CONCEPTO TÉCNICO No CT - 4718
Revisión de Estudio Particular de Respuesta Local de Amplificación de Ondas Sísmicas Artículo 7 - Decreto 193 de 2006

1. INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE:	Ing. José Joaquín Álvarez – Curaduría Urbana No 4
LOCALIDAD:	9 Fontibón
BARRIO:	La Esperanza Norte
PROYECTO:	**CENTRO EMPRESARIAL CIUDAD SALITRE**
DIRECCIÓN:	Calle 43B con Carrera 69C
UPZ:	110 Ciudad Salitre Occidental
TIPO DE RIESGO:	Sísmico
EJECUTOR:	Ing. Jorge Alberto Rodríguez.
FECHA DE EMISION:	Marzo 30 de 2007

2. ANTECEDENTES

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 primera revisión realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, de la versión 0 del Estudio Particular de Respuesta que fue radicado por la Curaduría 4 mediante el oficio ER1590 del 12 de febrero de 2007 y de la versión 1 del Estudio Particular de Respuesta que fue radicado por el consultor mediante el oficio ER3478 del 28 de Marzo de 2007. Este estudio hace parte del informe "Estudio de Suelos y análisis de cimentaciones Proyecto Centro Empresarial Ciudad Salitre" elaborado por el Ing. Alfonso Uribe Sardiña, a construirse en el predio ubicado en la Calle 43B con Carrera 69C, que se remite como estudio sísmico local en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 193 de 2006.

3. GENERALIDADES DEL PROYECTO

El estudio entregado para revisión indica que en el lote donde se va a construir el proyecto se contempla la construcción de dos torres principales de 10 pisos y tres sótanos, una al oriente donde funcionarán oficinas y otra al occidente donde funcionará un hotel. En las torres y en la periferia existirán zonas de plataforma únicamente con tres placas aéreas.

El lote del proyecto corresponde a las siguientes coordenadas planas aproximadas:

106995 N 96503 E

El estudio "Asesoría Geotécnica y Sismológica para la Evaluación de la Amenaza Sísmica del Proyecto Centro Empresarial Salitre – Mokawa" versiones 0 y 1 fue elaborado por el Ing. Jorge Alberto Rodríguez, con el apoyo del laboratorio de pruebas y ensayos de la Pontificia Universidad Javeriana.

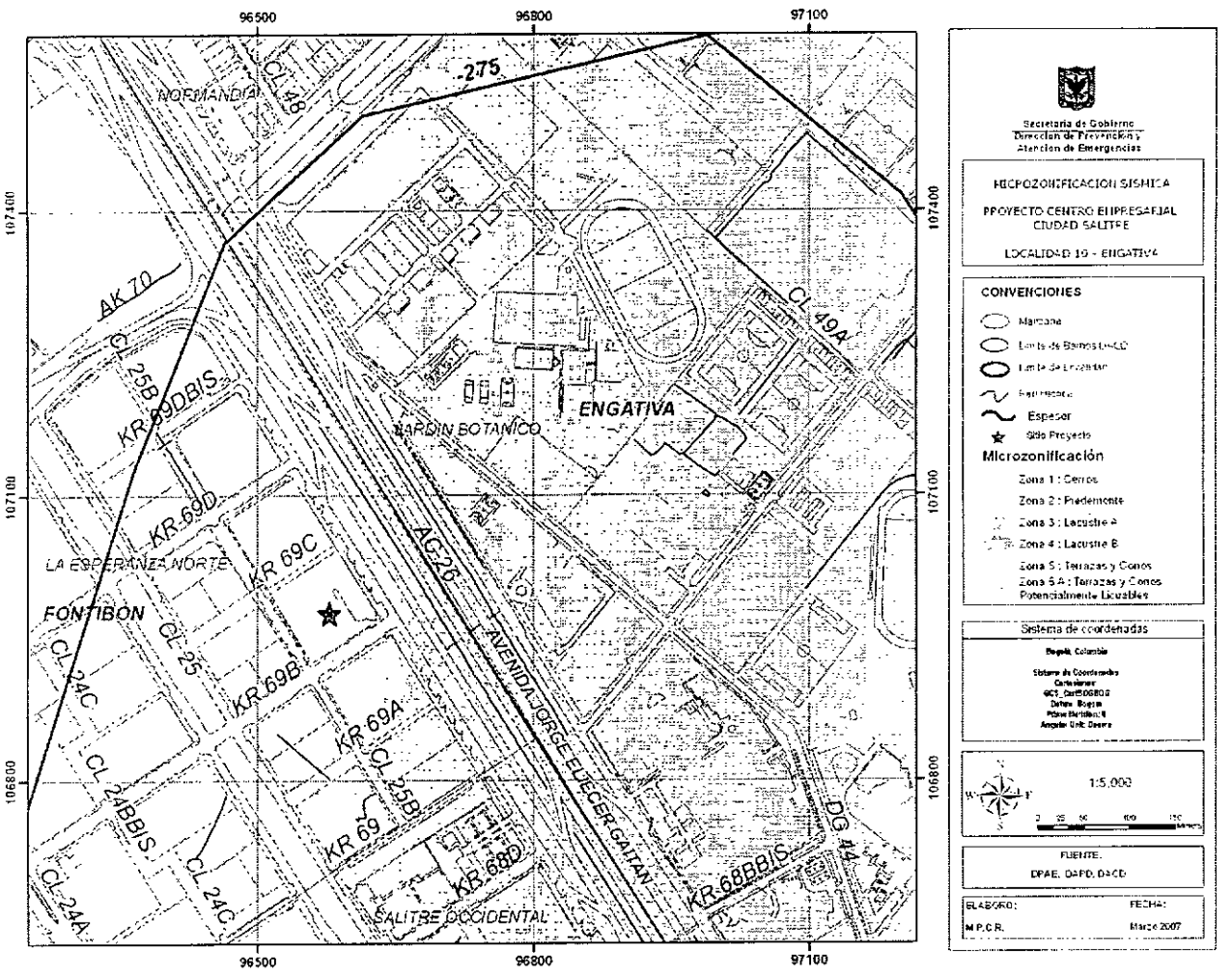


Figura 1. Localización del Proyecto Centro Empresarial Ciudad Salitre

4. REVISIÓN DEL ESTUDIO

La revisión del informe presentado para el Proyecto Centro Empresarial Ciudad Salitre a construirse en la Calle 43B con Carrera 69C en la ciudad de 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 verificar 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.

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.

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

En el numeral 1.1 y 3.2 del informe se indica que el proyecto se localiza en la Zona 3 (Lacuestre A) de acuerdo con el mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá, conformada por depósitos de arcillas y limos de alta plasticidad y consistencia blanda a media. Esta ubicación está de acuerdo con el Decreto 193 de 2006 (Figura 1 del presente concepto técnico).

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

4.2 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 y 3.2, para conocer el perfil y propiedades del subsuelo en el lote del proyecto se realizaron nueve (9) perforaciones, con profundidades que varían entre los 7 y 42 m y una (1) perforación de 50 m. Se obtuvieron muestras remoldeadas e inalteradas tipo Shelby que se utilizaron para su clasificación visual y realización de ensayos de laboratorio de límites de consistencia, consolidación, compresión inconfinada y ensayos dinámicos. El resultado de estas perforaciones fue complementado con ensayos de resistencia al corte con veleta in situ y de resistencia a la penetración SPT. Adicionalmente se presenta en el informe los

registros de las perforaciones, la ubicación dentro del lote del proyecto y los resultados de laboratorio.

Según el numeral 3.2 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 de 50 m como se describe:

De 0.6 a 1.4 m rellenos y capa vegetal

De 1.4 a 2.8 m arcillas color café a café claro de consistencia media

De 2.8 a 35 m limos arcillosos de color café con lentes orgánicos y de arena.

De 35 a 38 m arena fina de color café y compacta

De 38 a 50 m limo arcillosos color café con lentes de arena de consistencia media.

Después de 50 m y hasta los 270 m de profundidad en donde se encuentra aproximadamente el basamento rocoso, el perfil geotécnico se complementó según el informe con los resultados del estudio de riesgo sísmico para la cuenca del salitre (HMV, 2003), estudio realizado con el fin de definir los regímenes de depositación en la cuenca con base en los cuales se estimó el tipo de materiales predominantes y su comportamiento geotécnico y sísmico.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

4.3 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, en el sondeo 10 se indica la realización de un (1) ensayo de Down-Hole a una profundidad de 50 m., con el fin de definir el perfil de la velocidad de onda, Vs. Los resultados del mismo se indican en la figura 3.5 y el perfil de Vs hasta 270 m de profundidad se adopta aumentando la velocidad en proporción a la raíz cuadrada de la profundidad por efecto del confinamiento tal como se ilustra en la figura 3.7. El ensayo Down-Hole lo realizó la Universidad de los Andes, obteniendo los siguientes resultados:

4 – 12 m	96 m/s
12 – 22 m	104 m/s
22 – 30 m	134 m/s

30 – 35 m	143 m/s
35 – 40 m	147 m/s
40 – 50 m	251 m/s

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

4.4 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 consultor indica en el numeral 3.2 que se realizaron ensayos dinámicos (triaxial cíclico de esfuerzo controlado) sobre muestras de suelos obtenidas a tres (3) diferentes profundidades: 10, 21, y 40 m, respectivamente, logrando cubrir un rango de deformaciones axiales entre 0.05 a 3%. El consultor complementó la información con las curvas dadas Ishibashi y Zhang (1992) para el tipo de materiales encontrados en la zona del proyecto y los módulos máximos de laboratorio se obtuvieron a partir de las relaciones con el modulo de campo reportados por Rodríguez et al., 2007 y Kokoshu, 1987 dadas en el oficio ER3478 del 28 de Marzo de 2007.

Con los resultados obtenidos de los ensayos realizados así como con la información recolectada, se determinaron las propiedades de rigidez y amortiguamiento del suelo para todo el intervalo de deformaciones, necesario para adelantar un análisis de la respuesta dinámica del sitio.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

4.5 Utilizar todos los acelerogramas del proyecto de microzonificación sísmica de Bogotá, en la obtención del espectro de respuesta en superficie.

En el estudio en el numeral 2.4 se utilizan un total de catorce (14) acelerogramas de los sismos alternativos aprobados por la DPAE, acogiéndose a lo establecido en el numeral 3 del artículo 7.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

4.6 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 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, mientras que las características de los materiales se indican gráficamente en la Figura 3.9.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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

Dado que el sitio del estudio se encuentra en la zona 3A, y que adicionalmente, en la exploración del subsuelo no se identificaron superficialmente capas de arenas limpias, finas, no es necesaria la evaluación del potencial de licuación.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

4.8 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.

Según la versión 1 del estudio de efectos locales radicada mediante el oficio ER3478 del 28 de Marzo de 2007 se cambia el espectro de la versión 0, debido a que por la presencia de suelos blandos y los resultados de los análisis el consultor decide reclasificar el sitio a transición zona 3 – zona 4 (MZB-1997), proponiendo un espectro de respuesta que se presenta en la figura 3.22 del estudio versión 1.

Este espectro de respuesta comienza con un valor de Sa de 0.2g que aumenta linealmente hasta llegar a 0.413g en 0.45s, a partir de 0.45s y hasta 1.8s el valor de Sa es constante e igual a 0.413g, de 1.8s hasta 2.7s el espectro toma una forma de campana para cubrir la respuesta de un campo lejano, para luego continuar con el promedio de los valores mínimos de la zona 3 y 4 del decreto 193 de 2006.

En la Figura 2 del presente concepto se ilustra el espectro propuesto junto con el espectro promedio de la zona 3 y zona 4 de la MZB-97 y el promedio de los espectros mínimos de la zona 3 y zona 4 establecido en el decreto 193 de 2006. Se aprecia que el espectro propuesto es inferior al de la transición de la zona 3 y 4 de la MZB-97, por lo cual se acepta la reclasificación del sitio, además es superior al mínimo de la transición de la zona 3 y 4 establecido en el decreto 193 de 2006.

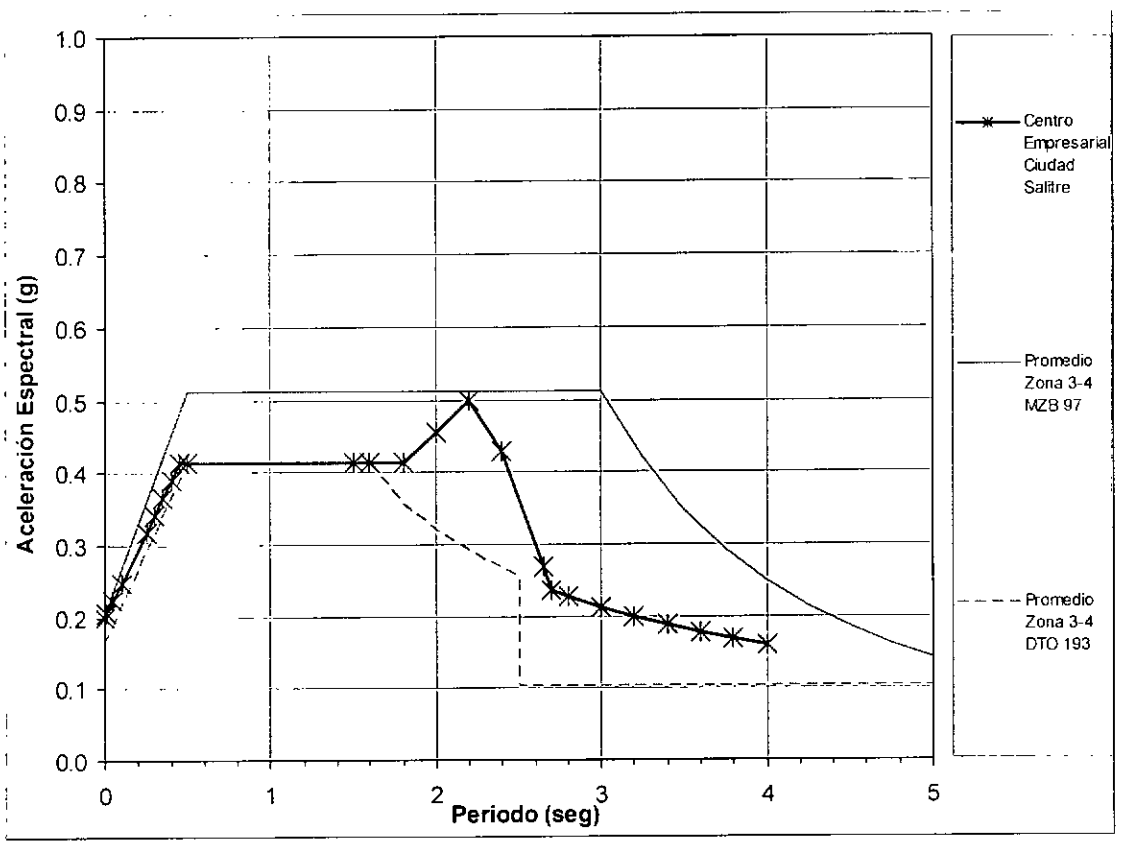


Figura 2. Espectro propuesto Proyecto Centro Empresarial Ciudad Salitre

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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 mínimos consignados en el Decreto 193 de 2006.

La responsabilidad de la DPAE en el estudio del proyecto en referencia, se limita a la revisión sobre los requisitos solicitados por el Decreto 193 de 2006. Los sondeos de exploración, ensayos, análisis realizados, espectros obtenidos y demás resultados relacionados en el estudio, son responsabilidad única y exclusiva de la firma consultora y el ingeniero que elaboró el estudio.

Realizó

FERNANDO JAVIER DÍAZ PARRA
Ingeniero Civil
M.P. 25202093681 CND

Aprobó

GUILLERMO ÁVILA ÁLVAREZ
Subdirector Investigación y Desarrollo

Vo.Bo.

DIANA MARCELA RUBIANO VARGAS
DIRECTORA