1 INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1	CONCEPTO TÉCNICO No. CT:	5613
1.2	ÁREA:	TÉCNICA Y DE GESTIÓN
1.3	COORDINACIÓN:	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
1.4	REFERENCIA CRUZADA RADICADO FOPAE:	2009ER10654
1.5	RESPUESTA OFICIAL No. RO:	37959

2 INFORMACIÓN GENERAL

2.1	SOLICITANTE:	JOSÉ JOAQUÍN ÁLVAREZ CURADURÍA URBANA No.4
2.2	PROYECTO:	CENTRO INTERNACIONAL DE DESARROLLO MANANTIAL DE VIDA ETERNA
2.3	LOCALIDAD:	9 FONTIBÓN
2.4	UPZ:	112 GRANJAS DE TECHO
2.5	BARRIO O SECTOR CATASTRAL:	EL TINTAL A.S.D.
2.6	DIRECCIÓN:	CALLE 17 No. 81B-50.
2.7	CHIP:	AAA0148JZTD
2.8	FECHA DE EMISIÓN:	31 DE AGOSTO 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

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

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 informe "Informe de Asesoría Geotécnica y Sismológica para la Evaluación de la Amenaza Sísmica del Proyecto Manantial de Vida Eterna" elaborado por el Ing. Jorge Alberto Rodríguez, a construirse en el predio ubicado en la Calle 17 No. 81B-50 de Bogotá. El cual fue radicado el 11 de Agosto de 2009 mediante oficio 2009ER10654, por el Ing. José Joaquín Álvarez de la Curaduría Urbana No.4 en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 193 de 2006.

4 GENERALIDADES DEL PROYECTO "CENTRO INTERNACIONAL DE DESARROLLO MANANTIAL DE VIDA ETERNA"

De acuerdo con el consultor, el proyecto contempla la construcción de un templo con capacidad de 12000 personas y un edificio de 4 pisos de altura.

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

106900 N 93850 E

El informe "Informe de Asesoría Geotécnica y Sismológica para la Evaluación de la Amenaza Sísmica del Proyecto Manantial de Vida Eterna" 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 JEOPROBE Ltda. y el apoyo del laboratorio de pruebas y ensayos de la Pontificia Universidad Javeriana.

5 PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO- RAD FOPAE: 2009ER10654

La revisión del informe presentado para el proyecto Centro Internacional de Desarrollo Manantial de Vida Eterna en Bogotá D.C., se hace a la luz de los requerimientos consignados en el Decreto 193 de 2006 para este tipo de estudios.

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.

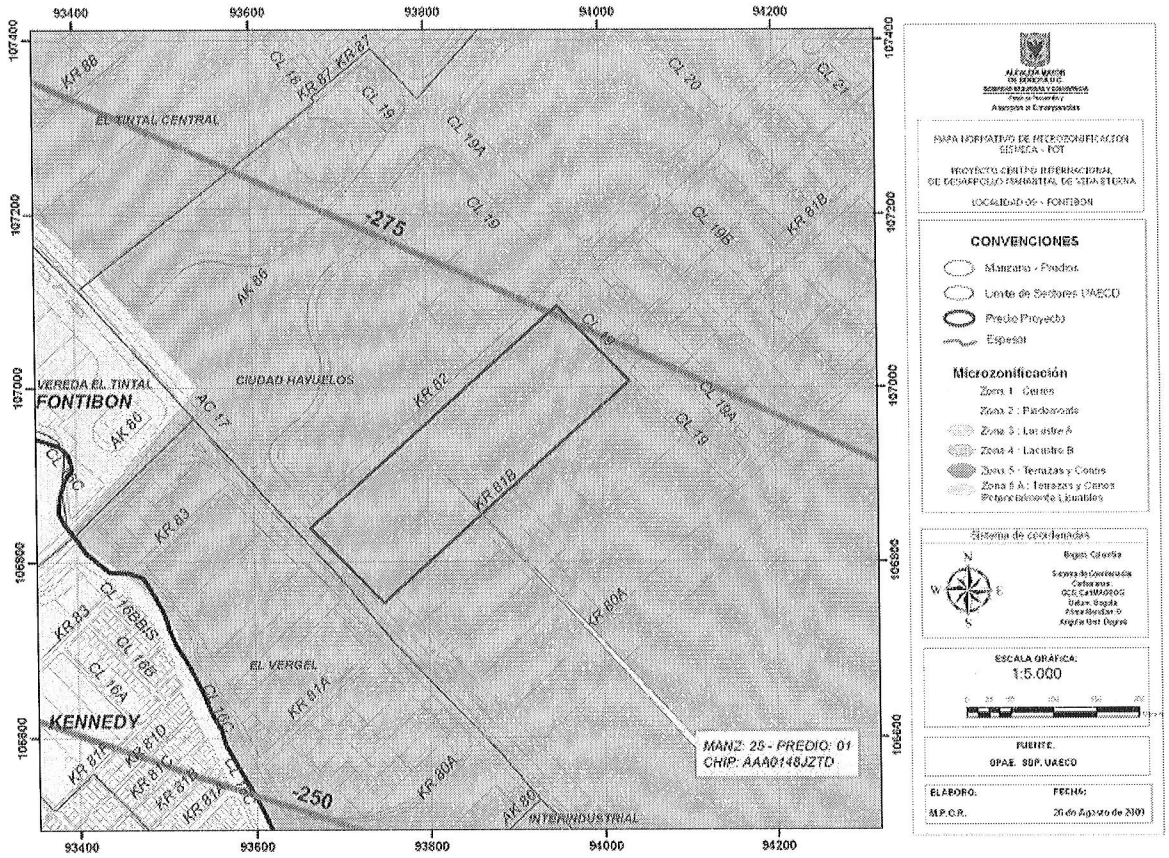

Figura 1. Localización del Proyecto Centro Internacional de Desarrollo Manantial de Vida Eterna.

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.

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 franja de transición de las Zonas 3 Lacustre A y 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.

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 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 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 veintinueve (29) sondeos adicionales que alcanzaron profundidades entre 8 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 junto con el plano de la localización se presentan anexos al informe.

Según el numeral 3.2 del informe, 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:

- De 0 a 3/6 m: Rellenos en tierras varias, arcillas escombros y piedras.
- De 3/6 a 38/39 m: Arcillas y limos arcillosos cafés de consistencia media a dura.
- De 38/39 a 39/41 m: Arena con presencia de finos densa a muy densa.
- De 39/41 m hasta la profundidad de explotación (50 m): Arcillas y limos de consistencia media.

Desde 50 m hasta 100 m se presenta la Formación Sabana. Después de los 100 m y hasta los 250 m de profundidad, donde el consultor indica que se encuentra el contacto del depósito de suelo con la roca (basado en el mapa de espesores de sedimentos del estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá), el perfil geotécnico se complementó teniendo en cuenta la presencia de la formación Subachoque, de acuerdo con los resultados del estudio de riesgo sísmico para la cuenca del Salitre (HMV, 2003).

El estudio CUMPLE 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 los numerales 1.3.2 y 3.2 del informe, en el sondeo P-29 se realizó un ensayo de Down-Hole a una profundidad de 50 m ejecutado por la firma de JEOPROBE Ltda. En la figura 3.6 se indican los resultados de los ensayos Down Hole ejecutados en el lugar del estudio y en la Urbanización La Esperanza, comparados con la correlación a partir del SPT. A continuación se resumen los valores determinados a partir de los resultados de la prueba.

Profundidad (m)	Vs (m/s)	ν
0-1	176	0.3
1-2	188	0.29
2-3	199	0.28
3-4	209	0.28
4-5	217	0.28
5-6	224	0.28
6-9	228	0.28
9-10	224	0.31
10-11	219	0.32
11-12	211	0.33
12-13	203	0.34
13-14	195	0.35
14-15	188	0.35
15-16	182	0.36
16-17	177	0.36
17-19	174	0.36
19-20	177	0.35
20-21	181	0.34
21-22	188	0.33
22-23	195	0.32
23-24	203	0.31
24-25	212	0.3
25-26	221	0.3
26-27	228	0.29
27-28	235	0.28
28-29	240	0.28
29-30	244	0.28
30-33	246	0.28
33-34	244	0.28
34-35	241	0.28
35-36	238	0.29
36-37	235	0.29
37-38	231	0.29
38-39	228	0.29
39-40	224	0.3
40-41	221	0.3
41-42	218	0.3
42-43	216	0.3
43-44	214	0.3
44-45	213	0.3
45-46	210	0.3
46-47	211	0.32
47-48	212	0.31
48-49	213	0.3
49-50	218	0.28

El perfil de Vs desde 50 m a 100 m se adopta aumentando la velocidad en proporción a un exponente de entre 0.14 y 0.2 de la profundidad, a partir de los 100 m hasta 250 m de profundidad se adopta

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

aumentando la velocidad en proporción a un exponente de 0.6 de la profundidad, para tener en cuenta el efecto del confinamiento.

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.).

Según el numeral 3.2 del informe, se realizaron ensayos dinámicos a muestras obtenidas con tubo Shelby a profundidades de 16, 37.5 y 45 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 de los ensayos triaxiales cíclicos y los presentados en las figuras 3.8 y 3.9 del informe, sin embargo se observa que los resultados de los ensayos de Bender Elements no se emplearon directamente dado que sus resultados fueron atípicos para este material.

El estudio CUMPLE 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 del

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

informe, mientras que las características de los materiales se indican gráficamente en la Figura 3.10 del informe.

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, a partir de los 50 m de profundidad, con valores mínimos y máximos típicos. Dentro de los análisis se consideran cinco (5) diferentes tipos de materiales y 35 estratos de suelo, desde superficie hasta 250 m de profundidad donde el consultor consideró que se localiza en contacto con el basamento rocoso.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE con este requerimiento.

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

Debido a que el sitio del estudio se encuentra en la franja de transición de las Zonas 3 Lacustre A y 5 – Terrazas y Conos Potencialmente Licuables 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.

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 el consultor recomienda utilizar como espectro de diseño el mostrado en la Figura 3.23 del informe, el cual se presenta en la Figura 2 del presente concepto.

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

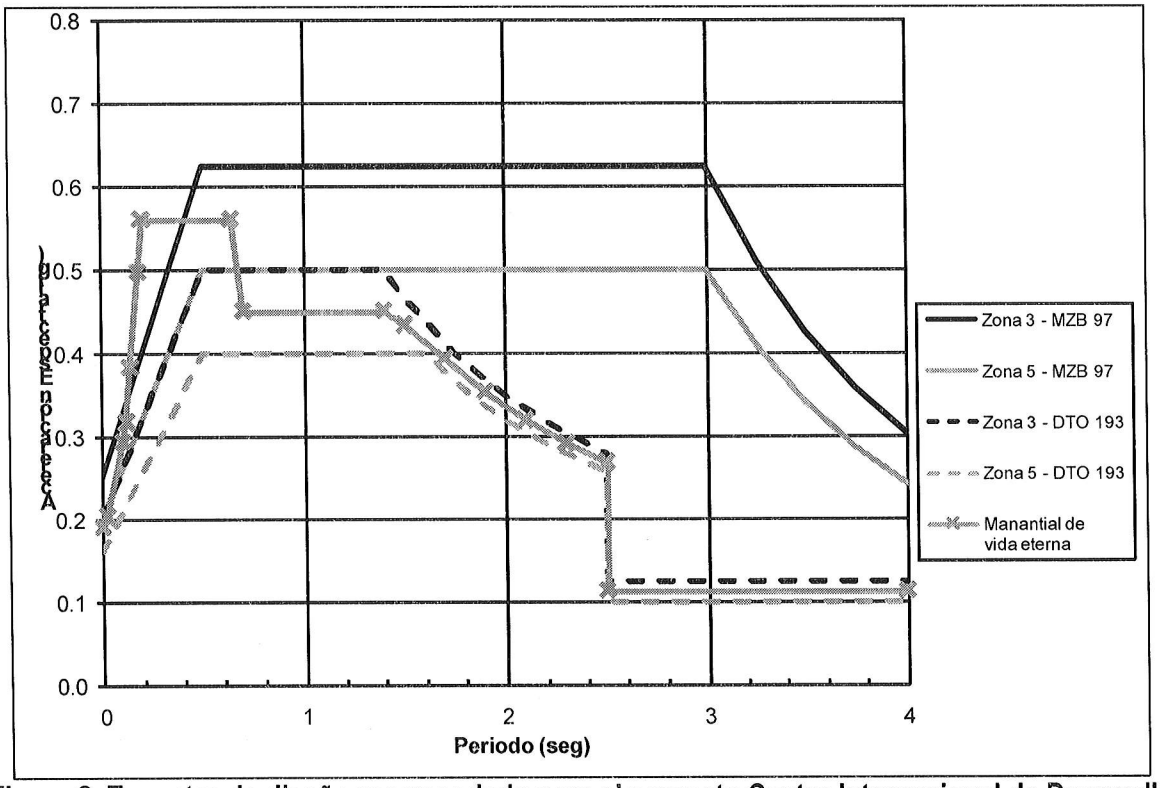

Figura 2. Espectro de diseño recomendado para el proyecto Centro Internacional de Desarrollo Manantial de Vida Eterna.

El espectro propuesto inicia con una Sa de 0.19 g, el cual asciende hasta 0.32 g en 0.12 segundos, donde cambia de pendiente y continua ascendiendo hasta 0.56 g en 0.2 segundos continuando con este valor hasta 0.64 segundos donde desciende hasta 0.45 g en 0.7 segundos, continuando con este valor hasta 1.4 segundos donde toma el valor promedio de los espectros mínimos de las Zonas 3 Lacustre A y 5A Terrazas y Conos Potencialmente Licuables dados en el Decreto 193 de 2006.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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

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 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