1 INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1	CONCEPTO TÉCNICO No. CT:	5637
1.2	ÁREA:	TÉCNICA Y DE GESTIÓN
1.3	COORDINACIÓN:	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
1.4	REFERENCIA CRUZADA RADICADO FOPAE:	2009ER10149, 2009ER12361
1.5	RESPUESTA OFICIAL No. RO:	38514

2 INFORMACIÓN GENERAL

2.1	SOLICITANTE:	ADRIANA LÓPEZ MONCAYO CURADURÍA URBANA No.3
2.2	PROYECTO:	CENTRO EMPRESARIAL SANTA BÁRBARA
2.3	LOCALIDAD:	1 USAQUÉN
2.4	UPZ:	14 USAQUÉN
2.5	BARRIO O SECTOR CATASTRAL:	SANTA ANA OCCIDENTAL
2.6	DIRECCIÓN:	CARRERA 9 No. 115-06 / 30.
2.7	CHIP:	AAA0103FYPA
2.8	FECHA DE EMISIÓN:	7 DE OCTUBRE DE 2009
2.9	EJECUTOR DEL ESTUDIO:	GEOTECNIA Y CIMENTACIONES 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 "Estudio Geotécnico para Determinación de Espectro de Respuesta Local Edificio Torre AAA" elaborado por el Ing. Juan Carlos Afanador, a construirse en los predios ubicados en la Carrera 9 No. 115-06 / 30 de Bogotá. El cual fue radicado el 30 de Julio de 2009 mediante oficio 2009ER10149 por la Arq. Adriana López Moncayo de la Curaduría Urbana No.3 en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 193 de 2006. Posteriormente, el Ing. Juan Carlos Afanador radicó el oficio aclaratorio de las observaciones de la primera revisión 2009ER12361 el 14 Septiembre de 2009.

4 GENERALIDADES DEL PROYECTO "CENTRO EMPRESARIAL SANTA BÁRBARA"

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

110700 N 104750 E

El informe "Estudio Geotécnico para Determinación de Espectro de Respuesta Local Edificio Torre AAA" fue elaborado por el Ing. Juan Carlos Afanador, con base en los datos de exploración del subsuelo de la firma Geotecnia y Cimentaciones Ltda., de un ensayo Down Hole realizado por la firma Jeoprobe Ltda. y el apoyo del laboratorio de pruebas y ensayos de la Universidad de los Andes.

5 PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO- RAD FOPAE: 2009ER10149

El concepto técnico 5600 de Agosto 20 de 2009 emitido por la DPAE relacionado con la primera revisión del estudio de respuesta local del subsuelo, se transcribe a continuación.

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

En el numeral 8 del informe, se indica que el sitio del proyecto se encuentra localizado en la franja de transición de las Zonas 2 – Piedemonte y 3-Lacustre A 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.

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

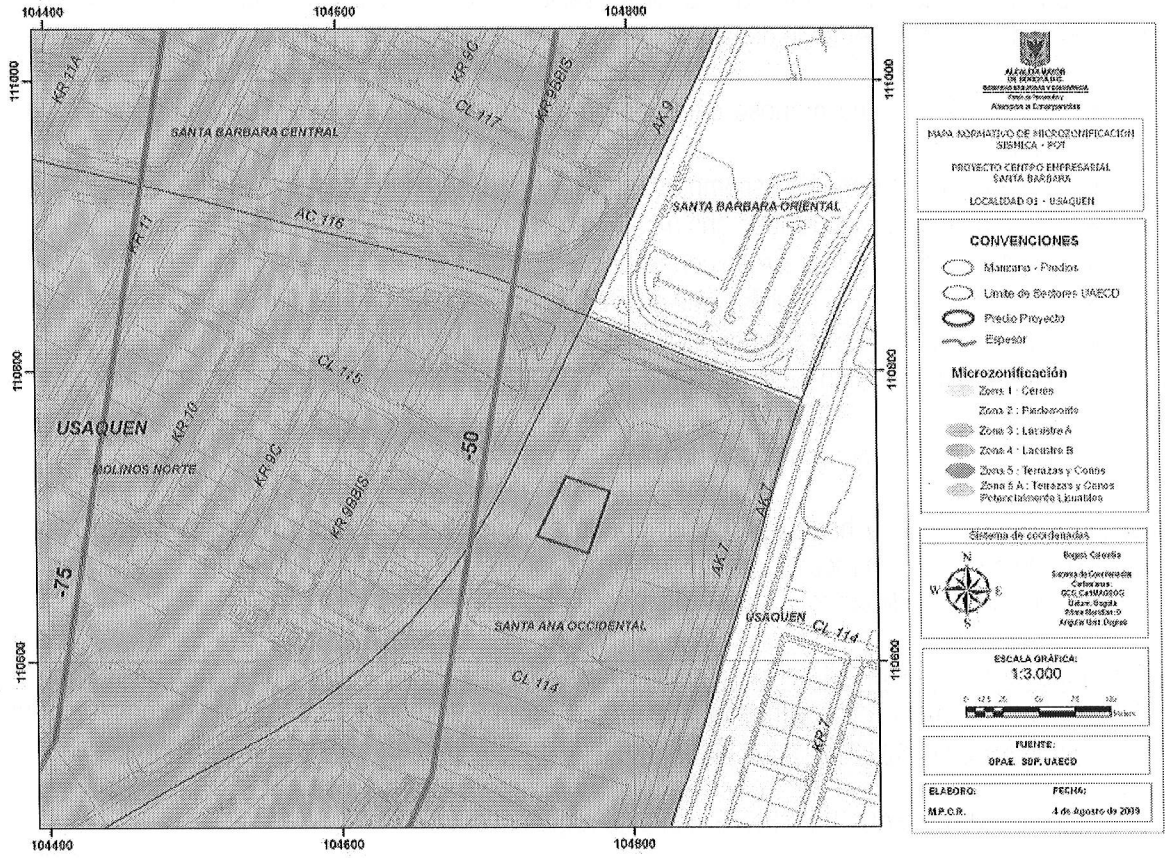


Figura 1. Localización del Proyecto Centro Empresarial Santa Bárbara.

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 4.2 del informe, para conocer el perfil y propiedades del subsuelo en el lote del proyecto, la firma Geotecnia y Cimentaciones Ltda. realizó seis (6) sondeos que alcanzaron profundidades entre 15 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. Los registros de perforación de los sondeos 1 a 6 junto con el plano de la localización se presentan anexos al informe.

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

Según el numeral 4.6 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 2 m: Limo arenoso café con presencia de capa vegetal y escombros de consistencia blanda a firme.
- De 2 a 5 m: Relleno de escombros, arena y grava con densidad muy suelta a media.
- De 5 a 18 m: Limo arcilloso gris o café de consistencia blanda a firme.
- De 18 a 22 m: Turba café de consistencia media.
- De 22 a 27 m: Limo arcilloso gris o café de consistencia media a firme.
- De 27 a 37 m: Arena fina con grava de densa a muy densa.
- De 37 a 45 m: Limo arcilloso verde, gris o café con presencia de grava y turba de consistencia dura.
- De 45 m hasta la profundidad de explotación (50 m): Arena fina gris muy densa.

Después de los 50 m y hasta los 120 m donde el consultor indica que se encuentra el contacto del depósito de suelo con la roca, se utiliza la información del sondeo realizado en la Calle 126 con Carrera 29 para el estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá.

Sin embargo la profundidad del basamento rocoso de acuerdo al estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá se encuentra aproximadamente a 50 ± 25 m (ver Figura 1 del presente concepto), luego es necesario que el consultor ajuste la profundidad del basamento rocoso del perfil de análisis.

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 4.5 del informe en el sitio del proyecto se realizó un ensayo Down Hole por parte de la firma Jeoprobe Ltda., 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	156	0.23
2-5	232	0.39
5-18	301	0.46
18-22	303	0.49
22-27	392	0.44
27-37	386	0.41
37-45	391	0.47
45-50	423	0.45

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

Se indica en el numeral 4.6 del informe que a partir de 50 m de profundidad se adoptó un valor constante de 300 m/s de velocidad de onda de corte hasta los 120 m de profundidad.

Se solicita al consultor:

- Ajustar el perfil de análisis acorde con la observación del numeral 5.2 del presente concepto técnico.
- Justificar el valor de Vs adoptado a partir de 50 m de profundidad tendiendo en cuenta que es inferior a los valores de Vs registrados en la prueba Down Hole y no refleja el cambio del estado de esfuerzos con la profundidad.
- Anexar el registro del ensayo Down Hole debidamente firmado por el profesional responsable del ensayo realizado.

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 4.4 del informe, se realizaron ensayos dinámicos a muestras obtenidas con tubo Shelby a profundidades de 28 y 42 m. Para estas profundidades se ejecutaron pruebas de Bender Elements, columna resonante y triaxiales cíclicos de deformación 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 el Anexo 6 y gráficas 5 y 7 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, se utilizaron un total de 9 acelerogramas de los sismos alternativos aprobados por la DPAE, 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 el Anexo 6 del informe, mientras que las características de los materiales se indican en las gráficas 1 a 9 del numeral 5 del informe.

Dentro de los análisis se consideran nueve (9) diferentes tipos de materiales y 48 estratos de suelo, desde superficie hasta 120 m de profundidad donde el consultor consideró que se localiza en contacto con el basamento rocoso.

Se solicita al consultor:

- Realizar los ajustes del caso de acuerdo con los numerales 5.2 y 5.3 del presente concepto técnico.

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 2 – Piedemonte y 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.

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 atendidas las observaciones de los puntos 5.2, 5.3 y 5.6 del presente concepto. Adicionalmente, se solicita al consultor presentar una descripción del proyecto a realizar y el estudio debidamente firmado por un profesional responsable.

Independientemente de los resultados de las modelaciones, se solicita al consultor justificar claramente la reclasificación propuesta a la Zona 3 – Lacustre A, dado que el perfil geotécnico del sitio del proyecto, materiales y espesor, es consistente con la Zona de transición entre 2 y 3, por lo cual se debe aplicar como espectro de referencia para el sitio del proyecto el promedio entre estas zonas.

El estudio NO CUMPLE con este requerimiento.

6 SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO - RAD FOPAE: 2009ER12361

La segunda revisión realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, del estudio "Estudio Geotécnico para Determinación de Espectro de Respuesta Local Edificio Torre AAA" que se remite como estudio sísmico local y del oficio aclaratorio de las observaciones de la primera revisión,

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

2009ER12361 de Septiembre 14 de 2009, se efectúa siguiendo 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.

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.

En el numeral 4.6 de la segunda versión del informe anexo al oficio aclaratorio 2009ER12361 de Septiembre 14 de 2009, se corrige la profundidad del basamento rocoso, localizándose a 75 m, lo que se ajusta de acuerdo al estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá donde se encuentra aproximadamente a 50 ± 25 m.

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.

En el numeral 4.6 de la segunda versión del informe anexo al oficio aclaratorio 2009ER12361 de Septiembre 14 de 2009, se presentan y corrigen los valores de velocidad de onda de corte a partir de los 50 m reflejando el cambio de esfuerzos en profundidad. Adicionalmente se presenta el registro del ensayo Down Hole firmado por un profesional responsable.

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 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.

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

6.5 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 el numeral 7.1 y en el Anexo 6 de la segunda versión del informe anexo al oficio aclaratorio 2009ER12361 de Septiembre 14 de 2009, se presentan y corrigen los perfiles empleados para los análisis unidimensionales. Los datos de los análisis se presentan en el Anexo 6, mientras que las características de los materiales se indican en las gráficas 1 a 9 del numeral 5.

Dentro de los análisis se consideran nueve (9) diferentes tipos de materiales y 48 estratos de suelo, desde superficie hasta 75 m de profundidad donde el consultor consideró que se localiza en contacto con el basamento rocoso.

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 las nuevas modelaciones, el consultor recomienda utilizar como espectro de respuesta el dado para la Zona 2 en el Estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá para edificaciones con un periodo inferior o iguales a 1 segundo y para las edificaciones con periodos superiores a 1 segundo recomienda emplear el espectro de respuesta mínimo de Zona 3 - Lacustre A dado 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

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