1 INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1	CONCEPTO TÉCNICO No. CT:	5305
1.2	ÁREA:	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
1.3	COORDINACIÓN:	CONCEPTOS TÉCNICOS
1.4	REFERENCIA CRUZADA RADICADO FOPAE:	2008ER1393, 2008ER5508 y 2008ER8364
1.5	RESPUESTA OFICIAL No. RO:	31034

2 INFORMACIÓN GENERAL

2.1	SOLICITANTE:	RAFAEL HERNÁN DAZA – IDU
2.2	PROYECTO:	INTERSECCIÓN AV. BOYACÁ CON AV. VILLAVICENCIO
2.3	LOCALIDAD:	6 TUNJUELITO
2.4	UPZ:	62 TUNJUELITO
2.5	BARRIO O SECTOR CATASTRAL:	SAN BENITO
2.6	DIRECCIÓN:	AV BOYACÁ CON AV VILLAVICENCIO
2.7	CHIP:	NO APLICA
2.8	FECHA DE EMISIÓN:	30 DE JULIO DE 2008.
2.9	EJECUTOR DEL ESTUDIO:	CONSORCIO SEINSE 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 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 **tercera revisión** realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, del informe "Espectro de sitio proyecto 130" elaborado por el Consorcio SEINSE como parte del contrato de consultoría para las obras de vías, intersecciones, puentes peatonales y espacio público que conforman el Grupo J, Zona D de proyectos de valorización en Bogotá D.C., a construirse en la intersección de la Avenida Boyacá con Avenida Ciudad de Villavicencio. El cual fue radicado el 8 de Febrero de 2008 mediante oficio 2008ER1393, por la Dra. Natalia Laurens Acevedo del IDU, remitido como estudio sísmico local en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 193 de 2006, la versión 2 del mismo informe radicado mediante el oficio 2008ER5508 de Mayo 15 de 2008 y el oficio aclaratorio 2008ER8364 radicado el 11 de Julio por la Dr. Rafael Hernán Daza del IDU.

4 GENERALIDADES DEL PROYECTO "INTERSECCIÓN AV. BOYACÁ CON AV. VILLAVICENCIO"

El proyecto contempla las obras de vías, intersecciones, puentes peatonales y espacio público que conforman el Grupo J, Zona D de proyectos de valorización en Bogotá D.C., a construirse en la intercepción de la Avenida Boyacá con Avenida Ciudad de Villavicencio.

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

96800 N 93300 E

El estudio "Espectro de sitio proyecto 130" fue elaborado por el Ing. Juan Carlos Afanador de la firma Geotecnia y Cimentaciones para el Consorcio SEINSE, con base en la exploración del subsuelo de la firma Geotecnia y Cimentaciones, los resultados dinámicos de laboratorio de pruebas y ensayos de la Universidad de los Andes y los resultados de las pruebas geofísicas realizadas por la firma Ulloa y Díez Ltda.

5 PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO CONCEPTO TÉCNICO NO. CT-5170 (FECHA: 26/02/2008)

El concepto técnico 5170 de Febrero 26 de 2008 emitido por la DPAE relacionado con el 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

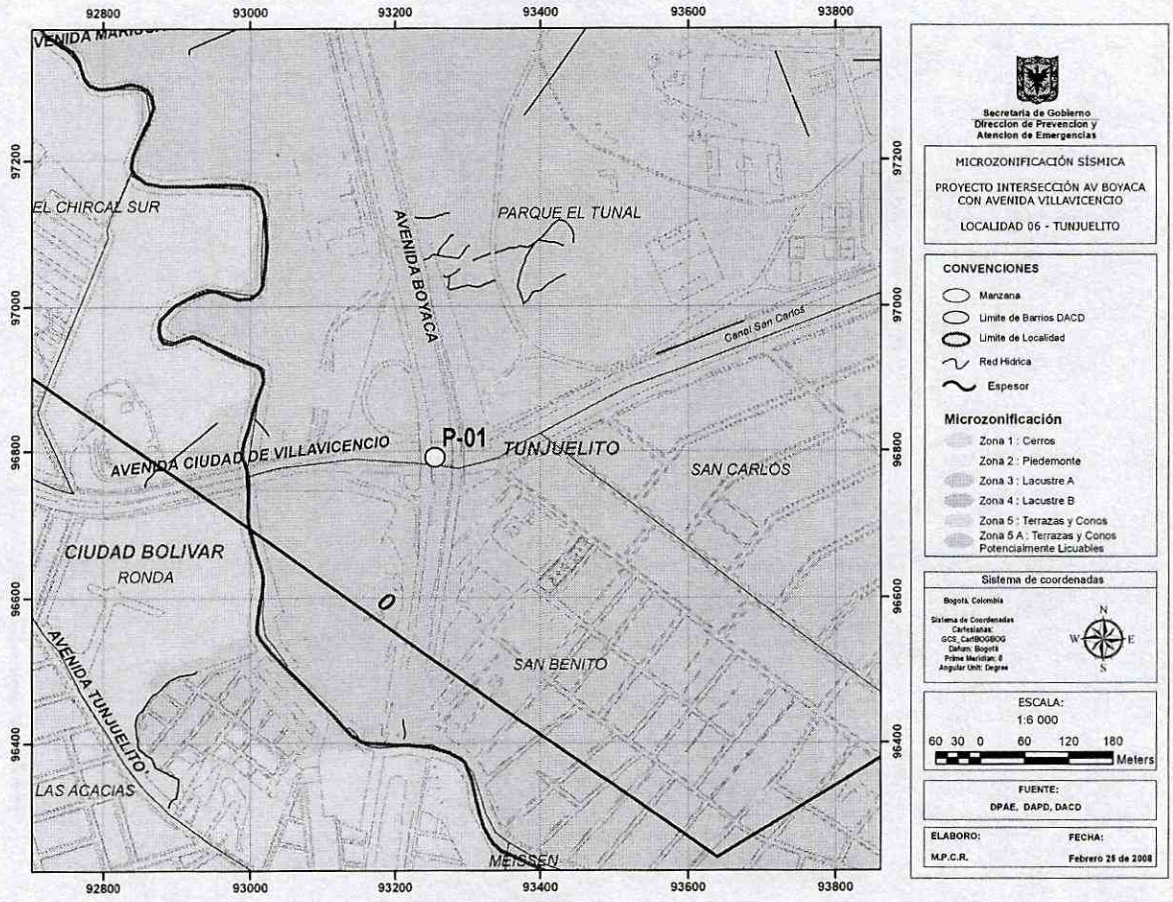


Figura 1. Localización del Proyecto Intersección Av. Boyacá con Av. Villavicencio.

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

En el numeral 8 del informe se define la localización del proyecto de acuerdo con el mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá, ubicándolo en la Zona 5A – Terrazas y Conos Potencialmente Licuables. Esta ubicación esta acorde con el Decreto 193 de 2006 (Figura 1 del presente concepto técnico).

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,

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 geotécnicos, ensayos de campo y laboratorio y los estudios de zonificación incluidos en el proyecto de Microzonificación Sísmica de Bogotá.

Para conocer el perfil y propiedades del subsuelo en el sitio del proyecto en el informe se menciona que se realizó una (1) perforación hasta una profundidad de 29 m. Se obtuvieron muestras remoldeadas para su clasificación visual, evaluación del contenido de humedad natural y de los límites de consistencia y muestras inalteradas sobre las cuales se realizaron ensayos de laboratorio para determinar las propiedades de resistencia y deformabilidad de los materiales. Se presentan los registros de las perforaciones realizadas junto con un plano de localización y las tablas resumen de resultados de laboratorio.

De acuerdo con el consultor, debido a las características del material encontrado, correspondiente a un depósito aluvial, no fue posible alcanzar la profundidad programada de 50 m, ya que en el desarrollo de la perforación se presentaron inconvenientes para cumplir el objetivo. Motivo por el cual se acudió a información secundaria del proyecto de Microzonificación Sísmica de Bogotá que realizó una perforación en el Parque Tunal a 45 m de profundidad. Adicionalmente se elaboraron pruebas geofísicas de Down Hole, Refracción Sísmica y MASW, con lo que se logró caracterizar el depósito hasta los 50 m de profundidad aproximadamente.

Según el numeral 4.7 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 m: Rellenos de materiales de construcción en matriz arcillosa, humedad baja, plasticidad media y consistencia firme.
- De 3 a 13 m: Arcilla rojiza con presencia de algunos fragmentos de tamaño arena media, humedad media, plasticidad alta y consistencia muy blanda a medio firme.
- De 13 a 21 m: Material granular compuesto por tamaños tipo cantos, grava y arena de compacidad densa.
- De 21 a 50 m: Material granular compuesto por tamaños tipo grava de compacidad muy densa.

Basado en el mapa de espesores de sedimentos del estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá, después de los 50 m de profundidad el consultor indica que se encuentra el contacto del depósito de suelo con la roca.
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 el numeral 4.6 del informe, se realizó un ensayo de Down-Hole a una profundidad de 27 m en el sondeo P-1, una línea de Refracción Sísmica y una prueba de MASW (Múltiple Adquisición de Ondas

de Corte) con lo que se logró caracterizar el depósito hasta los 50 m de profundidad. Las pruebas geofísicas fueron ejecutados por la firma de Ulloa & Diez Ltda.

A continuación se resumen los valores de la velocidad de onda de corte y compresión determinados a partir de los resultados de las pruebas:

Profundidad	Vs (m/s)	Vp (m/s)
0 – 3 m	125 – 140	220 – 272
3 – 13 m	217 – 218	518 – 526
13 – 21 m	345 – 348	855 – 870
21 – 50 m	592 – 667	1389 – 1408

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 4.5 del informe, en los materiales cohesivos se realizaron ensayos dinámicos a las muestras inalteradas a 3 y 11 m de profundidad del sondeo P-1, para estas profundidades se ejecutaron pruebas de Bender Element, Columna Resonante y Triaxial Cíclico de deformación controlada; para los materiales granulares, donde la recuperación de muestras inalteradas no fue posible, se emplearon referencias bibliográficas reconocidas, ajustando los parámetros a los esfuerzos de confinamiento y velocidad de onda de corte in situ.

Los resultados de las pruebas de laboratorio se presentan anexos al informe y se observa concordancia entre los datos obtenidos en el laboratorio y la bibliografía empleada con los presentados en las gráficas 1 a 4 del informe.

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 6 del informe, en los análisis de respuesta de sitio se utilizaron los acelerogramas de los sismos alternativos aprobados por la DPAE, acogiéndose a lo establecido en el numeral 3 del artículo 7.

De este modo el consultor empleó las siguientes señales: fuente local, Umbria, Coyote Lake y Mammont, fuente intermedia, Kobe, Yerbabuena y Deer Canyon y fuente lejana, México CUIP, México CU01 y México CUMV.

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.

De acuerdo con el numeral 7.1 del informe, en el estudio se realizaron 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.

Dentro de los análisis se consideran cuatro (4) tipos de materiales y 16 estratos de suelo, desde superficie hasta 50 m de profundidad donde el consultor consideró que se localiza el contacto con el basamento rocoso. Los datos del perfil de análisis se presentan anexos en las Memorias de Cálculo, mientras que las características de los materiales y los criterios empleados para la asignación de curvas dinámicas se presentan en el numeral 5.

Sin embargo, se recomienda al consultor revisar la interpretación de los ensayos dinámicos con los que se obtuvo la curva de degradación y amortiguamiento del material 2 (arcilla rojiza), dado que en los análisis no se tuvo en cuenta que los ensayos dinámicos de Bender Element, Columna resonante y Triaxial Cíclico se realizan a diferentes frecuencias, trayectorias de carga y esfuerzos de confinamiento, por lo cual definir la curva de degradación y amortiguamiento uniendo estas tres pruebas, sin tener en cuenta los aspectos mencionados, no es adecuado para materiales cohesivos de comportamiento viscoso. Posible razón por la cual las curvas obtenidas difieren considerablemente de las referencias bibliográficas.

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 Zonas 5 – Terrazas y Conos Potencialmente Licuables y a que en la exploración del subsuelo se identificaron capas de arenas, es necesario que el consultor evalué el potencial de licuación del depósito de acuerdo con el numeral 8 del artículo 4 de Decreto 193 de 2006.

El estudio NO 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

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, en el numeral 9 del informe, utilizar como espectro de diseño el de la Zona 5 para periodos entre 0 y 1 segundo y para periodos superiores a 1 segundo se sugiere la utilización del espectro Mínimo de la Zona 5.

Sin embargo, es necesario que el consultor:

- Revise la recomendación dada en el numeral 4.6 del presente concepto y si es el caso ajuste la curva de degradación y amortiguamiento del material 2 en el perfil de análisis.
- Defina el espectro de diseño con base en el promedio más desviación estándar de las respuestas de cada campo (Local, Intermedio y Lejano) independientemente, es decir, que no se debe presentar el promedio mas desviación estándar de todas las señales para definir el espectro de diseño, tal como se ilustra en la gráfica 10.
- Aclarar porqué se recomienda un Coeficiente de Importancia, I, igual a 1.3, puesto que la NSR-98 no es aplicable para el diseño de infraestructura, estando esta recomendación en contradicción con lo definido en el Código de Puentes.
- Una vez se atiendan las recomendaciones anteriores y si aún se presentan aceleraciones espectrales entre 0.2 y 0.5 segundos para la fuente local e intermedia superiores a las dadas para la Zona 5, es necesario que se ajuste el espectro propuesto para estos periodos.
- Avale el estudio, dado que en el informe suministrado no se encuentra debidamente firmado por el consultor responsable del mismo.

A pesar que el espectro propuesto pueda que cumpla con la normatividad vigente, se aclara que si los resultados de las modelaciones detalladas de la respuesta de sitio muestran que las demandas son superiores a las definidas para la zona en el estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá, se deben tener en cuenta en la definición del espectro de diseño, aunque el alcance del concepto técnico es la verificación de los aspectos contemplados en el Decreto 193 de 2006, la responsabilidad de los resultados y recomendaciones recae únicamente en el consultor, como lo refrenda con su firma en el informe del estudio.

Con base en las propiedades del sitio de estudio descritas en el informe, depósitos duros compuestos por materiales granulares gruesos y con un espesor aproximado de 50 m, se recomienda reclasificar el sitio de estudio como Zona 2 – Piedemonte, puesto que sus características, especialmente el espesor del depósito, se asemejan más a la Zona 2 que a la Zona 5, lo que se puede ratifica con los resultados de las modelaciones.

El estudio NO CUMPLE con este requerimiento.

6 SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO CONCEPTO TÉCNICO NO. CT-5262 (FECHA: 17/06/2008)

El concepto técnico 5262 de Junio 17 de 2008 emitido por la DPAE relacionado con el estudio de respuesta local del subsuelo, se transcribe a continuación:

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

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la primera revisión.

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.

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la primera revisión.

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.

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la primera revisión.

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 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.

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.

En la versión 2 del informe "Espectro de sitio proyecto 130" el consultor aclara, que para la elaboración de las curvas dinámicas para el material 2, se utilizaron los datos obtenidos mediante las pruebas de laboratorio realizadas a las muestras 4 y 8 del sondeo 1. Utilizando los resultados del ensayo triaxial

para la zona de altas deformaciones, del ensayo de columna resonante para deformaciones intermedias y de los bender elements para pequeñas deformaciones. Adicionalmente, se emplearon metodologías como la Ishibashi y Zhang 1993 para obtener curvas dinámicas a partir del índice de plasticidad.

Debido a la existencia de diferencias entre las curvas obtenidas en el laboratorio y las determinadas mediante la metodología de Ishibashi y Zhang 1993, se realizaron análisis con cada una de ellas a fin de determinar su incidencia en la respuesta de sitio.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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

En el capitulo 5 de la versión 2 del informe "Espectro de sitio proyecto 130" el consultor presenta la evaluación del potencial de licuación utilizando las siguientes metodologías: NSR-98, Kishiba (1970), Ohsaki (1966) y Holzer (1988), obteniendo que el sitio presenta un potencial de licuación Bajo a Nulo.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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.

En la versión 2 del informe "Espectro de sitio proyecto 130" el consultor:

- Indica que se realizó un análisis de sensibilidad utilizando dos tipos de curvas para el material 2, obteniendo como resultado que no existe una diferencia considerable en la respuesta de sitio.
- Presenta los espectros de respuesta para cada fuente (Local, Intermedio y Lejano) junto con el promedio más desviación estándar de las respuestas independientemente.
- Aclara que el proyecto pertenece al Grupo I – Puentes Esenciales de acuerdo con el numeral A.3.5.1.3 del Código Colombiano de Puentes.
- Indica que de acuerdo con el perfil estratigráfico y los resultados de las modelaciones, el sitio es reclasificado a Zona 2, recomendando utilizar el espectro de Zona 2 para construcciones con periodos de vibración comprendidos entre 0 y 0.5 segundos y para periodos de vibración mayores recomienda utilizar el espectro de Zona 5 definido en la Microzonificación Sísmica de Bogotá, como se presenta en la Figura 2 del presente concepto.
- Avala mediante la firma del Ingeniero Juan Carlos Afanador los espectros recomendados en el estudio.

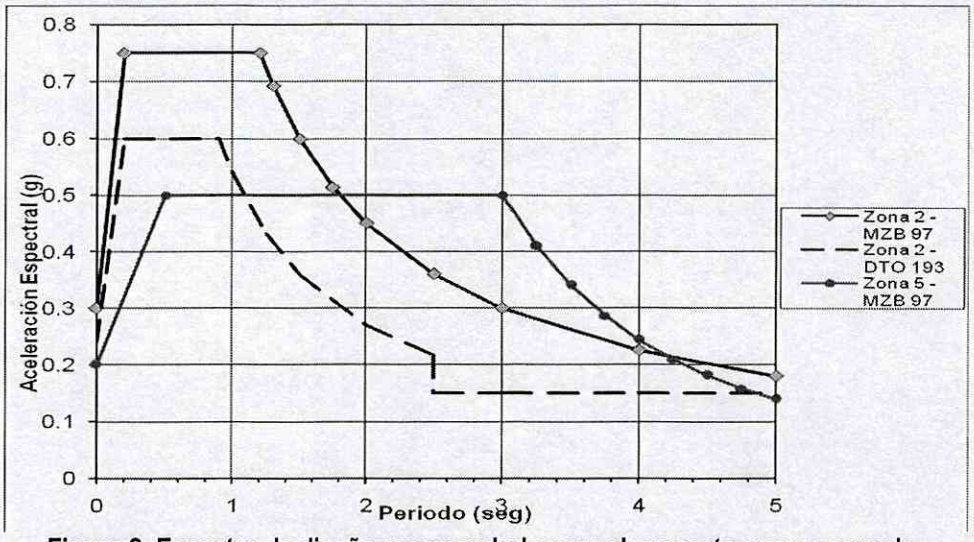


Figura 2. Espectro de diseño recomendado para el proyecto que no cumple.

De acuerdo con el numeral 10 del informe, el consultor reclasifica el sitio del proyecto a Zona 2 - Piedemonte, con base en el perfil estratigráfico y el resultado de las modelaciones, por lo cual el espectro propuesto en ningún caso puede ser inferior al espectro mínimo establecido para la Zona 2 de acuerdo con el articulo 5 del Decreto 193 de 2006. Sin embargo, se observa que el espectro recomendado para edificaciones con periodos de vibración mayores a 0.5 segundos, es inferior al mínimo de la Zona 2 para los periodos comprendidos entre 0.5 y 1.2 segundos.

Se aclara que el espectro de diseño solicitado corresponde a la respuesta de sitio a nivel de superficie, para un cinco por ciento (5%) del amortiguamiento crítico y que es independiente del periodo fundamental de estructura a construir, por lo cual no es adecuado presentar dos espectros de respuesta para un mismo sitio.

El estudio NO CUMPLE con este requerimiento.

7 TERCERA REVISIÓN DEL ESTUDIO - RAD FOPAE: 2008ER8364

La tercera revisión realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, del informe "Espectro de sitio proyecto 130" que se remite como estudio sísmico local, de la versión 2 del mismo informe radicado mediante el oficio 2008ER5450 de Mayo 15 de 2008 y del oficio aclaratorio 2008ER8364 del 11 de Julio, se efectúa siguiendo los requerimientos consignados en el Decreto 193 de 2006 para este tipo de estudios.

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

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la primera revisión.

7.2 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.

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la primera revisión.

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

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la primera revisión.

7.4 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.

7.5 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.

7.6 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 CUMPLE con este requerimiento desde la segunda revisión.

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

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la segunda revisión.

7.8 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.

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

En el oficio aclaratorio 2008ER8364 de Julio 11 de 2008 el consultor indica: que con base en los resultados de la modelación recomienda utilizar como espectro de diseño el mostrado en la gráfica 8, el cual se presenta en la Figura 3 del presente concepto.

El espectro propuesto sigue los valores del espectro de la zona 2 hasta 0.72 segundos, donde desciende hasta alcanzar una Sa de 0.6 g en 0.9 segundos, a partir de este punto toma los valores de espectro mínimo de la Zona 2 dados en el Decreto 193 de 2006.

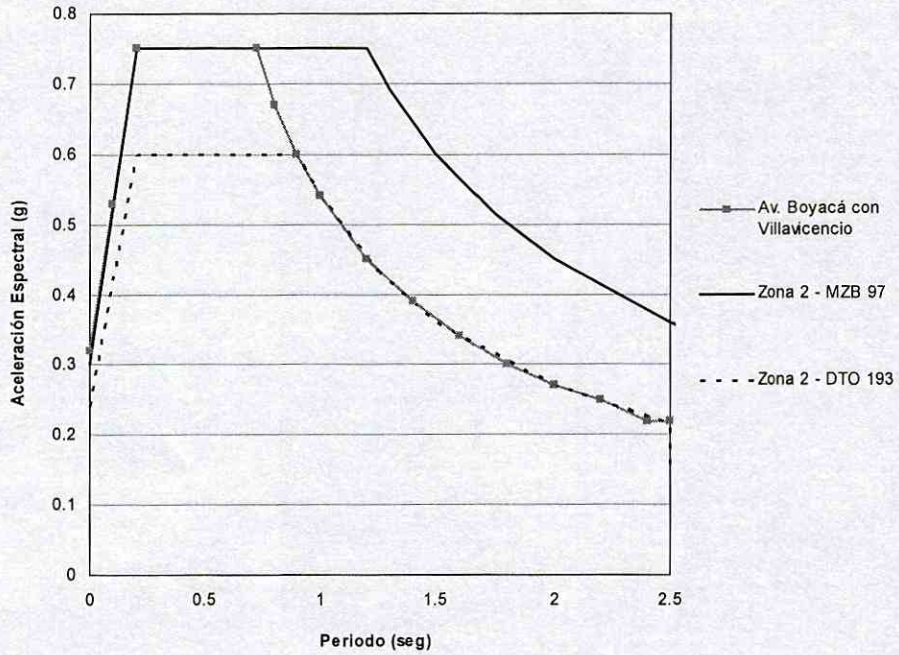


Figura 3. Espectro de diseño recomendado para el proyecto Int. Av. Boyacá con Av. Villavicencio.

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

8 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: **Nombre: CARLOS JAVIER PEDRAZA ALFONSO.** Profesión: Ingeniero Civil, MSc Geotecnia. Matrícula Profesional: M.P. 15202098211BYC.	**Revisó:** **Nombre: FERNANDO JAVIER DIAZ PARRA** Coordinación de Conceptos Técnicos
Aprobó: **Nombre: GERMÁN BARRETO ARCINIEGAS** Subdirección de Investigación y Desarrollo	**Vo.Bo:** **Nombre: GUILLERMO ESCOBAR CASTRO** Dirección

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