CONCEPTO TÉCNICO No CT - 5073
Revisión de Estudio Particular de Respuesta Local de Amplificación de Ondas Sísmicas Artículo 7 - Decreto 193 de 2006

1. INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE:	Jorge Alberto Rodríguez – JEOPROBE LTDA Adriana López Moncayo – Curaduría Urbana No 3
PROYECTO:	**TORRES DE SAN ISIDRO (RECODO DE SAN FELIPE ETAPA VII)**
UPZ:	44 Américas
LOCALIDAD:	8 Kennedy
BARRIO:	Hipotecho Occidental
DIRECCIÓN:	Carrera 69D No 1 51 sur
CHIP:	AAA0172WFMR
TIPO DE RIESGO:	Sísmico
EJECUTOR:	JEOPROBE LTDA.
FECHA DE EMISION:	Diciembre 14 de 2007

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, 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 ampliación del alcance del concepto técnico CT-4738 emitido para el proyecto Recodo de San Felipe Etapa VII a la Urbanización Torres de San Isidro. La revisión realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias del informe Asesoría geotécnica y sismológica para la evaluación de la amenaza sísmica del Proyecto Recodo de San Felipe y Urbanización Torres de San Isidro, que se remitió como estudio sísmico local en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 193 de 2006 y de los estudios de suelos de los proyectos Recodo de San Felipe Etapa VII y Urbanización Torres de San Isidro a construirse en el predio ubicado entre la Carrera 69D No 1-51 sur. La solicitud de ampliación del alcance del concepto técnico fue radicada mediante el oficio 2007ER15964 por la firma JEoprobe Ltda. el día 26 de noviembre de 2007.

3. GENERALIDADES DEL PROYECTO

Los estudios entregados para revisión indican que en el lote se van a construir varios proyectos, uno de los cuales corresponde a Recodo de San Felipe Etapa VII que contempla la construcción de dos torres de doce pisos cada una con parqueaderos a nivel de sótano en las áreas periféricas de las torres; el proyecto denominado Urbanización Torres de San Isidro considera la construcción de cuatro torres de doce pisos con sótano común.

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

102800 N 94000 E

El Estudio Asesoría geotécnica y sismológica para la evaluación de la amenaza sísmica del Proyecto Recodo de San Felipe Etapa VII y Urbanización Torres de San Isidro fue elaborado por el Ing. Jorge Alberto Rodríguez, con base en la exploración del subsuelo realizada en los estudios de suelos LFO 11573 y LFO 11573-1, los resultados del laboratorio de pruebas y ensayos de la Pontificia Universidad Javeriana y los resultados de Down Hole realizados por la Firma Ulloa y Díez Ltda.

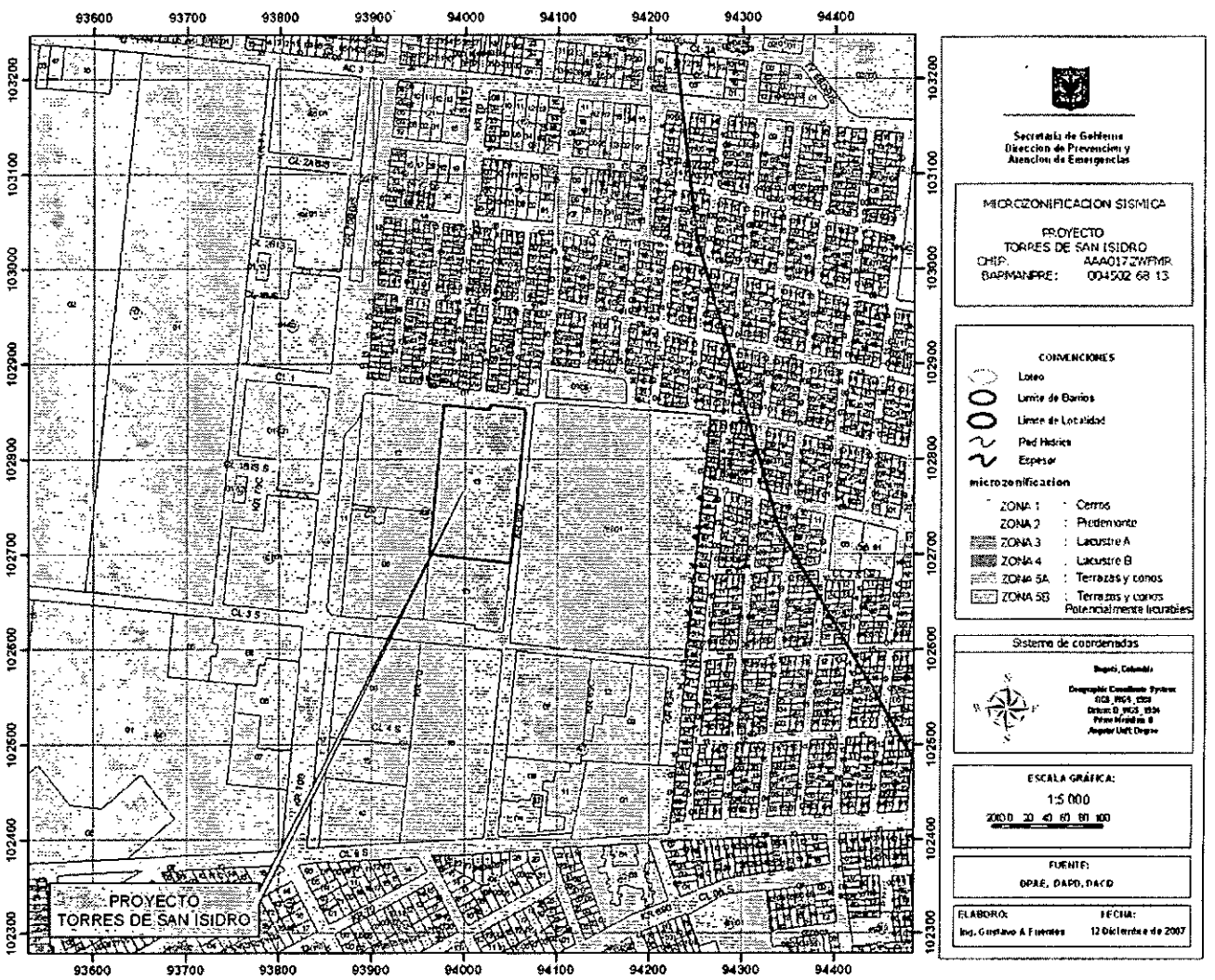


Figura 1. Localización del Proyecto Urbanización Torres de San Isidro

4. REVISIÓN DEL ESTUDIO

La revisión del informe presentado para la Urbanización Torres de San Isidro en 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 5B (Terrazas y Conos potencialmente licuables) de acuerdo con el mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá, conformada por depósitos de arcillas arenosas y arenas densas con lentes ocasionales de arcillas. 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 once (11) perforaciones, con profundidades que varían entre los 10 y 50 m. Se obtuvieron muestras remoldeadas e inalteradas que se utilizaron para su clasificación visual y la realización de ensayos de laboratorio. El resultado de estas perforaciones fue complementado con ensayos de resistencia al corte con veleta in situ, penetración con cono CPT y penetración estándar SPT. Se presentan los registros de las perforaciones realizadas junto con un plano de localización y las tablas resumen de 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 explorada como se describe:

De 0 a 0.3 m rellenos heterogéneos y capa vegetal.

De 0.3 a 0.5 m arcillas color gris de consistencia dura.

De 0.5 a 0.9 m arcilla negra de consistencia dura conocida como neme.

De 0.9 a 3.0 m arena fina gris de compacidad media a alta.

De 3.0 a 4.9 m arcilla arenosa de color café de consistencia dura.

De 4.9 a 7.9 m arena fina gris de compacidad media a alta.

De 7.9 a la profundidad explorada se encuentran intercalaciones de arena fina de color café con arcillas arenosas de consistencia dura.

Después de 50 m y hasta los 150 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 1 se indica la realización de un (1) ensayo de Down-Hole con profundidades de 50 m., con el fin de definir el perfil de la velocidad de onda, Vs, en profundidad. Los resultados del mismo se indican en la figura 3.4 y el perfil de Vs hasta 150 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 3.5. El ensayo Down-Hole lo realizó la firma Ulloa y Diez, obteniendo los siguientes resultados:

0 – 3 m	510 m/s
3 – 11 m	325 m/s
11 – 30 m	412 m/s
30 – 40 m	334 m/s

40 – 50 m 495 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, Ensayos dinámicos de laboratorio, que se ejecutaron dos pruebas de Bender Element y Triaxial Cíclico a esfuerzo controlado en el laboratorio de la Universidad Javeriana a muestras extraídas con tubos Shelby a 10 y 31 m de profundidad, se complementaron las curvas de degradación del material a partir de las curvas dadas por Ishibashi y Zhang (1992) para el tipo de materiales encontrados en la zona del proyecto teniendo en cuenta los niveles de esfuerzos y el índice de plasticidad.

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 3.8.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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

Dado que en el sitio de estudio hay estratos de arenas finas y se encuentra en la Zona 5B (Terrazas y conos potencialmente Licuables), el consultor presentó los cálculos del potencial de licuación para una magnitud de sismo igual a 6.0 y A_{max} de 0.25g, concluyendo que el potencial de licuación es poco probable.

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.

Con base en los resultados de los análisis el consultor recomienda el espectro de diseño que se presenta en la figura 3.17 del estudio y del presente concepto en la Figura 2, donde se aprecia que el espectro propuesto es superior al mínimo de la Zona 5 para periodos menores a 0.5s, para luego adoptar valores de aceleración espectral iguales a los del espectro mínimo de la Zona 5 establecidos en el decreto 193 de 2006.

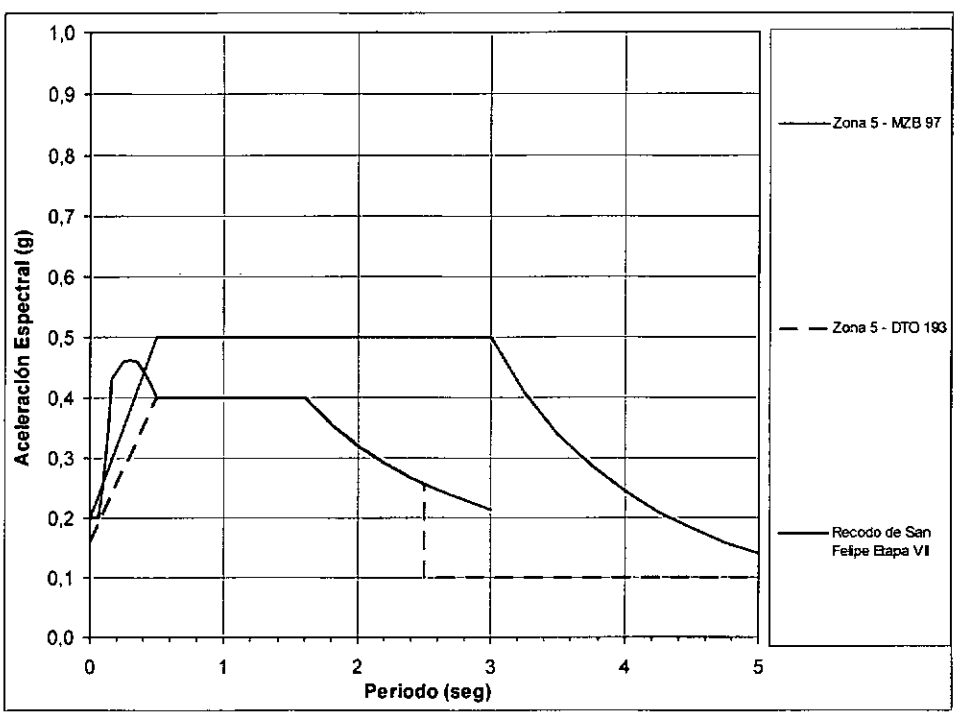


Figura 2. Espectro propuesto Proyecto Urbanización Torres d San Isidro

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

5. 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 mínimos 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.

Realizó

FERNANDO JAVIER DÍAZ PARRA
Ingeniero Civil, MSc Geotecnia
M.P. 25202093681 CND

Aprobó

GUILLERMO ÁVILA ÁLVAREZ
Subdirector Investigación y Desarrollo

Vo.Bo.

DIANA MARCELA RUBIANO VARGAS
DIRECTORA