



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

**CONCEPTO TÉCNICO No CT - 4738**  
**Revisión de Estudio Particular de Respuesta Local**  
**de Amplificación de Ondas Sísmicas**  
**Artículo 7 - Decreto 193 de 2006**

**1. INFORMACIÓN GENERAL**

**ENTIDAD SOLICITANTE:** Adriana López Moncayo – Curaduría Urbana No 3  
Jorge Alberto Rodríguez – JEOPROBE LTDA

**LOCALIDAD:** 8 Kennedy

**BARRIO:** Hipotecho Occidental

**PROYECTO:** **RECODO DE SAN FELIPE ETAPA VII**

**DIRECCIÓN:** Calle 3 sur No 70 - 23

**UPZ:** 44 Américas

**TIPO DE RIESGO:** Sísmico

**EJECUTOR:** Ing. Jorge Alberto Rodríguez.

**FECHA DE EMISION:** Marzo 28 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



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

### DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

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 final "Asesoría geotécnica y sísmológica para la evaluación de la amenaza sísmica del proyecto Recodo de San Felipe Etapa VII" el cual se construirá en el predio ubicado en la Calle 3 sur No 70 - 23, 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 seis torres de 12 pisos con parqueaderos a nivel de sótano en las áreas periféricas de las torres.

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

102614 N      93926 E

El informe "Asesoría geotécnica y sísmológica para la evaluación de la amenaza sísmica del proyecto Recodo de San Felipe Etapa VII" fue elaborado por el Ing. Jorge Alberto Rodríguez, con base en los datos de exploración del subsuelo de la firma LFO Ingenieros de Suelos Ltda. y el apoyo del laboratorio de pruebas y ensayos de la Pontificia Universidad Javeriana.





ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

---

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

---

El concepto técnico No 4722 de Febrero de 2006 emitido por la DPAE relacionado con el estudio de respuesta local del subsuelo se transcribe a continuación con referencia a los requerimientos pertinentes del decreto antes mencionado.

**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.

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.



ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

**DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS**

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.

Sin embargo, para validar la exploración ejecutada es necesario que el consultor anexe al informe los registros de perforación junto con un plano de localización y las tablas resumen de resultados de laboratorio.

El estudio NO 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 |



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

---

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

---

El cumplimiento de este numeral esta condicionado a la aclaración del numeral 4.2 del presente informe.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE 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 DPAAE, 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



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

---

**DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS**

---

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 cumplimiento de este numeral esta condicionado a la aclaración del numeral 4.2 del presente informe.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE 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), es necesario que el consultor realice los análisis de evaluación del potencial de licuación según lo estipulado en el párrafo 8 del artículo 4 del decreto 193 de 2006.

El estudio NO 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, donde se aprecia que el espectro propuesto es superior al mínimo de la Zona 5 establecido en el decreto 193 de 2006.

El cumplimiento de este numeral esta condicionado a la aclaración de los numerales 4.2 y 4.7 del presente informe.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE con este requerimiento.



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

## 5. SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO (MARZO DE 2007)

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

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la revisión anterior.

### 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 consultor anexa mediante el oficio ER3306 radicado el 26 de marzo de 2007 el estudio de suelos elaborado por la firma LFO Ingenieros de Suelos LTDA, donde se presenta los registros de la exploración ejecutada junto con un plano de localización y las tablas resumen de resultados de laboratorio.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

### 5.3 Realizar ensayos de velocidad de onda de corte, $V_s$ , por medio de métodos de campo como down hole, cross hole y otros equivalentes.

El consultor anexa mediante el oficio ER3306 radicado el 26 de marzo de 2007 el estudio de suelos elaborado por la firma LFO Ingenieros de Suelos LTDA, donde se presenta los registros de la exploración ejecutada junto con un plano de localización y las tablas resumen de resultados de laboratorio.

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





ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

**deformaciones (Velocidad de onda de corte en laboratorio, columna resonante, corte simple cíclico, triaxial cíclico, etc.).**

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la revisión anterior.

**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 desde la revisión anterior.

**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 consultor anexa mediante el oficio ER3306 radicado el 26 de marzo de 2007 el estudio de suelos elaborado por la firma LFO Ingenieros de Suelos LTDA, donde se presenta los registros de la exploración ejecutada junto con un plano de localización y las tablas resumen de resultados de laboratorio.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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

El consultor anexa mediante el oficio ER3306 radicado el 26 de marzo de 2007 el numeral 3.5 con 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.

**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.**

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



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

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.

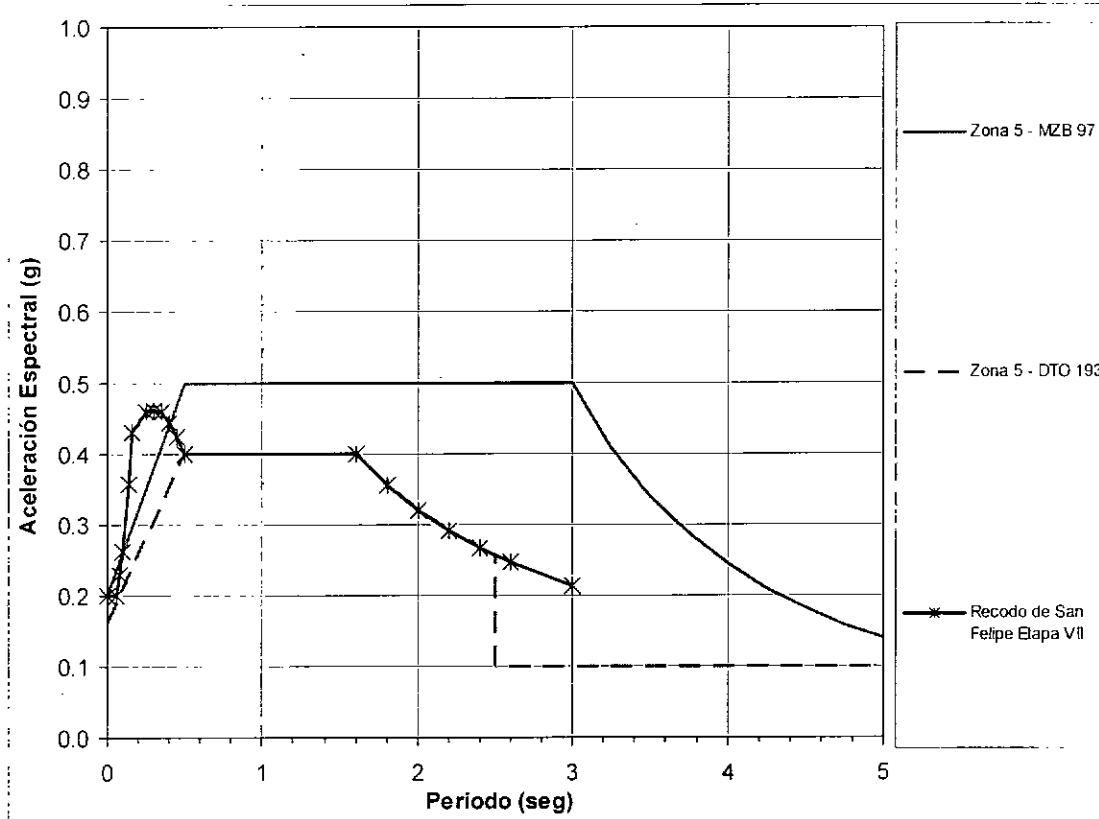


Figura 2. Espectro propuesto Proyecto Recodo de San Felipe Etapa VII

El estudio CUMPLE con este requerimiento.



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

## 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