1 INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1	CONCEPTO TÉCNICO No. CT:	5590
1.2	ÁREA:	TÉCNICA Y DE GESTIÓN
1.3	COORDINACIÓN:	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
1.4	REFERENCIA CRUZADA RADICADO FOPAE:	2009ER8637, 2009ER9328, 2009ER9942
1.5	RESPUESTA OFICIAL No. RO:	37309

2 INFORMACIÓN GENERAL

2.1	SOLICITANTE:	JUAN REINALDO SUAREZ MEDINA CURADURÍA URBANA No.1
2.2	PROYECTO:	EDIFICIO CALLE 93
2.3	LOCALIDAD:	2. CHAPINERO
2.4	UPZ:	97. CHICÓ LAGO
2.5	BARRIO O SECTOR CATASTRAL:	CHICÓ NORTE
2.6	DIRECCIÓN:	CALLE 93 No. 14-71
2.7	CHIP:	AAA0095DXEA
2.8	FECHA DE EMISIÓN:	31 DE JULIO DE 2009
2.9	EJECUTOR DEL ESTUDIO:	INGECIENCIAS S.A.

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 de Suelos y Geosísmico Local – Proyecto Edificio Calle 93" elaborado por el Ing. Héctor Parra Ferro, a construirse en el predio ubicado en la Calle 93 No. 14-71. El cual fue radicado el 20 de Abril de 2009 mediante oficio 2009ER4831, por el Arq. Juan Reinaldo Suárez Medina de la Curaduría Urbana No.1 en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 193 de 2006. Posteriormente, el Ing. Héctor Parra Ferro radicó los oficios aclaratorios de las observaciones de la primera revisión 2009ER8637 el 30 Junio de 2009 y 2009ER9942 el 27 de Julio de 2009, y la Curaduría Urbana No. 1 radicó el oficio de 2009ER9328 el 14 de julio de 2009.

4 GENERALIDADES DEL PROYECTO "EDIFICIO CALLE 93"

De acuerdo con el consultor, el proyecto contempla la construcción de un edificio de 7 pisos y un sótano, en un lote de 812 m².

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

108870 N 102860 E

El informe "Estudio de Suelos y Geosísmico Local – Proyecto Edificio Calle 93 No. 14-71" fue elaborado por el Ing. Héctor Parra Ferro, con base en los datos de exploración del subsuelo de la firma INGECIENCIAS S.A., de un ensayo Down Hole realizado por la firma Ulloa & Diez y el apoyo del laboratorio de pruebas y ensayos de la Universidad de Los Andes.

5 PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO- RAD FOPAE: 2009ER4831

El concepto técnico 5527 de Mayo 13 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

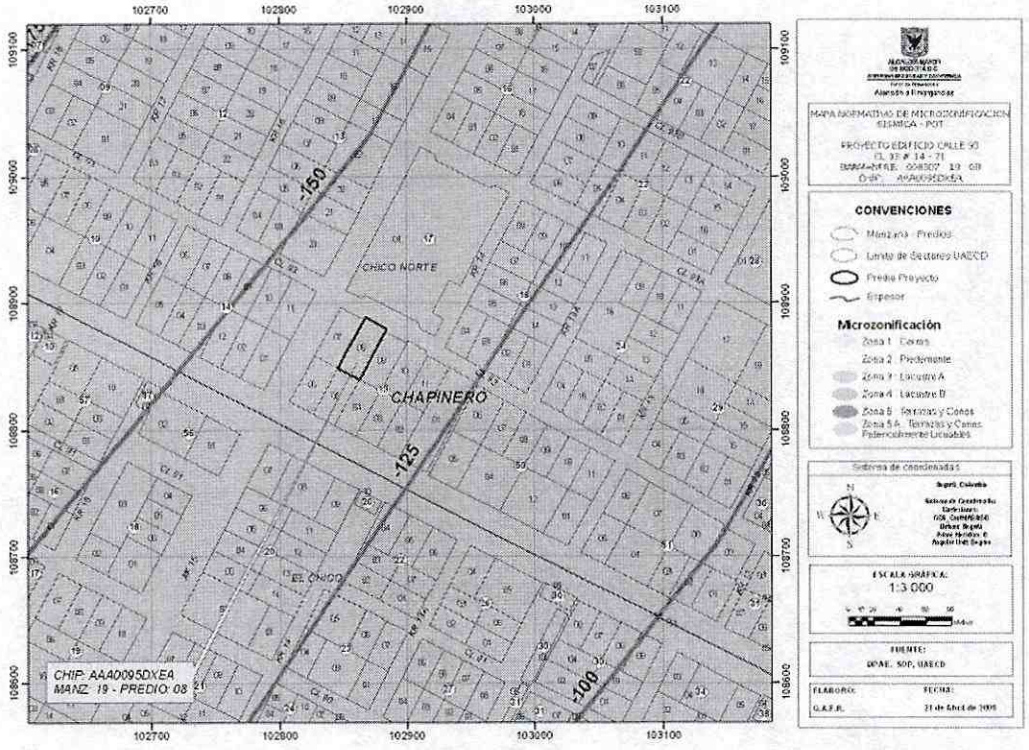


Figura 1. Localización del Proyecto Edificio Calle 93.

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

En el numeral 4.5.1 del informe se define la localización del proyecto de acuerdo con el mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá (MZSB), ubicándolo en la Zona 3 – Lacustre A. Esta ubicación está acorde con 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.

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 los Numerales 3,1 a 3,6 y 4.5.1 del informe, para conocer el perfil y propiedades del subsuelo en el lote del proyecto, la firma Ingeciencias S.A. realizó cinco (5) perforaciones que

alcanzaron profundidades entre 12 y 51 m. De las perforaciones se obtuvieron muestras remoldeadas e inalteradas que se utilizaron para su clasificación visual y realización de ensayos de laboratorio. En la perforación S-5 de 51 m se obtuvieron muestras inalteradas para los ensayos dinámicos de laboratorio. Los registros de las perforaciones junto con el plano de la localización se presentan anexos al informe.

Según los numerales 3,1 a 3.6 y 4.5.1 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 2,5 m: Limo arcilloso carmelito claro de consistencia media.
- De 2,5 a 4,6 m: Arcilla gris clara de consistencia muy blanda.
- De 4,6 a 25 m: Arcilla gris oscura de consistencia muy blanda.
- De 25 a 25,7 m: Arcilla gris con presencia de turba de consistencia muy blanda.
- De 25.7 a 28 m: Limo arcilloso gris oscuro algo orgánico de consistencia muy blanda.
- De 28 a 51 m: Arcilla gris oscura de consistencia muy blanda.

Basado en el mapa de espesores de sedimentos del estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá, el consultor indica que se encuentra a 150 m el nivel de roca, lo cual es consistente como se ilustra en la Figura 1 del presente concepto técnico.

A partir de los 51 m de profundidad el consultor asume la estratigrafía con base en el sondeo N9A localizado en la Calle 126 con Carrera 29 el cual hace parte del estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá.

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 2.1 y los anexos del informe, en la perforación S-5 se realizó un ensayo de Down Hole ejecutado por la firma Ulloa y Diez., el cual logró identificar el perfil de velocidad de onda de corte hasta una profundidad de 51 m. A continuación se resumen los valores determinados a partir de los resultados de la prueba.

Profundidad (m)	Vs (m/s)
0 - 2.3	140
2.3 - 46	100
46 – 51	122

En el numeral 4.2 se indica que para complementar la información se utilizó el ensayo de Down Hole realizado en el proyecto del puente vehicular de la calle 92.

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 solicita al consultor:

- Anexar el registro del ensayo Down Hole debidamente firmado por el profesional responsable.
- Anexar los resultados que se tomaron de referencia del ensayo de Down Hole realizado en el proyecto del puente vehicular de la calle 92.

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 4.5.3 del informe, se realizaron ensayos dinámicos a muestras obtenidas con tubo shelby realizadas en las muestras 6 y 12 del sondeo 2, pero según los resultados de las pruebas de laboratorio que se presentan anexos al informe, se realizaron los ensayos dinámicos (Columna resonante y triaxiales cíclicos de deformación controlada) en las muestras 5 y 17 del sondeo 5 a dos profundidades diferentes: 7m y 29 m respectivamente.

Se solicita al consultor que aclare la diferencia entre lo citado en el informe y los anexos de resultados de laboratorio. A su vez, es necesario que el consultor revise las curvas de degradación presentadas en las figuras 4 y 6 correspondientes a los datos obtenidos en laboratorio de las muestras 5 y 17 del sondeo 5 (materiales 10 y 11).

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 4.4 del informe, se indica que se utilizaron 19 acelerogramas, de los cuales se utilizaron los 16 sismos alternativos aprobados por la DPAE, un acelerograma adicional del sismo de México, uno empleado en la MZSB y un sismo adoptado por el consultor. Acogiéndose al 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.

De acuerdo con numeral 4.6 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

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

amortiguamiento y el módulo de corte con la deformación en los suelos del perfil. Los datos de los análisis se presentan en las Tabla 4, mientras que las características de los materiales se indican gráficamente en las Figuras 8 y 9, donde se observa que se emplearon para los demás estratos las curvas dinámicas empleadas en la Microzonificación Sísmica de Bogotá.

Sin embargo, el cumplimiento de este numeral esta sujeto a las aclaraciones y eventuales modificaciones que fueren del caso de los puntos 5.3 y 5.4 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 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.

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 5.3, 5.4 y 5.6 del presente concepto técnico.

El estudio NO CUMPLE con este requerimiento.

6 SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO - RAD FOPAE: 2009ER8637, 2009ER9328, 2009ER9942

La segunda revisión realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, del estudio "Estudio de Suelos y Geosísmico Local – Proyecto Edificio Calle 93" que se remite como estudio sísmico local, del oficio aclaratorio de las observaciones de la primera revisión que adjunta una segunda versión del informe, 2009ER8637 de Junio 30 de 2009, del oficio aclaratorio de la segunda versión del informe 2009ER9942 de Julio 27 de 2009 y el oficio 2009ER9328 de Julio 14 de 2009 de la Curaduría Urbana No. 1, 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.

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

6.1 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.

Con el oficio aclaratorio 2009ER8637 de junio 30 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 un profesional responsable e indica que no fue posible obtener el registro del ensayo Down Hole ejecutado en el puente vehicular de la Calle 92 por lo que para definir el perfil de velocidades se adoptó información consignada en el Estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá y en la literatura técnica.

El consultor utiliza velocidades de onda de corte, a partir de los 50 m, menores a las presentadas en la primera versión, las cuales son más bajas a las que presentan normalmente en este sector de la ciudad y no siguen el patrón de aumentar la velocidad de onda a medida que se aumenta el confinamiento.

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.).

En el oficio aclaratorio 2009ER8637 de junio 30 de 2009 el consultor corrige y aclara que las muestras utilizadas para los ensayos dinámicos son la 5 y 17 del sondeo 5, lo que es coherente con los resultados de laboratorio que se presentan anexos al informe. Adicionalmente, revisa y ajusta las curvas de amortiguamiento y degradación del módulo de acuerdo con los resultados de laboratorio.

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

6.5 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 oficio aclaratorio 2009ER8637 de junio 30 de 2009 el consultor presenta un nuevo análisis unidimensional 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 la Tabla 4 del informe, mientras que las características de los materiales se indican gráficamente en las Figuras 8 y 9 del informe, donde se observa que se emplearon para los estratos sin ensayos de laboratorio las curvas dinámicas empleadas en la Microzonificación Sísmica de Bogotá.

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 reclasificar el sitio del proyecto a Zona 4 (Lacustre B).y utilizar como espectro de diseño el mostrado en la figura 13 de estudio, el cual corresponde al espectro mínimo permitido de la Zona 4 de acuerdo con el artículo 5 del Decreto 193 de 2006.

Se anota que el perfil geotécnico del sitio de estudio de 150 m de profundidad al basamento rocoso, no corresponde a un perfil típico de la Zona 4 descrito en el artículo 2 del Decreto 193 de 2006 *"corresponde a la zona en que la profundidad hasta la roca base es del orden de 200m hasta 400 m o más"*. Por lo tanto, teniendo en cuenta la diferencia de espesores en el oficio aclaratorio 2009ER9942 de julio 27 de 2009 el consultor presenta un análisis de sensibilidad variando los espesores del depósito y certifica que el perfil analizado corresponde a la Zona 4 - Lacustre B, confirmando la reclasificación del sitio conforme al 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