CONCEPTO TÉCNICO No CT - 4502
Revisión de Estudio Particular de Respuesta Local de Amplificación de Ondas Sísmicas
Artículo 7 - Decreto 193 de 2006

1. INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE:	Universidad Nacional de Colombia – Facultad de Ingeniería
LOCALIDAD:	**13**. Teusaquillo
BARRIO:	Centro Administrativo Occidental
PROYECTO:	**ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SISMICA – FACULTAD DE INGENIERÍA**
DIRECCIÓN:	Diagonal 40 No. 45 - 85
UPZ:	**104** Parque Simón Bolívar - CAN
TIPO DE RIESGO:	Sísmico
EJECUTOR:	Universidad Nacional de Colombia – Facultad de Ingeniería
FECHA DE EMISION:	Diciembre 28 de 2006

2. ANTECEDENTES

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. Adicionalmente, 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 del mencionado decreto, adoptando el espectro de diseño y los coeficientes espectrales indicados 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 "Estudio Efectos Locales del Hospital Universitario – Bogotá" en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 193 de 2006.

3. GENERALIDADES DEL PROYECTO

El Hospital Universitario se localiza en el Centro Administrativo Distrital CAN, en las antiguas instalaciones del Hospital Universitario de la Caja Nacional de Previsión Social – CAJANAL, que fue construido en la década de los 60. El objeto del estudio es proporcional la información necesaria para efectuar los análisis de vulnerabilidad sísmica y de reforzamiento de la estructura. En el predio existen varias edificaciones, que en el documento se agruparon de la siguiente manera:

Zona A: Urgencias y cuidados intensivos
Zona B: Bodegas y talleres
Zona C: Edificio principal del hospital (7 pisos)
Zona D: Parte posterior del hospital
Zona E: Administración

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

105145 N 98517 E

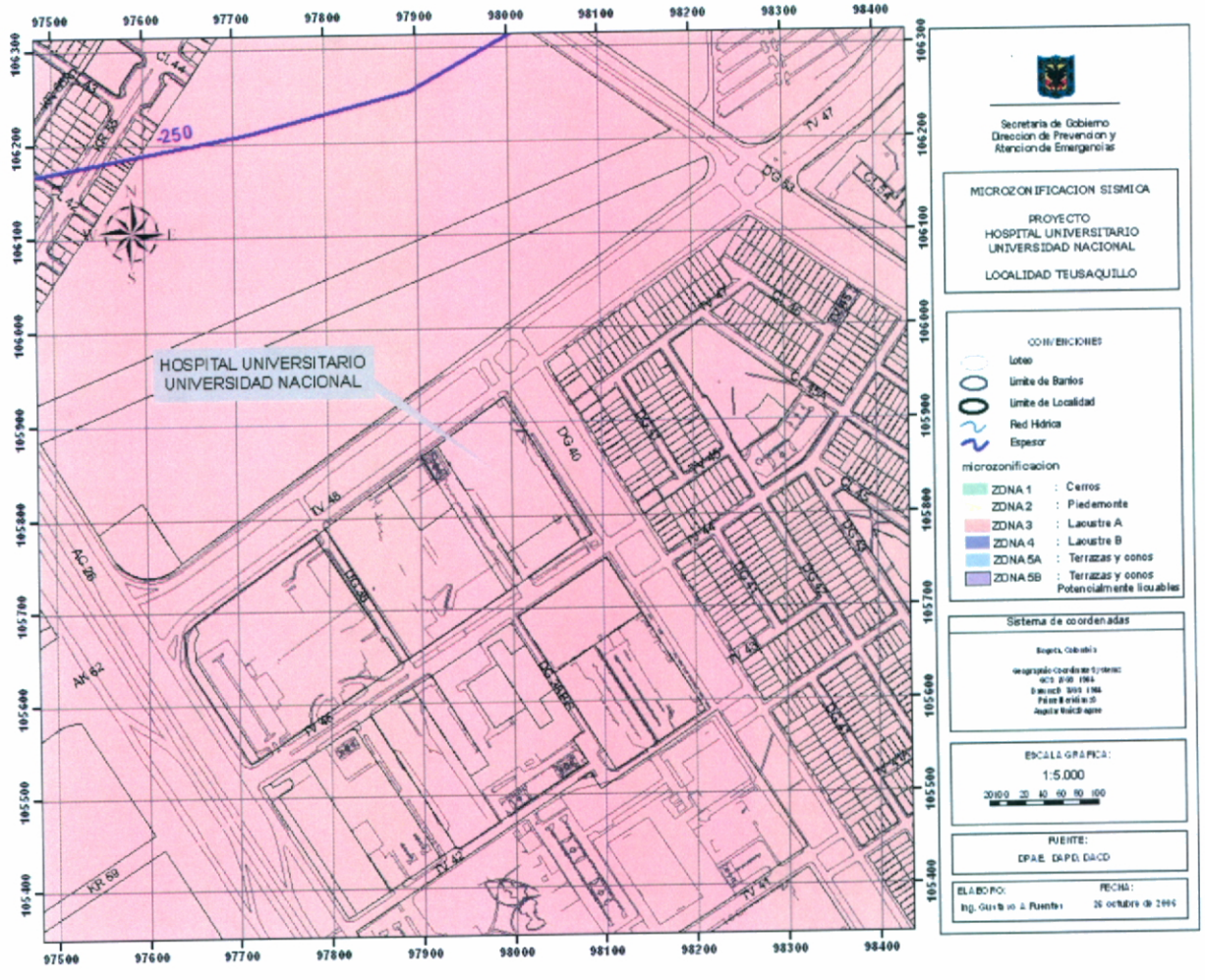

Figura 1. Localización del Proyecto Edificio Cámara y Comercio Av. 68 – Calle 30 Sur

4. PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO

La revisión del informe correspondiente al Estudio de Efectos Locales del Hospital Universitario, se efectúa siguiendo 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 lo exigido en el 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.

La revisión comprendió los siguientes requerimientos técnicos del Decreto 193.

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

En el capítulo 4 del informe se indica que el Hospital se encuentra ubicado en la zona 3A (Lacustre A) según la Microzonificación Sísmica de Bogotá. 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 2.3 del estudio, para conocer el perfil estratigráfico se efectuaron dos perforaciones mecánicas, una de 50.6m y otra de 25.1m de profundidad. Se obtuvieron muestras remoldeadas para su clasificación visual, herméticas para efectuar en el laboratorio ensayos de clasificación y humedad y muestras inalteradas sobre las cuales se realizaron ensayos de laboratorio para determinar las propiedades dinámicas, de resistencia y deformabilidad de los materiales.

Para complementar el perfil geotécnico, en el numeral 2.2, se indica que se consultaron los subproyectos 7 y 8 del Estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá, así como tres estudios de vulnerabilidad efectuados para distintas instalaciones de la Universidad Nacional de Colombia. En el numeral 4.3.4 se señala que para efectuar la parametrización de estratos localizados a profundidades mayores de 50m se empleó el Estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá.

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 el numeral 2.4 del estudio, se efectuó un ensayo Down-Hole hasta 50 m de profundidad (perforación P-1). El ensayo Down-hole lo realizó la firma Ulloa y Diez Ltda., y las mediciones y cálculos se incluyen en el Anexo 2.

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.).

Se realizaron ensayos dinámicos (triaxial cíclico) sobre muestras de suelos obtenidas a cinco (5) diferentes profundidades: 6.25, 17.25, 25.25, 35.25 y 48.25m. Con los resultados obtenidos de estos ensayos se determinaron las propiedades de rigidez y amortiguamiento del suelo en un amplio intervalo de deformaciones (1e-4% – 1%) por medio de la aplicación del modelo hiperbólico extendido, a pesar que las deformaciones obtenidas de ensayos se encuentran en el rango comprendido entre 0.1 a 1% -grandes deformaciones-. En el artículo 7 del decreto 193, se indica que necesario realizar ensayos que cubran todo el intervalo de deformaciones dinámicas. En este caso no se efectuaron ensayos dinámicos que midan las propiedades dinámicas en el rango de pequeñas deformaciones –como podrían ser pruebas de velocidad de onda con bender element o de columna resonante-.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE 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 se utilizan un total de 37 acelerogramas, dentro de los cuales se incluyen 10 acelerogramas de los seleccionados por la DPAE -que cubren los 3 escenarios de amenaza- y que se pueden utilizar como alternativos a los 3 acelerogramas empleados en el estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá.

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.

En el estudio de efectos locales se empleó el programa EERA (Bardet et al, 2000), para evaluar la respuesta dinámica, y cuyos parámetros de entrada se presentan en la Tabla 4.6 y en la Figura 4.5.

.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 arena 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.

En el numeral 4.5 del informe se indica que "para cumplir el decreto 193 de 2006 se debe realizar las modelaciones de la estructura para el espectro de diseño propuesto con el factor de importancia de 1.3". Sin embargo, en la Tabla 4.7 en que se presentan los parámetros de control del espectro de diseño, se indica un valor de Tc de 1.2s, a partir del cual desciende el espectro, y se localiza por debajo del espectro mínimo indicado en el decreto 193 de 2006.

El estudio NO CUMPLE con este requerimiento.

5. SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO

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

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.

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.

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.).

El consultor anexa resultados de ensayos a pequeñas deformaciones.

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.

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.

.El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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

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.

El consultor modifica el espectro de diseño para tener en cuenta el factor de importancia de 1.3.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

6 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.

Elaboró	**ING. JOSÉ L. PUENTES O.** Ingeniero Civil – Sp. Geotecnia M.P. 25202-60915 CND	
Revisó	**JUAN CARLOS PADILLA RODRIGUEZ** Grupo de Estudios Técnicos y Conceptos	
Vo.Bo.	**PABLO A. GARZÓN CASARES** Coordinadora Estudios Técnicos y Conceptos	
Aprobó	**GUILLERMO ÁVILA ÁLVAREZ** Subdirector Investigación y Desarrollo	