



Secretaría  
**GOBIERNO**

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y  
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS




---

**CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA**

---

**ACTUALIZACIÓN CONCEPTO TÉCNICO No. CT- 4345 de 2006**

**Revisión de Estudio Particular de Respuesta Local  
de Amplificación de Ondas Sísmicas  
Artículo 7 - Decreto 074 de 2001**

**1. INFORMACIÓN GENERAL**

<b>ENTIDAD SOLICITANTE:</b>	Gonzalo Vargas Ayala Curaduría Urbana No. 2
<b>LOCALIDAD:</b>	Engativá (10)
<b>BARRIO:</b>	Santa Rosa
<b>PROYECTO:</b>	<b>PARQUES DE PONTEVEDRA</b>
<b>UPZ:</b>	26 Las Ferias
<b>TIPO DE RIESGO:</b>	Sísmico
<b>EJECUTOR:</b>	Espinosa & Restrepo - Ingeniería de Suelos
<b>FECHA DE EMISION:</b>	Abril 20 de 2006
<b>REVISIÓN COMPLEMENTARIA:</b>	Mayo 5 de 2006

**2. ANTECEDENTES**

De acuerdo con el Decreto 074 del 30 de enero de 2001, por el cual se complementa y modifica el Código de Construcción de Bogotá, D.C., se identifican los límites de Microzonificación Sísmica de Bogotá, D.C. y se adoptan los espectros de diseño, se establece que las construcciones y edificaciones de cualquier índole que se levanten en Bogotá, D. C. o que sean ampliadas, adecuadas o modificadas en forma tal que conlleven intervención estructural, deberán diseñarse y construirse dependiendo de la zona en la cual se encuentren según la Microzonificación Sísmica, acogiéndose al efecto los espectros 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





Secretaría  
**GOBIERNO**

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y  
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



## CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

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 el caso. Adicionalmente, el parágrafo único del artículo 7 del Decreto 074 de 2001, 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 Fondo de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá, D.C. – FOPAE - y la Sociedad Colombiana de Geotecnia – SCG – han acordado la realización de una asesoría técnica por parte de la SCG al FOPAE, en la Revisión de Estudios y Metodologías de Evaluación de Riesgo Sísmico y por Fenómenos de Remoción en Masa.

El presente concepto técnico corresponde a la **primera revisión** realizada por la Sociedad Colombiana de Geotecnia del Estudio Particular de Respuesta Local de Amplificación de Ondas Sísmicas, para el sitio donde se localizará el proyecto "Parques de Pontevedra", barrio Santa Rosa, de la localidad de Engativá en la ciudad de Bogotá, en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 074 de 2001. Con base en anexos faltantes remitidos por el consultor se realizó una revisión complementaria.

### 3. GENERALIDADES DEL PROYECTO "PARQUES DE PONTEVEDRA"

De acuerdo con el estudio objeto de la presente revisión, el proyecto constará de siete (7) torres de 17 pisos y una zona de plataforma de dos (2) sótanos, proyectada adyacente a los edificios. Las estructuras se proyectaron en muros de concreto con luces entre ejes de muros entre 4.5 y 3.5m para las torres y hasta de 5.0 m para los parqueaderos. Las cargas estimadas por el sistema de áreas aferentes, son inferiores a 270 toneladas para los edificios e inferiores a 38 toneladas para la zona de plataforma.

La localización de la edificación del proyecto corresponde a las siguientes coordenadas planas aproximadas:

110231.18 N  
99426.13 E

El estudio particular de respuesta local de amplificación de ondas sísmicas del subsuelo para el sitio donde será construido el edificio "Parques de Pontevedra" fueron realizados por la firma ESPINOSA & RESTREPO INGENIERÍA DE SUELOS.





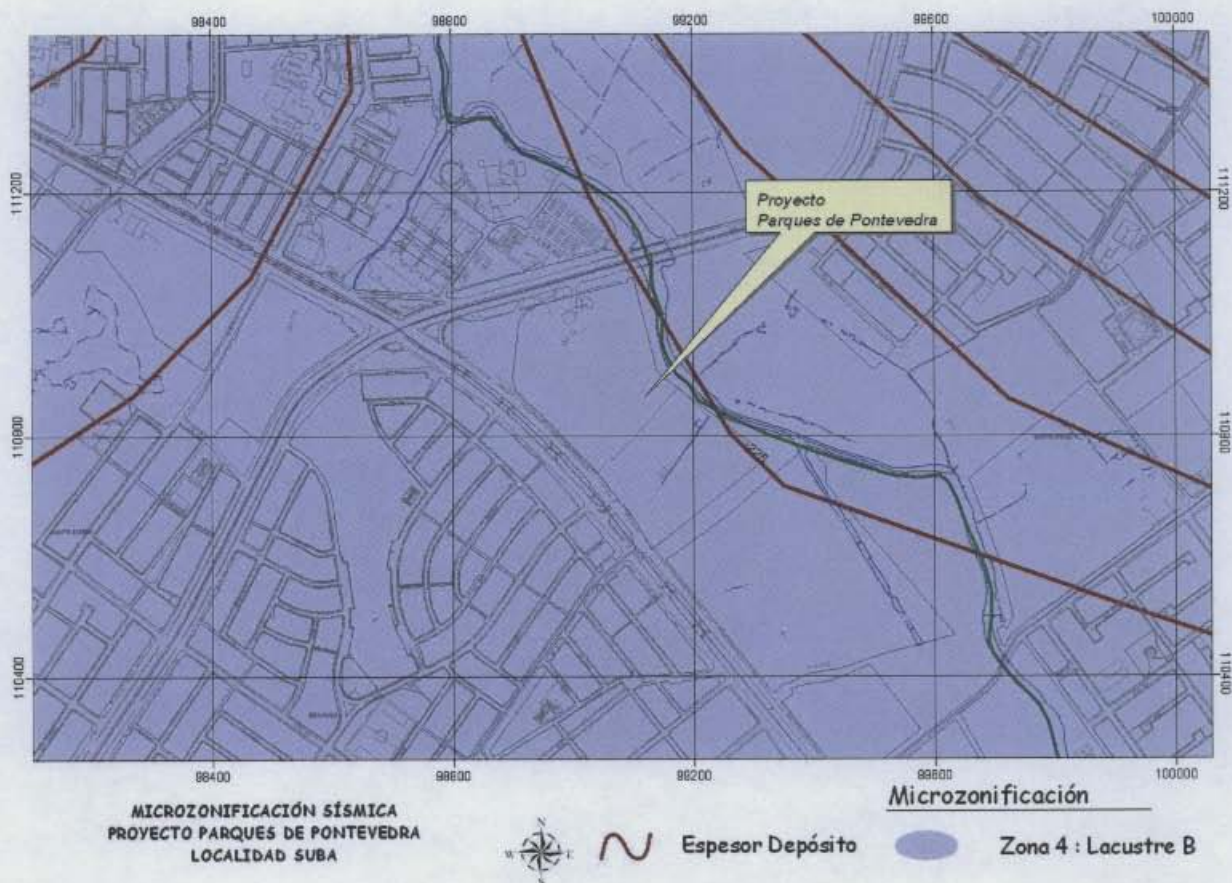
Secretaría  
**GOBIERNO**

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y  
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



**CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA**



**Figura 1 Localización General del Proyecto Parques de Pontevedra**

#### 4. REVISIÓN INICIAL DEL ESTUDIO DE FECHA ABRIL DE 2006

La revisión del informe EYR-S 6383 correspondiente al "Análisis de Microzonificación Local para el Proyecto a Construirse en la Avenida Boyacá con Calle 80 de Bogotá D.C.", se hizo a la luz de los requerimientos consignados en el Decreto 074 de 2001 para este tipo de estudios.





Secretaría  
**GOBIERNO**

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y  
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



## CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

El propósito de la revisión es verificar que el estudio cumpla con lo dispuesto dentro del decreto, de manera que se pueda evaluar de forma razonable la validez del espectro de diseño recomendado, cuando dicho espectro es diferente al espectro de diseño definido por el Decreto 074.

El concepto técnico relacionado con el estudio de respuesta local del subsuelo, se presenta 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 la sección 1.0 del informe, Antecedentes y Proyecto, se define la localización del proyecto de acuerdo con el mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá, ubicándolo en la Zona 4 – Lacustre B. Esta ubicación esta acorde con el Decreto 074 de 2001.*

*En la misma sección del informe, se indica que de acuerdo con el mapa de espesor de suelos de la ciudad de Bogotá (estudio de microzonificación sísmica de la ciudad), la roca se debe encontrar en el sitio a una profundidad del orden de 250 m.*

*El estudio CUMPLE con el presente requerimiento.*

### 4.2 Para estudios de respuesta sísmica local, 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.

*En el numeral 2.0 del estudio, Investigación Subsolar, se menciona la realización de nueve (9) sondeos, 1 de 50m, 2 de 40m, 2 de 20m y 4 de 10m, los cuales supuestamente se presentan en anexo 1. Sin embargo, en el informe no se encontró el referido Anexo 1.*

*Bajo la profundidad de 50m y hasta los 250m en donde se encuentra el basamento rocoso, el perfil geotécnico se complementó según el informe con la información suministrada por la perforación realizada en la Universidad de los Andes en la Avenida Cundinamarca. Sin embargo, el registro de dicha perforación tampoco se presenta en el anexo. Adicionalmente, el estudio no hace referencia a los criterios que se utilizaron para extrapolar el perfil geotécnico entre 50 y 250m*





Secretaría  
**GOBIERNO**

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y  
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



## CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

*De acuerdo con los resultados de la exploración, el nivel freático se aloja cercano a 5.5m de profundidad para el sitio del proyecto, tal y como se menciona en el numeral 2.2 del informe.*

*El estudio NO CUMPLE satisfactoriamente con los requerimientos de exploración.*

### **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.**

*Para el estudio de respuesta sísmica local, el informe reporta que la Universidad de los Andes realizó un (1) ensayo Down Hole, utilizando un geófono multiaxial. Sin embargo, los registros de campo de este ensayo no se presentan como se menciona en el informe.*

### **INCUMPLIMIENTO**

### **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.).**

*En Los numerales 2.3 y en el 2.5, Triaxial Cíclico, Módulo Cortante en Laboratorio y Columna Resonante, el consultor indica que se realizaron ensayos dinámicos de laboratorio sobre dos (2) muestras representativas del perfil geotécnico definido como modelo de análisis. Una de las muestras se tomó sobre una arcilla limosa de consistencia blanda a una profundidad de 16.2m y la otra muestra según el informe se tomó a unas profundidades de 40.2 sobre una arcilla gris de consistencia firme. Aparentemente sobre cada una de las muestras se ejecutaron ensayos triaxiales cíclicos, ensayos de columna resonante y medición de la velocidad de propagación de ondas de corte. Sin embargo, en ningún aparte del informe se presentan los resultados de estos ensayos.*

*Por otra parte se evidencian inconsistencias sobre los datos de estos ensayos. Según el consultor, las muestras se consolidaron a esfuerzos equivalentes a 0.65 veces el esfuerzo efectivo vertical. Sin embargo, para la muestra a 16.2m la tabla de la página 19 reporta un esfuerzo efectivo de 7.15 t/m<sup>2</sup> y la muestra fue consolidada a 8.5 t/m<sup>2</sup>. Tampoco es claro para la Sociedad la forma como el consultor calcula los esfuerzos efectivos o porqué se presentan diferencias entre estos valores cuando la presión de poros es cero.*





Secretaría  
**GOBIERNO**

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.  
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y  
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



**CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA**

*De acuerdo con lo anterior, el estudio NO CUMPLE con el requisito de realizar ensayos dinámicos de laboratorio.*

**4.5 Utilizar todos los acelerogramas del proyecto de microzonificación sísmica de Bogotá, en la obtención del espectro de respuesta en superficie.**

*En total, fueron considerados tres (3) diferentes acelerogramas para la obtención del espectro de respuesta: uno (1) para la fuente cercana, uno (1) para la fuente regional o intermedia y uno (1) para la fuente lejana.*

*En el estudio no se mencionan los nombres de los tres (3) registros de aceleración definidos por el Decreto 074 de 2001. Sin embargo, en el numeral 3.2, Análisis de Respuesta Dinámica y Espectros, el consultor comenta en el segundo párrafo que los tres sismos establecidos en el Decreto de Microzonificación, fueron corregidos para aceleraciones máximas de 0.03, 0.22 y 0.20g, para fuentes lejana, cercana y regional respectivamente. La SCG considera que el consultor debe aclarar las aceleraciones a las cuales fueron escalados los acelerogramas de diseño, debido a que en el párrafo mencionado se están citando valores de aceleración máxima diferentes a los estipulados dentro del Decreto.*

**CUMPLIMIENTO PARCIAL**

**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.**

*Dada la ubicación del sitio de estudio en zona plana (Zona 4 –Lacustre B) alejada de los cerros de la ciudad, donde la pendiente del terreno es inferior a 10 grados y los materiales del subsuelo no presentan variaciones importantes de su espesor, a la luz del Decreto 074 se hace suficiente el empleo de modelos unidimensionales para establecer el comportamiento sísmico del conjunto de materiales que conforman el subsuelo.*

*En el estudio realizado por el consultor se utilizó un modelo bidimensional de estratigrafía horizontal mediante el programa de computador QUAKE, basado en elementos finitos y en el modelo lineal equivalente. De esta manera se evaluaron los espectros de respuesta, tanto en superficie como a diferentes profundidades, de acuerdo con los niveles de cimentación proyectados.*





Secretaría  
**GOBIERNO**

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y  
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



## CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

*En el numeral 3.1 del informe, Metodología y Datos de Entrada, se menciona que con el objeto de definir las dimensiones de la malla del modelo numérico, se calcularon los periodos y las frecuencias fundamentales de los registros de entrada definidos en el Decreto. Después de una revisión minuciosa, la Sociedad Colombiana de Geotecnia considera que los valores de periodos y frecuencias fundamentales obtenidos para cada uno de los registros de aceleraciones son incorrectos, lo cual puede llevar a un dimensionamiento equivocado de la malla. Está comprobado que una mala definición de la malla en el modelo numérico, conlleva a resultados de espectros de respuesta equivocados.*

*El estudio NO CUMPLE con este requerimiento.*

### **4.7 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 evaluó los espectros de respuesta con un modelo numérico bidimensional implementado en el programa de elementos finitos QUAKE. Así mismo, se obtuvieron historias de aceleraciones y espectros en superficie y a diferentes profundidades, de acuerdo con los niveles de cimentación proyectados para la estructura.*

Sin embargo, para esta sociedad los resultados de los análisis de propagación de ondas, presentados en el numeral 3.2 deben tener algún error conceptual o de datos de entrada pues no se explica porqué los espectros de respuesta inician en un valor cero de aceleración.

**INCUMPLIMIENTO**





Secretaría  
**GOBIERNO**

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y  
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



1111 0008

---

## CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

---

### 5. REVISIÓN COMPLEMENTARIA DEL ESTUDIO DE FECHA MAYO DE 2006 CON ANEXOS

Para esta revisión complementaria del Estudio Particular de Respuesta Local de Amplificación de Ondas Sísmicas, para el sitio donde se localizará el proyecto "Parques de Pontevedra", el consultor remitió un documento anexo, el cual contiene los siguientes anexos:

- ANEXO 1 SONDEOS
- ANEXO 2 ENSAYOS DE LABORATORIO
- ANEXO 3 ENSAYOS DOWN-HOLE
- ANEXO 4 ENSAYOS DINÁMICOS

#### 5.1 ACTUALIZACIÓN DE LA OBSERVACIÓN 4.1

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la primera revisión.

#### 5.2 ACTUALIZACIÓN DE LA OBSERVACIÓN 4.2

En el documento anexo el consultor presenta los perfiles de 9 perforaciones: 2 de 20m, 2 de 40m, 4 de 10m y 1 de 50m. Sin embargo, el consultor no atendió la solicitud de suministrar el registro de la perforación realizada por la Universidad de los Andes en la Avenida Cundinamarca. Adicionalmente, el consultor de nuevo no hace referencia a los criterios que se utilizaron para extrapolar el perfil geotécnico entre 50 y 250m.

*CUMPLIMIENTO PARCIAL*

#### 5.3 ACTUALIZACIÓN DE LA OBSERVACIÓN 4.3

El consultor incluye el registro de un ensayo down-hole realizado hasta 44m de profundidad.

*CUMPLIMIENTO*

#### 5.4 ACTUALIZACIÓN DE LA OBSERVACIÓN 4.4

El consultor incluye en el documento anexo los resultados de los ensayos dinámicos y en particular de dos (2) ensayos triaxiales cíclicos sobre muestras tomadas a profundidades de 16.2m y 40.2m. Se observa que los registros de los ensayos entregados por la





Secretaría  
**GOBIERNO**

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y  
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



## CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

Universidad de los Andes no hacen referencia al proyecto en consideración. Adicionalmente se encuentra una inconsistencia pues la muestra tomada a una profundidad de 40.2m se identifica como muestra 21 del sondeo 1 y esta perforación solo alcanzó una profundidad de 20m. La referencia de la muestra no coincide con los datos de ninguna otra perforación. Se solicita al consultor aclarar esta inconsistencia.

Por otra parte, el consultor no comenta sobre los esfuerzos de consolidación y los errores en el cálculo de los esfuerzos efectivos.

*INCUMPLIMIENTO*

### 5.5 ACTUALIZACIÓN DE LA OBSERVACIÓN 4.5

El consultor de nuevo no menciona los nombres de los tres (3) registros de aceleración definidos por el Decreto 074 de 2001. Igualmente, en el numeral 3.2, Análisis de Respuesta Dinámica y Espectros, el consultor comenta en el segundo párrafo que los tres sismos establecidos en el Decreto de Microzonificación, fueron corregidos para aceleraciones máximas de 0.03, 0.22 y 0.20g, para fuentes lejana, cercana y regional respectivamente. La SCG sigue considerando que el consultor debe aclarar las aceleraciones a las cuales fueron escalados los acelerogramas de diseño, debido a que en el párrafo mencionado se están citando valores de aceleración máxima diferentes a los estipulados dentro del Decreto.

*CUMPLIMIENTO PARCIAL*

### 5.6 ACTUALIZACIÓN DE LA OBSERVACIÓN 4.6

El consultor sigue sin aclarar los valores incorrectos de períodos y frecuencias obtenidos para cada uno de los registros de aceleración.

*INCUMPLIMIENTO*

### 5.7 ACTUALIZACIÓN DE LA OBSERVACIÓN 4.7

El consultor no corrigió los resultados de los análisis de propagación de ondas, presentados en el numeral 3.2, los cuales deben tener algún error conceptual o de datos de entrada pues no se explica porqué los espectros de respuesta inician en un valor cero de aceleración.

*INCUMPLIMIENTO*





ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.  
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y  
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



**CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA**

**6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

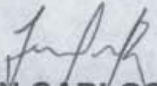
Como resultado de la revisión inicial y la complementaria se concluye que el estudio de respuesta local de amplificación de ondas sísmicas del proyecto en referencia está **INCOMPLETO** y necesita ser revisado para dar total cumplimiento a los requerimientos mínimos consignados en el Decreto 074 de 2001.

Una vez realizadas las correcciones y aclaraciones solicitadas en el presente concepto, se recomienda enviar el estudio nuevamente a la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, con el fin de emitir concepto de cumplimiento, de acuerdo con lo estipulado en el Decreto 074 de 2001.

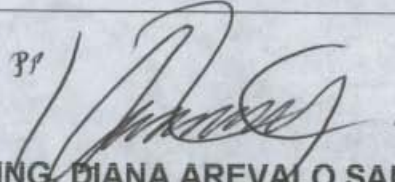
Revisó y Aprobó:

  
**ADOLFO ALARCÓN GUZMÁN**  
Sociedad Colombiana de Geotecnia


Revisó:

  
**ING. JUAN CARLOS PADILLA R.**  
Grupo de Estudios Técnicos y Conceptos  
DPAE

VoBo: 31

  
**ING. DIANA AREVALO SANCHEZ**  
Jefe Estudios Técnicos y Conceptos  
Area de Investigación y Desarrollo  
DPAE

Aprobó:

  
**ING. GUILLERMO AVILA ALVAREZ**  
Coordinador de Investigación y Desarrollo  
DPAE