

	<b>CONCEPTO TÉCNICO DE REVISIÓN DE ESTUDIOS DE RESPUESTA DE AMPLIFICACIÓN LOCAL DE ONDAS SÍSMICAS</b>	Código:	GPR-FT-09
		Versión:	01
		Código Documental:	

## 1 INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1	CONCEPTO TÉCNICO No. CT:	5415
1.2	ÁREA:	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
1.3	COORDINACIÓN:	CONCEPTOS TÉCNICOS
1.4	REFERENCIA CRUZADA RADICADO FOPAE:	2008ER14467
1.5	RESPUESTA OFICIAL No. RO:	33161

## 2 INFORMACIÓN GENERAL

2.1	SOLICITANTE:	JUAN REINALDO SUÁREZ MEDINA CURADURÍA URBANA NO.1
2.2	PROYECTO:	LICEO FRANCÉS LOUIS PASTEUR
2.3	LOCALIDAD:	2 CHAPINERO
2.4	UPZ:	88 EL REFUGIO
2.5	BARRIO O SECTOR CATASTRAL:	LA CABRERA
2.6	DIRECCIÓN:	CALLE 87 No. 7-67
2.7	CHIP:	AAA0096WCMR
2.8	FECHA DE EMISIÓN:	3 DE DICIEMBRE DE 2008
2.9	EJECUTOR DEL ESTUDIO:	JEOPROBE Ltda.

## 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

	<b>CONCEPTO TÉCNICO DE REVISIÓN DE ESTUDIOS DE RESPUESTA DE AMPLIFICACIÓN LOCAL DE ONDAS SÍSMICAS</b>	Código:	GPR-FT-09
		Versión:	01
		Código Documental:	

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, del informe "Asesoría Geotécnica y Sismológica para la Evaluación de la Amenaza Sísmica del Proyecto Liceo Francés Louis Pasteur" elaborado por el Ing. Jorge Alberto Rodríguez, a construirse en el predio ubicado en la Calle 87 No. 7-67 de Bogotá. El cual fue radicado el 12 de Noviembre de 2008 mediante oficio 2008ER14467, por el Arq. Juan Reinaldo Suárez Medina de la Curaduría Urbana No.1 en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 193 de 2006.

#### 4 GENERALIDADES DEL PROYECTO "LICEO FRANCÉS LOUIS PASTEUR"

De acuerdo con el consultor, el proyecto contempla el reforzamiento estructural de tres edificios existentes propiedad de la Asociación Colombo Francesa de Enseñanza Liceo Francés Louis Pasteur.

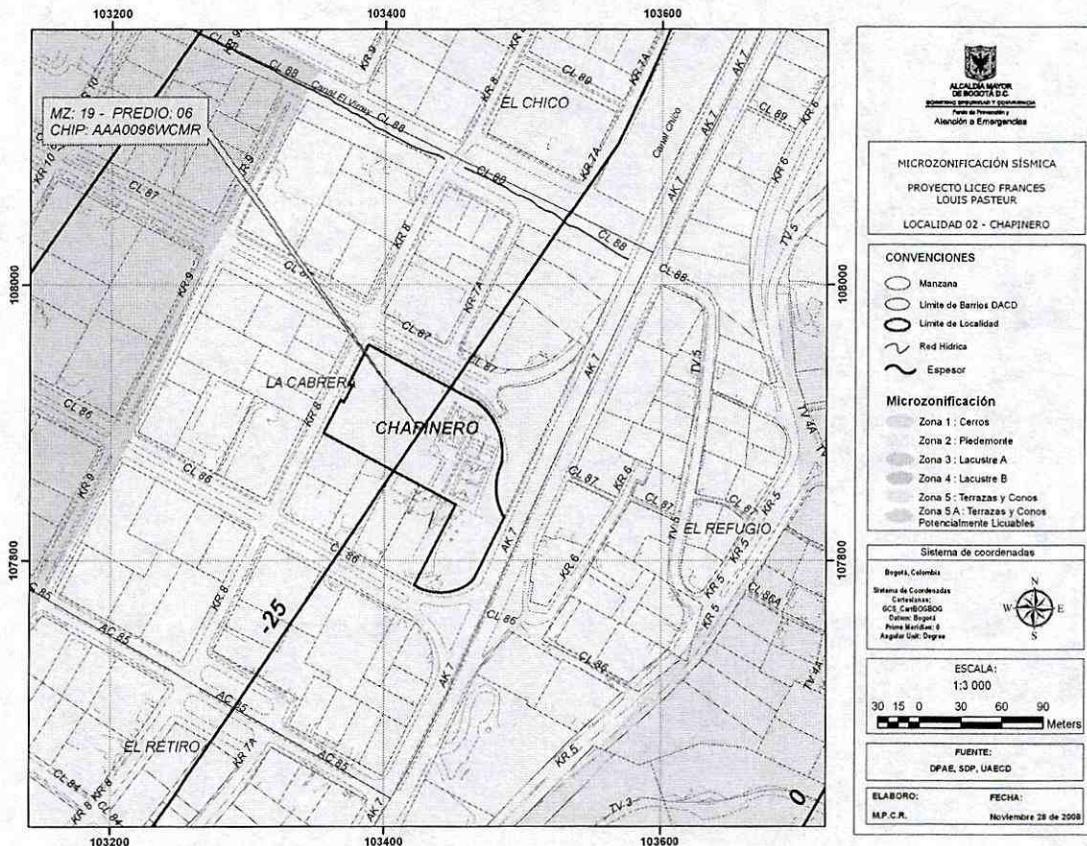
Los edificios fueron construidos hace aproximadamente 50 años, forman parte del Patrimonio Cultural de la Nación y presentan las siguientes características: el edificio principal tiene forma de "U" y cuenta con tres y cuatro niveles, el edificio Maternal tiene tres niveles y el edificio CDI (Centro de Documentación e Información) de tres niveles.

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

107900 N                      103450 E

El informe "Asesoría Geotécnica y Sismológica para la Evaluación de la Amenaza Sísmica del Proyecto Liceo Francés Louis Pasteur" fue elaborado por el Ing. Jorge Alberto Rodríguez, con base en los datos de exploración del subsuelo de la firma AUS Cía. S.A. y de un ensayo ReMi (Refraction Microtremor) realizado por JEOPROBE Ltda.

	<b>CONCEPTO TÉCNICO DE REVISIÓN DE ESTUDIOS DE RESPUESTA DE AMPLIFICACIÓN LOCAL DE ONDAS SÍSMICAS</b>	Código:	GPR-FT-09
		Versión:	01
		Código Documental:	



**Figura 1. Localización del Proyecto Liceo Francés Louis Pasteur.**

## 5 PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO- CONCEPTO TÉCNICO NO. CT-5415 (FECHA: 02/12/2008)

La revisión del informe presentado para el proyecto Liceo Francés Louis Pasteur 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 corroborar 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.

	<b>CONCEPTO TÉCNICO DE REVISIÓN DE ESTUDIOS DE RESPUESTA DE AMPLIFICACIÓN LOCAL DE ONDAS SÍSMICAS</b>	Código:	GPR-FT-09
		Versión:	01
		Código Documental:	

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

En los numerales 1.1 y 3.2 del informe, se indica que el sitio del proyecto se encuentra localizado en la Zona 2 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 estudios de zonificación incluidos en el proyecto de Microzonificación Sísmica de Bogotá.

De acuerdo con el Numeral 1.3.2 del informe, para conocer el perfil y propiedades del subsuelo en el lote del proyecto, la firma AUS Cía. S.A. realizó siete (7) sondeos que alcanzaron profundidades entre 8 y 30 m; donde se obtuvieron muestras remoldeadas que se utilizaron para su clasificación visual y realización de ensayos de laboratorio. El resultado de estas perforaciones fue complementado con pruebas de penetración estándar SPT.

Según el numeral 4.2 del estudio de suelos, 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 a continuación:

- De 0 a 0.3 m: Placas de concreto apoyadas sobre recebo.
- De 0.3 a 1.5 m: Rellenos arcillosos conformados por tierras varias, escombros y capa vegetal.
- De 1.5 a 4/16 m: Limos arcillosos y limos arenosos de color café y gris oscuro de consistencia media a blanda con lentes de arena y grava.
- De 4/16 hasta la profundidad de explotación (30 m): Coluvión conformado por gravas y bloques de arenisca en matriz arcillo arenosa de color café muy compacta.

Con base en los resultados del ensayo geofísico y en las perforaciones realizadas en el sitio se determinó la localización del basamento rocoso en 35 m. En la perforación P2 se penetró desde 11 hasta 15.5 m en bloques de arenisca.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

	<b>CONCEPTO TÉCNICO DE REVISIÓN DE ESTUDIOS DE RESPUESTA DE AMPLIFICACIÓN LOCAL DE ONDAS SÍSMICAS</b>	Código:	GPR-FT-09
		Versión:	01
		Código Documental:	

**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 3.2 y los anexos del informe, en el lugar del estudio se realizó un ensayo ReMi (Refraction Microtemor) ejecutado por la firma JEOPROBE Ltda., el cual logró identificar el perfil de velocidad de onda de corte hasta una profundidad de 50 m. En la figura 3.6 del informe se presenta el perfil de velocidades interpretado a lo largo de la línea de medición. A continuación se resumen los valores determinados a partir de los resultados de la prueba.

Profundidad (m)	Vs (m/s)	v
0-4	116	0.44
4-8	134	0.44
8-12	195	0.35
12-20	309	0.34
20-28	410	0.34
28-36	816	0.34
36-43	1111	0.34
43-50	1163	0.34

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 3.2 del informe y revisando los registros de perforación no fue posible obtener muestras inalteradas para ejecutar ensayos dinámicos, debido a la naturaleza de los materiales encontrados. El consultor asignó las curvas de degradación del módulo y de amortiguamiento utilizando los siguientes criterios:

- La curva 1 corresponde a arcillas con gravas, se obtuvo a partir de promediar las curvas de degradación del módulo y de amortiguamiento considerando el predominio de materiales finos y gravas respectivamente. Para determinar la curva de los materiales finos se utilizaron los datos reportados por Vucetic y Dobry en 1991 y las fórmulas de Ishibashi y Zhang 1993 y para las gravas se tuvieron en cuenta los datos reportados por Katayama et al en 1986.
- La curva 2 corresponde a una arcilla de baja plasticidad, se obtuvo a partir de los datos reportados por Vucetic y Dobry en 1991 y las fórmulas de Ishibashi y Zhang 1993 con un índice de plasticidad de 15 y una presión de confinamiento de 30 kPa.

	<b>CONCEPTO TÉCNICO DE REVISIÓN DE ESTUDIOS DE RESPUESTA DE AMPLIFICACIÓN LOCAL DE ONDAS SÍSMICAS</b>	Código:	GPR-FT-09
		Versión:	01
		Código Documental:	

- La curva 3 corresponde a una arcilla arenosa con gravas y se obtuvo a partir de los datos reportados por Kokoshu et al en 1987.

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 2.4 del informe, se utilizaron un total de 14 acelerogramas de los sismos alternativos aprobados por la DPAE y el acelerograma del sismo de México empleado en el estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá, 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 3.2, mientras que las curvas dinámicas empleadas se presentan en la figura 3.7.

Dentro del modelo unidimensional planteado por el consultor, se consideran tres (3) diferentes tipos de materiales y 12 estratos de suelo, desde superficie hasta 35 m de profundidad donde el consultor consideró que se localiza en contacto con el basamento rocoso.

Debido a las condiciones topográficas del sitio se realizó una modelación bidimensional utilizando el programa de elementos finitos PLAXIS Professional V8, considerando el suelo como un material elástico y utilizando un esquema de amortiguamiento numérico de tipo Rayleigh, con parámetros alfa y beta que dependen de la frecuencia del sistema y de la relación de amortiguamiento. En las figuras 3.10 y 3.19 del informe se presenta el modelo empleado para los análisis, la distribución de materiales y el nodo en el que se calcularon las historias de aceleraciones. En la tabla 3.3 del informe se presentan las propiedades elásticas empleadas en los análisis.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. GOBIERNO SEGURIDAD Y CONVIVENCIA Fondo de Prevención y Atención a Emergencias</p>	<b>CONCEPTO TÉCNICO DE REVISIÓN DE ESTUDIOS DE RESPUESTA DE AMPLIFICACIÓN LOCAL DE ONDAS SÍSMICAS</b>	Código:	GPR-FT-09
		Versión:	01
		Código Documental:	

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

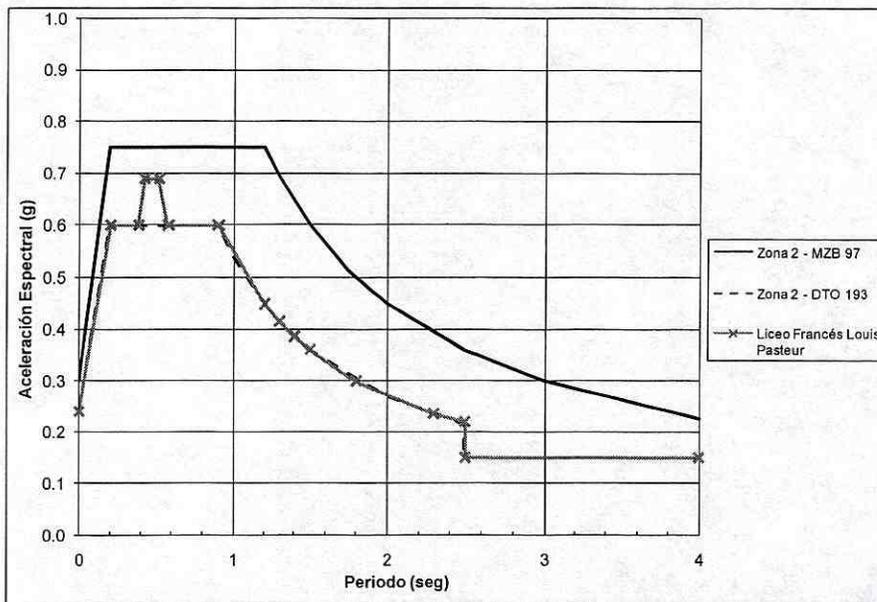
Debido a que el sitio del estudio se encuentra en la Zona 2 - Piedemonte y a que en la exploración del subsuelo no se identificaron superficialmente capas de arenas sueltas, limpias y saturadas, no es necesaria la evaluación del potencial de licuación.

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.**

Con base en los resultados de la modelación el consultor recomienda utilizar como espectro de diseño el mostrado en la Figura 3.24 del informe, el cual se presenta en la Figura 2 del presente concepto. El espectro propuesto toma los valores del espectro mínimo de Zona 2 - Piedemonte desde 0 hasta 0.38 segundos donde asciende hasta 0.69 g en 0.42 segundos continuando con este valor hasta 0.51 segundos, donde desciende en 0.57 segundos para continuar con los valores del espectro mínimo de la Zona 2 - Piedemonte.

El espectro propuesto por el consultor tiene un coeficiente de importancia igual a 1, y dado que la construcción corresponde a una institución educativa, el espectro de diseño se debe afectar por un coeficiente de importancia de 1.1.



**Figura 2. Espectro de diseño recomendado para el proyecto Liceo Francés Louis Pasteur.**

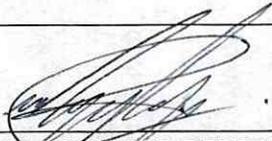
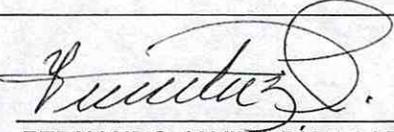
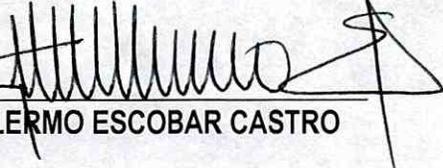
El estudio CUMPLE con este requerimiento.

	<b>CONCEPTO TÉCNICO DE REVISIÓN DE ESTUDIOS DE RESPUESTA DE AMPLIFICACIÓN LOCAL DE ONDAS SÍSMICAS</b>	Código:	GPR-FT-09
		Versión:	01
		Código Documental:	

## 6 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.

<p><b>Elaboró:</b> </p> <p><b>Nombre:</b> CARLOS JAVIER PEDRAZA ALFONSO Profesión: Ingeniero Civil, MSc Geotecnia. Matrícula Profesional: M.P. 15202098211BYC.</p>	<p><b>Revisó:</b> </p> <p><b>Nombre:</b> FERNANDO JAVIER DÍAZ PARRA Coordinación de Conceptos Técnicos</p>
<p><b>Aprobó:</b> </p> <p><b>Nombre:</b> GUILLERMO ESCOBAR CASTRO Dirección DPAAE – Representante Legal FOPAE</p>	