4 del informe, se utilizaron un total de 14 acelerogramas de los sismos alternativos aprobados por la DPAE y el acelerograma del sismo de México empleado en el estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá, acogiéndose a lo establecido en el numeral 3 del artículo 7 del decreto 193 de 2006.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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 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 3.9.

Dentro del modelo unidimensional planteado por el consultor, se efectúa un análisis de sensibilidad de la respuesta sísmica local mediante la variación del perfil de velocidades de onda con valores mínimos y

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

máximos típicos. Dentro de los análisis se consideran cinco (5) diferentes tipos de materiales y 36 estratos de suelo, desde superficie hasta 150 m de profundidad donde el consultor consideró que se localiza en contacto con el basamento rocoso.

Debido a que no se presenta el registro, ni la localización de la perforación de 50 m, no es posible verificar el perfil analizado.

Se solicita al consultor:

- Anexar la localización y el perfil del sondeo que sirvió de base para el perfil geotécnico analizado.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE con este requerimiento.

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

Según el numeral 3.5 del informe, se evaluó el potencial de licuación para las arenas sueltas presentes en el sitio, mediante la evaluación de la resistencia cíclica utilizando el método de Seed et al. 1985. A partir de estos análisis el consultor concluye "que es muy poco probable que se presenten fenómenos de licuación en el sitio".

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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.

Este numeral se revisará una vez sean aclaradas las observaciones de los puntos 5.1, 5.2, 5.3, 5.4 y 5.6.

El estudio NO CUMPLE con este requerimiento.

6 SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO - RAD FOPAE: 2009ER9540

La segunda revisión realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, del estudio "Asesoría Geotécnica y Sismológica para la Evaluación de la Amenaza Sísmica del Proyecto Torres de Renania" que se remite como estudio sísmico local y del oficio aclaratorio de las observaciones de la primera revisión que adjunta una segunda versión del informe, 2009ER9540 de Julio 17 de 2009, se efectúa siguiendo los requerimientos consignados en el Decreto 193 de 2006 para este tipo de estudios.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

El propósito de la revisión es corroborar 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.

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

En los numerales 1.1 y 3.2 de la segunda versión del informe, anexo al oficio aclaratorio 2009ER9540 de julio 17 de 2009, el consultor corrige la localización del proyecto e indica que el sitio se encuentra localizado en la Zona 5A – Terrazas y Conos Potencialmente Licuables según el Decreto 193 de 2006, lo cual es consistente con la localización presentada en la Figura 1 del presente concepto.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

6.2 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.

Con el oficio aclaratorio 2009ER9540 de julio 17 de 2009 el consultor anexa los registros de 7 perforaciones que alcanzaron profundidades entre 7 y 50 m. Adicionalmente, el consultor indica que desde los 50 m hasta los 70 m se localiza la Formación Sabana y desde los 70 m hasta 150 m se localiza la Formación Subachoque, este perfil fue complementado de acuerdo con los resultados del estudio de riesgo sísmico para la cuenca del Salitre (HMV, 2003).

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

6.3 Realizar ensayos de velocidad de onda de corte, Vs, por medio de métodos de campo como down hole, cross hole y otros equivalentes.

Con el oficio aclaratorio 2009ER9540 de julio 17 de 2009 el consultor anexa el informe del ensayo de Down Hole realizado por la firma Ulloa y Diez, el cual está debidamente firmado por el profesional responsable e indica que el ensayo fue realizado en el sondeo de 50 m cuyo registro y localización se presentan anexas al oficio.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

6.4 Realizar ensayos dinámicos para determinar módulos de corte, G, y relaciones de amortiguamiento, D, sobre muestras inalteradas que cubran todo el intervalo de

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

deformaciones (Velocidad de onda de corte en laboratorio, columna resonante, corte simple cíclico, triaxial cíclico, etc.).

Con el oficio aclaratorio 2009ER9540 de julio 17 de 2009 el consultor anexa el registro y la localización del perfil de 50 m del que se obtuvieron las muestras inalteradas sobre las que se ejecutaron los ensayos dinámicos.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

6.5 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.

6.6 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.

Con el oficio aclaratorio 2009ER9540 de julio 17 de 2009 el consultor anexa los registros y la localización de las perforaciones que sirvieron de base para definir el perfil de geotécnico utilizado para los análisis unidimensionales.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la primera revisión.

6.8 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, el consultor recomienda utilizar como espectro de diseño el mostrado en la Figura 3.22 del informe anexo al oficio aclaratorio 2009ER9540 de julio 17 de 2009, el cual se presenta en la Figura 2 del presente concepto.

El espectro propuesto inicia con una Sa de 0.3 g, luego asciende hasta 1.03 g en 0.37 segundos continuando con este valor hasta 0.42 segundos, donde desciende a 0.4 g a 0.8 segundos, para finalmente tomar los valores de espectro mínimo de Zona 5A – Terrazas y Conos Potencialmente Licuables dado en el Decreto 193 de 2006.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

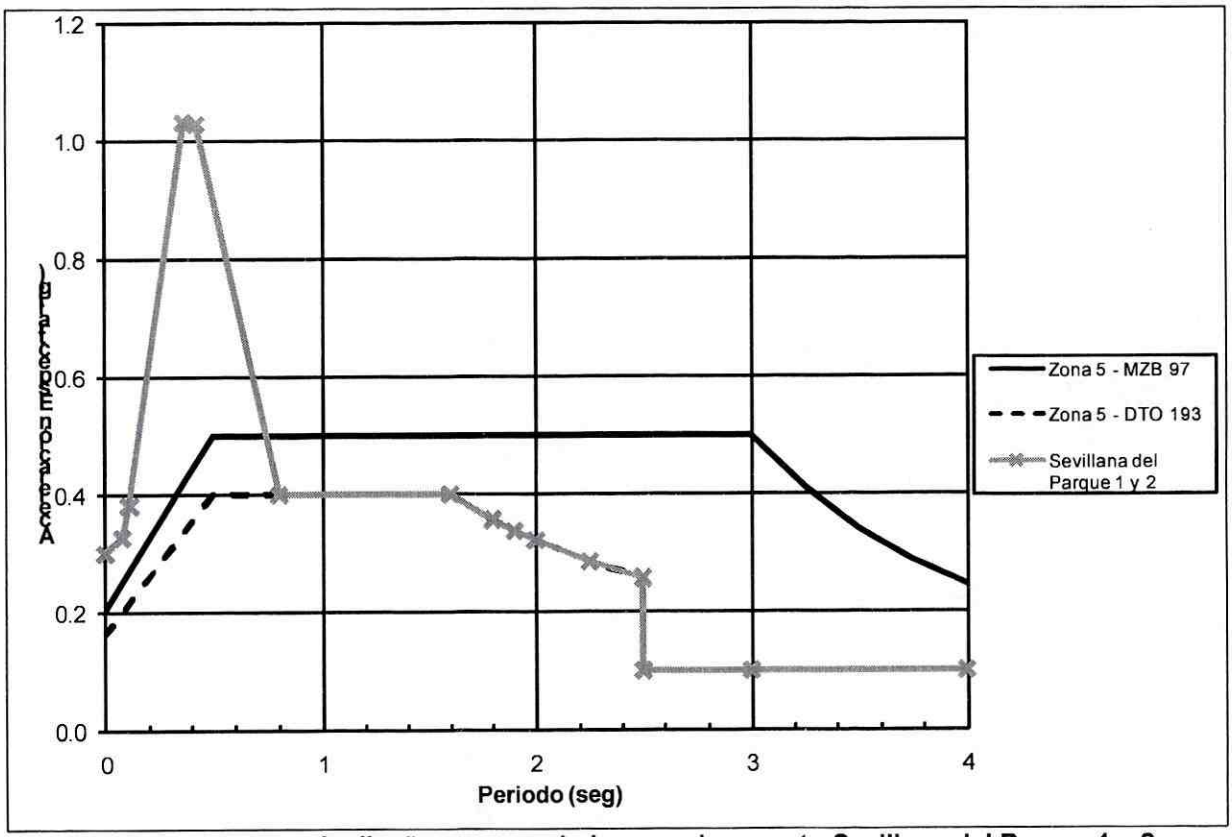

Figura 2. Espectro de diseño recomendado para el proyecto Sevillana del Parque 1 y 2.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

7 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 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 ALFONSO** Ingeniero Civil, MSc Geotecnia. M.P. 15202098211 BYC	Revisó: **FERNANDO JAVIER DÍAZ PARRA** Responsable de Grupo

Avaló:

GERMÁN BARRETO ARCINIEGAS
Responsable de la Coordinación de Investigación y Desarrollo

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co