



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

CONCEPTO TÉCNICO No CT - 4815
Revisión de Estudio Particular de Respuesta Local
de Amplificación de Ondas Sísmicas
Artículo 7 - Decreto 193 de 2006

1. INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE: Dr. Natalia Laurens Acevedo - IDU
PROYECTO: INTERCEPCIÓN PUENTE ARANDA
LOCALIDAD: 16 Puente Aranda
UPZ: 111 Puente Aranda
BARRIO: Batallón Caldas
DIRECCIÓN: Carrera 50 con Calle 13 y Avenida Américas
TIPO DE RIESGO: Sísmico
EJECUTOR: Restrepo y Uribe Ltda.
FECHA DE EMISION: Junio 6 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, acogiéndose 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 párrafo 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.



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

El presente concepto técnico corresponde a la primera revisión realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, del *"informe final de Espectro de Sitio para Intersecciones a Desnivel"* elaborado por la firma Restrepo y Uribe Ltda. como parte del contrato de consultoría para las obras de vías, intersecciones, puentes peatonales y espacio público que conforman el Grupo G, Zona D, de proyectos de valorización en Bogotá D.C., a construirse en la intersección de Puente Aranda, que se remite como estudio sísmico local en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 193 de 2006.

3 GENERALIDADES DEL PROYECTO

De acuerdo con el informe en la intersección de Puente Aranda confluyen las siguientes cuatro vías de la malla vial arterial, de gran uso y utilidad: Avenida de las Américas, Avenida Batallón Caldas (Cr 50), Avenida Colón (Cl 13) y Avenida de los Comuneros (Av Cl 6).

El proyecto contempla los estudios y diseños de las mejoras geométricas, tanto de las conectantes elevadas como de las conectantes a nivel, y espacio público, la ampliación de conectantes a desnivel y la revisión y complementación de las redes de servicios públicos de esta intersección.

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

103445 N 96755 E

El *"informe final de Espectro de Sitio para Intersecciones a Desnivel"* fue elaborado por el Ing. Jorge Alberto Rodríguez para la firma Restrepo y Uribe Ltda.

4 REVISIÓN DEL ESTUDIO

La revisión del informe presentado para la Intersección de Puente Aranda 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.



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

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.

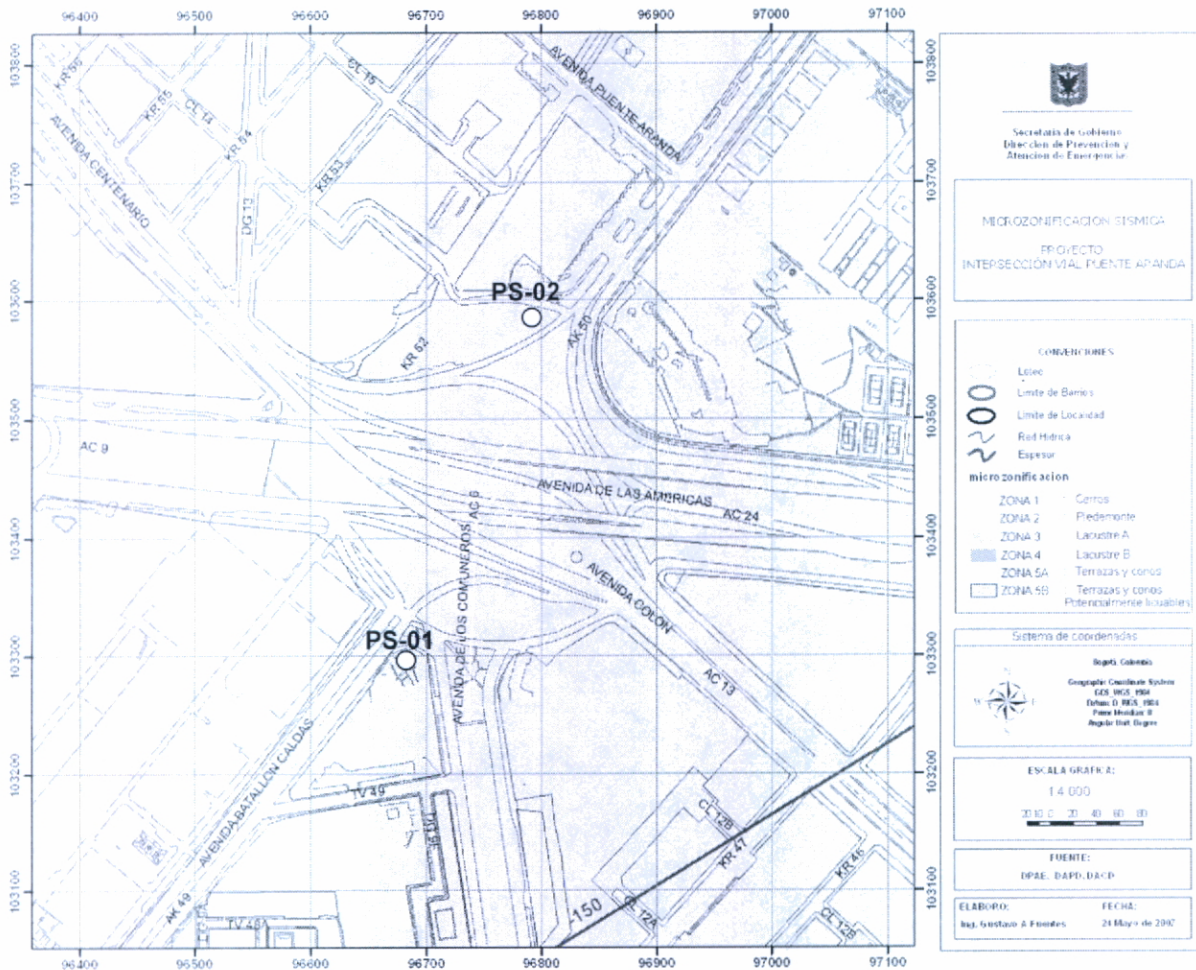


Figura 1. Localización de la Intersección de Puente Aranda

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

En la introducción y en el numeral 3.1.1, se indica que el sitio del proyecto se encuentra localizado en la Zona 3 (Lacustre A) según el decreto 193 de 2006, la cual es consistente con la localización presentada en la Figura 1 del presente concepto.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.





ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

4.2 Para estos estudios, todos los datos de campo deben provenir de mínimo una perforación de 50 m en suelos blandos o penetrar mínimo 5 m en roca 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 3.1.3, para conocer el perfil y propiedades del subsuelo Restrepo y Uribe Ltda. realizó dos (2) perforaciones las cuales alcanzaron 50 m de profundidad, donde se obtuvieron muestras remoldeadas e inalteradas que se utilizaron para su clasificación visual y realización de ensayos de laboratorio, el resultado de estas perforaciones fue complementado con ensayos de penetración estándar SPT y en cada una de las exploraciones se realizaron pruebas de Down Hole. Los registros de perforación junto con el plano de la localización se presentan en el Anexo 1 del informe.

Según el numeral 3.1.3, 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:

Perforación PS-01 al sur de la intersección

- 0 a 1.8 m. Rellenos gravo areno limoso habano.
- 1.8 a 8.0 m. Limo arenoso carmelito y habano con lentes de arena fina de consistencia media.
- 8.0 a 15.6 m. Arcilla limosa carmelito grisáceo de consistencia blanda.
- 15.6 a 22.8 m. Limo arenoso carmelito con lentes de arena fina de consistencia media a firme.
- 22.8 a 24.7 m. Arcilla limosa carmelito grisáceo de consistencia media.
- 24.7 a 28.8 m. Turba con intercalaciones de arena limosa carmelita y habana de consistencia media.
- 28.8 a 32.8 m. Arena fina a gruesa carmelito de compacidad alta.
- 32.8 a 37.2 m. Limo arcilloso de color carmelito de consistencia media.
- 37.2 a 50.0 m. Arena fina habana con lentes de limo arcilloso carmelito de compacidad alta.

Perforación PS-02 al norte de la intersección

- 0 a 1.8 m. Rellenos gravo areno limoso carmelito de compacidad alta.
- 1.8 a 7.5 m. Arcilla arenoso carmelito y habano de consistencia media.
- 7.5 a 13.8 m. Arcilla limosa carmelito grisáceo de consistencia blanda.
- 13.8 a 19.6 m. Limo arenoso carmelito con lentes de arena fina de consistencia media a firme.
- 19.6 a 23.4 m. Arcilla limosa carmelito claro de consistencia media.



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

- 23.4 a 30.6 m. Turba con intercalaciones de arcilla limosa carmelita y habana de consistencia media.
- 30.6 a 50 m. Arena fina habana con lentes de limo arenoso carmelito de compacidad media a alta.

Después de 50 m y hasta los 160 a 170 m donde el consultor adoptó la profundidad aproximadamente el basamento rocoso de acuerdo con el mapa de espesores de sedimento que indica que esta entre 150 y 175 m, 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 3.1.3, en cada uno de los sondeos se indican la realización de ensayos de Down-Hole a profundidades de 50 m con el fin de definir el perfil de la velocidad de onda, Vs. La prueba en el sondeo PS-01 la realizó la firma Ulloa y Díez Ltda. y en el PS-02 la firma AM Ingenieros. Los resultados de los mismos se indican en la Figura 3.4. El perfil de Vs hasta 170 m de profundidad se adopta aumentando la velocidad en proporción a la raíz cuadrada de la profundidad por efecto del confinamiento. A continuación se resumen los valores determinados a partir de los registros de cada prueba.

Perforación PS-01 al sur de la intersección por Ulloa y Díez

- 1 – 3 m 168 m/s
- 3 – 19 m 176 m/s
- 19 – 30 m 255 m/s
- 30 – 50 m 343 m/s

Perforación PS-02 al norte de la intersección por AM Ingenieros

- 1 – 4 m 164 m/s
- 4 – 14 m 107 m/s
- 14 – 19 m 274 m/s
- 19 – 26 m 226 m/s
- 26 – 30 m 146 m/s
- 30 – 36 m 152 m/s
- 36 – 40 m 203 m/s
- 40 – 50 m 179 m/s

El estudio CUMPLE con este requerimiento.



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

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 a muestras obtenidas con tubo Shelby a seis profundidades diferentes: 15, 23, y 35 m de PS-01 y 6, 21 y 36 de PS-02. Para cada profundidad se ejecutaron pruebas de bender element y triaxiales cíclicos de esfuerzo controlado. Los resultados de las pruebas de laboratorio se presentan anexos al informe.

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 se utilizaron un total de 14 acelerogramas de los sismos alternativos aprobados por la DPAAE, acogiéndose a lo establecido en el numeral 3 del artículo 7 del decreto 193 de 2006. Adicionalmente emplea el consultor el sismo de México del estudio de Microzonificación 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 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 las Tablas 3.1 y 3.2, mientras que las características de los materiales se indican gráficamente en las Figuras 3.10 y 3.11.

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 3, y a que en la exploración del subsuelo no se identificaron superficialmente capas de arenas finas limpias saturadas, no es necesaria la evaluación del potencial de licuación.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

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 3.23 y 3.36 del estudio, que se ilustra en la Figura 2 del presente concepto. Este espectro de respuesta comienza con un valor de S_a de 0.25g que aumenta linealmente hasta llegar a 0.8g en 0.2s, a partir de 0.2s y hasta 0.6 el valor de S_a es constante e igual a 0.8g, de 0.6s hasta 0.8s el espectro descende hasta un valor de S_a de 0.5 para luego continuar con los valores del mínimo de la zona 3 del decreto 193 de 2006.

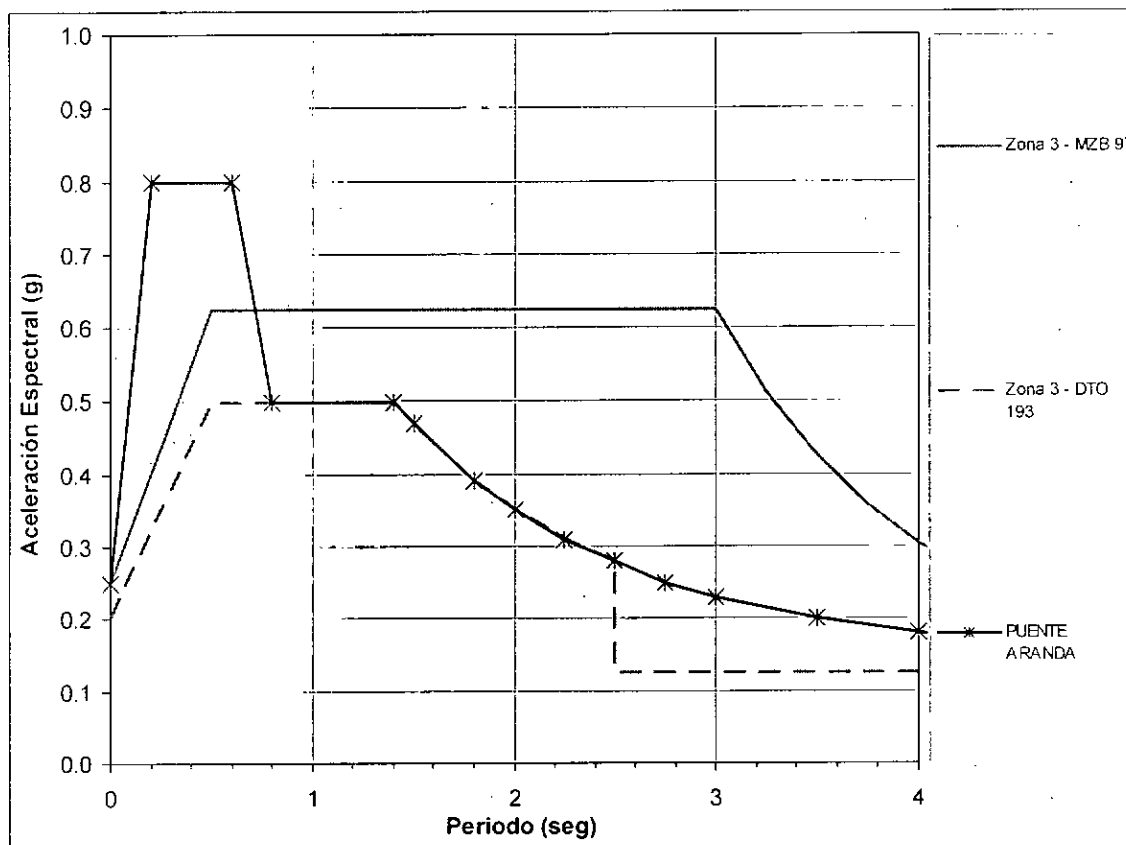


Figura 2. Espectro de diseño recomendado para la Intersección de Puente Aranda

El estudio CUMPLE con este requerimiento.



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

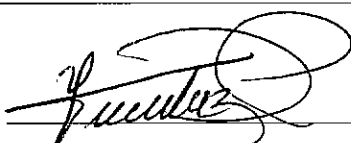
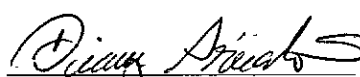
Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

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.

Elaboró	FERNANDO JAVIER DÍAZ P. Ingeniero Civil, MSc (c) Geotecnia M.P. 25202-093681 CND	
Revisó	DIANA PATRICIA ARÉVALO S. Coordinadora Grupo Estudios Técnicos	
Aprobó	GUILLERMO ÁVILA ÁLVAREZ Subdirector Investigación y Desarrollo	