1 INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1 CONCEPTO TÉCNICO No. CT:	5485
1.2 ÁREA:	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
1.3 COORDINACIÓN:	CONCEPTOS TÉCNICOS
1.4 REFERENCIA CRUZADA RADICADO FOPAE:	2009ER69, 2009ER2227
1.5 RESPUESTA OFICIAL No. RO:	35036

2 INFORMACIÓN GENERAL

2.1 SOLICITANTE:	JUAN REINALDO SUÁREZ MEDINA CURADURÍA URBANA NO.1
2.2 PROYECTO:	VERBENAL
2.3 LOCALIDAD:	1 USAQUÉN
2.4 UPZ:	9 VERBENAL
2.5 BARRIO O SECTOR CATASTRAL:	SAN ANTONIO NORTE II SECTOR
2.6 DIRECCIÓN:	CARRERA 16 No. 183-43
2.7 CHIP:	AAA0116ELJZ
2.8 FECHA DE EMISIÓN:	12 DE MARZO 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

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" elaborado por el Ing. Héctor Parra Ferro, a construirse en el predio ubicado en la Carrera 16 No. 183-43 de Bogotá. El cual fue radicado por primera vez el 06 de Enero de 2009 mediante oficio 2009ER69, por el Arq. Juan Reinaldo Suárez Medina de la Curaduría Urbana No.1 y del oficio aclaratorio con las observaciones de la primera revisión 2009ER2227 de Febrero 24 de 2009 en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 193 de 2006.

4 GENERALIDADES DEL PROYECTO "VERBENAL"

De acuerdo con el consultor, el proyecto arquitectónico contempla la construcción de cuatro edificios de 13 pisos y un sótano general, de un salón comunal de 3 pisos y sótano y de un tanque de agua subterráneo.

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

118200 N 104400 E

El informe "Estudio de Suelos y Geosísmico Local" 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 AM Ingenieros y el apoyo del laboratorio de pruebas y ensayos de la Universidad de Los Andes.

5 PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO- CONCEPTO TÉCNICO NO. CT-5456 (FECHA: 28/01/2009)

El concepto técnico 5456 de Enero 28 de 2009 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

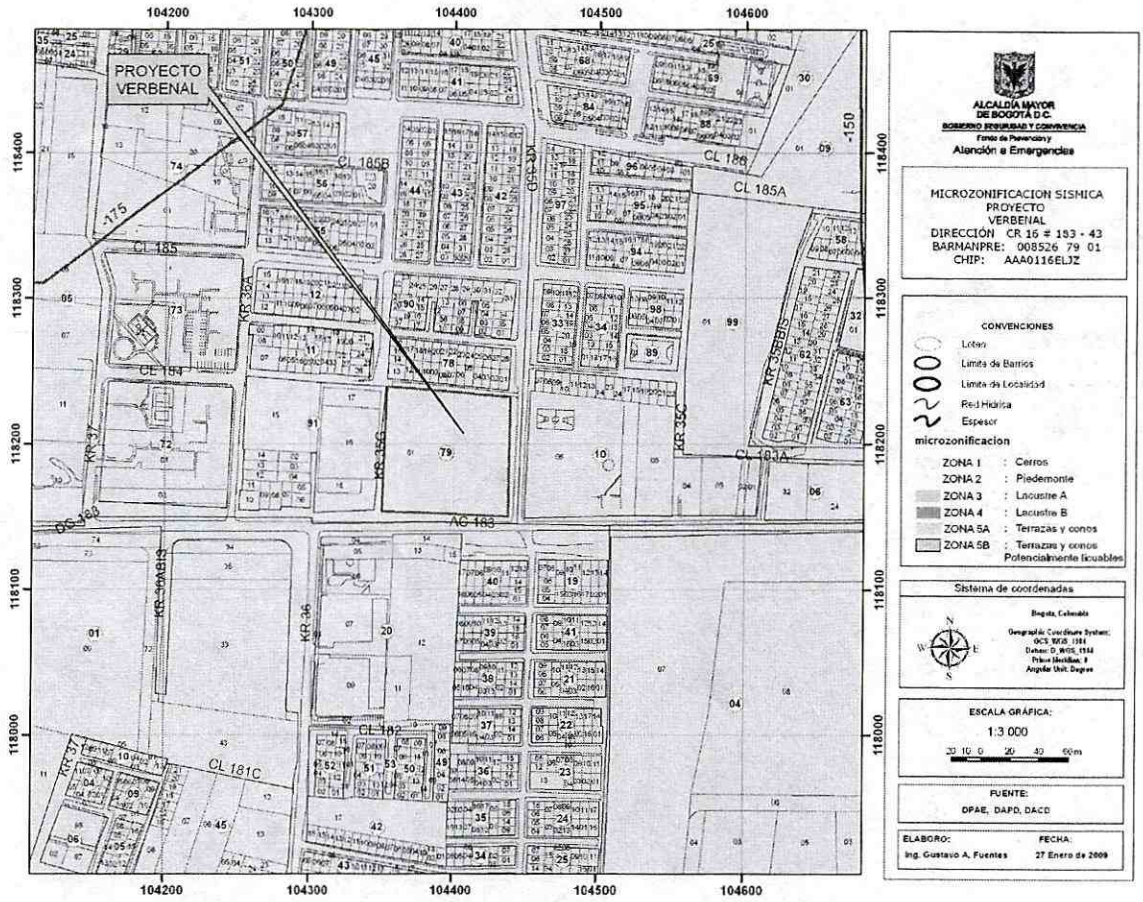


Figura 1. Localización del Proyecto Verbenal.

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

En el numeral 4.3.1 del informe presentado por el consultor, se indica que el sitio del proyecto se encuentra localizado en la Zona 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.

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

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 zonificación incluidos en el proyecto de Microzonificación Sísmica de Bogotá.

De acuerdo con el Numeral 2.1 del informe, para conocer el perfil y propiedades del subsuelo en el sitio del proyecto la firma INGECIENCIAS S.A., realizó cuatro perforaciones que alcanzaron entre 41 y 51 metros, realizadas mediante un taladro mecánico y 6 sondeos con barreno manual con una profundidad de 12 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 S2 de 51 m se ejecutó la prueba de Down Hole, por parte de la firma AM Ingenieros, y 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 el numeral 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 2.9 m: Relleno compuesto por limo orgánico y escombros de obra.
- De 2.9 a 3.8 m: Turba, limo arcilloso y arcilla altamente orgánica de consistencia muy blanda.
- De 3.8 a 6 m: Arcilla limosa gris y negra algo orgánica de consistencia muy blanda a media.
- De 6 a 9 m: Lentes de arena muy fina con arcilla de consistencia muy blanda a firme.
- De 9 a 19 m: Arcilla gris oscura con lentes de arena y turba de consistencia muy blanda a media.
- De 19 a hasta la profundidad de exploración (51 m): Arcilla gris oscura con lentes de turba de consistencia muy blanda a media.

Desde los 50 m hasta los 85 m, donde el consultor indica que se encuentra el contacto del depósito de suelo con la roca, el perfil geotécnico se complementó con base en la perforación N48 – Uniagraria realizada para la Microzonificación Símica de Bogotá.

Se solicita al consultor ajustar la profundidad a la que se localiza el basamento rocoso ya que en el mapa de espesores de sedimentos del estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá, que se ilustra en la Figura 1, se encuentra entre 150 y 175 m.

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 2.1 del informe, en el sondeo S-2 de 51 m se ejecutó un ensayo de Down-Hole realizado por la firma AM Ingenieros. A continuación se resumen los valores determinados a partir de los resultados del ensayo ejecutado en el sitio del proyecto.

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 (m)	Vs (m/s)	ν
0-20	90	0.43
20-43	108	0.46
43-51	102	0.46

Desde los 50 m hasta los 85 m, el perfil de velocidades se complementó con base en el ensayo Down Hole realizado para el diseño del puente vehicular de la Calle 170 con Autopista Norte.

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 4.5.3 del informe, se realizaron ensayos dinámicos de triaxial cíclico de deformación controlada y de columna resonante a las muestras obtenidas con tubo Shelby a 10 y 28 m de profundidad en la perforación S-2.

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 memorias de cálculo 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 4.4 del informe, en el estudio se utilizaron un total de 16 acelerogramas de los sismos alternativos aprobados por la DPAE y dos acelerogramas adicionales del sismo de México, 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 la Tabla 4, mientras que las características de los materiales se indican gráficamente en las Figuras 7 y 8. El criterio empleado

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

para la asignación de las curvas dinámicas fue el índice de plasticidad, utilizando las curvas dinámicas del Estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá.

Dentro del modelo unidimensional planteado por el consultor, se consideran once (11) diferentes tipos de materiales y 18 estratos de suelo, desde superficie hasta 85 m de profundidad donde el consultor consideró que se localiza en contacto con el basamento rocoso.

Se solicita al consultor ajustar la profundidad a la que se localiza el basamento rocoso ya que en el mapa de espesores de sedimentos del estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá, que se ilustra en la Figura 1, se encuentra entre 150 y 175 m.

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 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 atendidas las observaciones de los puntos 5.2 y 5.6.

6 SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO - RAD FOPAE: 2009ER2227.

La segunda revisión realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, del estudio "Estudio de Suelos y Geosísmico Local" que se remite como estudio sísmico local y del oficio aclaratorio con las observaciones de la primera revisión 2009ER2227 de Febrero 24 de 2009, se efectúa siguiendo los requerimientos consignados en el Decreto 193 de 2006 para este tipo de estudios.

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,

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.

En el oficio aclaratorio 2009ER2227 de febrero 24 de 2009, el consultor corrige e indica que la profundidad del basamento rocoso se localiza a 150 m, tomando como base la información del mapa de espesores de sedimentos del estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá.

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.

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 el oficio aclaratorio 2009ER2227 de febrero 24 de 2009, el consultor realiza 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 1 del oficio, mientras que las características de los materiales son iguales a las presentadas en las figuras 7 y 8 de informe inicial. El criterio empleado para la asignación de las curvas dinámicas fue el índice de plasticidad, utilizando las curvas dinámicas del Estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá.

Dentro del modelo unidimensional planteado por el consultor, se consideran diez (10) diferentes tipos de materiales y 25 estratos de suelo, desde superficie hasta 150 m de profundidad donde el consultor consideró que se localiza en contacto con el basamento rocoso.

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

6.7 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 reclasifica el sitio a Zona 4 - Lacustre B y recomienda utilizar como espectro de diseño el mostrado en la figura 4 del oficio aclaratorio 2009ER2227 del 24 de febrero de 2009, que corresponde al mínimo de Zona 4 – Lacustre B, 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:	Revisó:
Nombre: CARLOS JAVIER PEDRAZA ALFONSO	**Nombre: FERNANDO JAVIER DÍAZ PARRA**
Profesión: Ingeniero Civil, MSc Geotecnia.	Responsable de Grupo

Avaló:

Nombre: GERMÁN BARRETO ARCINIEGAS
Responsable de la Coordinación de Investigación y Desarrollo

BOG BOGOTÁ POSITIVA
GOBIERNO DE LA CIUDAD

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