

**ESTUDIO DE LA RESPUESTA DEL SUELO POR EFECTOS SISMICOS EN
TALUDES**

**ANDRES LEONARDO BONILLA GOMEZ
VIANEY ELIANA ROA ACEROS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE CIVIL
BUCARAMANGA**

2012

**ESTUDIO DE LA RESPUESTA DEL SUELO POR EFECTOS SISMICOS EN
TALUDES**

**ANDRES LEONARDO BONILLA GOMEZ
VIANEY ELIANA ROA ACEROS**

**Trabajo de grado para optar por el título de
Ingeniero Civil**

**Director
VLADIMIR ERNESTO MERCHAN JAIMES
I. C., M.I., D.I.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE CIVIL
BUCARAMANGA**

2012

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	15
OBJETIVOS	17
1. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DEL AREA DE ESTUDIO	18
1.2 LOCALIZACIÓN DEL PREDIO	18
1.2 DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE SIMULACIONES	19
1.3 CONDICIONES GEOLÓGICAS	20
1.3.1. Litología	20
1.3.2. Estratigrafía	21
1.4 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	22
1.4.1. Falla de Bucaramanga	22
1.5 CONDICIONES GEOMORFOLÓGICAS	23
1.5.1. Morfometría	23
1.6. SISMICIDAD	24
1.6.1. Neotectónica	25
1.6.2. Sismicidad histórica	25
1.6.3. Respuesta sísmica local	26
1.6.4. Características del sitio de acuerdo a la Norma NSR 10	27
1.6.5. Espectro de diseño recomendado por Informe de Ingeominas 2001	27
1.6.6. Coeficientes sísmicos para análisis pseudoestático de estabilidad de taludes	29
1.6.7. Coeficiente pseudoestático para el lote estudiado	29

1.7 SELECCIÓN DE ACELEROGRAMAS DE DISEÑO	30
1.8 ACELEROGRAMA DE DISEÑO UTILIZADO	30
2. DESCRIPCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS UTILIZADAS (GEOSTUDIO- QUAKE/W)	33
2.1 ANÁLISIS DINÁMICO DE ESTABILIDAD DE TALUDES CON GEOSTUDIO 2004	33
2.2 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES	34
2.2.1. Propiedades relacionadas a la rigidez de los materiales	34
2.2.2. Modelos constitutivos	36
2.2.3. Propiedades de los materiales: no-lineal vs. lineal-equivalente	37
2.2.4. Modelos de los taludes en Geostudio 2007	38
3. OBTENCION DE ESPECTROS PARA EL PERFIL UTILIZADO	40
4. ANÁLISIS SÍSMICO	57
4.1 ANÁLISIS DEL ESCENARIO 1 (COEFICIENTE DE POISSON=0,2)	57
4.2 ANÁLISIS DEL ESCENARIO 1 (COEFICIENTE DE POISSON=0,35)	58
4.3 ANÁLISIS DEL ESCENARIO 2 (COEFICIENTE DE POISSON=0,2)	59
4.4 ANÁLISIS DEL ESCENARIO 2 (COEFICIENTE DE POISSON=0,35)	61
4.5 ANÁLISIS DEL ESCENARIO 3 (COEFICIENTE DE POISSON=0,2)	62
4.6 ANÁLISIS DEL ESCENARIO 3 (COEFICIENTE DE POISSON=0,35)	63
CONCLUSIONES	69
BIBLIOGRAFIA	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización del predio	18
Figura 2. Esquema general de la formación Bucaramanga	21
Figura 3. Espectro recomendado por Informe de INGEOMINAS para el área metropolitana	28
Figura 4. Acelerograma de diseño compatible con el escenario sísmico de la falla Bucaramanga- santa Marta (COALINGA)	32
Figura 5. Geometría del Talud	39
Figura 6. Compilación de programas de Geostudio	40
Figura 7. KeyIn Analyses- Geostudio 2007	41
Figura 8. Perfil en Autocad en formato DXF	42
Figura 9. Perfil importado en QUAKE/W de Geostudio	42
Figura 10. Contornos de los tipos de material	43
Figura 11. Propiedades del suelo Qbg 1	44
Figura 12. Propiedades del suelo Qbo 2	44
Figura 13. Presión de poros- suelo Qbg	47
Figura 14. PWP Ratio Vs Cyclic Number Ratio	48
Figura 15. Cyclic Number para arena Media- suelo Qbg	49
Figura 16. Cyclic Number Vs Shear Stress Ratio para arena Media	49
Figura 17. Cyclic Number Vs Shear Stress Ratio para arena Densa	50
Figura 18. Datos del acelerograma de diseño	51
Figura 19. Datos del acelerograma de diseño (Coalinga)	51
Figura 20 Earthquake information	52
Figura 21. Verificación de errores	52
Figura 22 Resolver análisis	53
Figura 23. Perfil en estado natural sin ningún tipo de intervención	54
Figura 24. Perfil analizado con una carga de 300KN/m2.	55

Figura 25 Perfil modelado con la carga del edificio y sometido a obras de mitigación, utilizando pantallas con anclajes de 30 metros de longitud con una separación vertical de 3,5 metros y una separación horizontal de 4 metros.	56
Figura 26. Espectro respuesta para el tipo de suelo Qbo (G=2000kpa y G=4000kpa) y Qbg (G=1000kpa y G=2000kpa) con un coeficiente de Poisson=0,2.	
Escenario 1	57
Figura 27 Espectro respuesta para el tipo de suelo Qbo (G=2000kpa y G=4000kpa) y Qbg (G=1000kpa y G=2000kpa) con un coeficiente de Poisson=0,35. Escenario	59
Figura 28. Espectro respuesta para el tipo de suelo Qbo (G=2000kpa y G=4000kpa) y Qbg (G=1000kpa y G=2000kpa) con un coeficiente de Poisson=0,2.	
Escenario 2	60
Figura 29. Espectro respuesta para el tipo de suelo Qbo (G=2000kpa y G=4000kpa) y Qbg (G=1000kpa y G=2000kpa) con un coeficiente de Poisson=0,35. Escenario 2	61
Figura 30. Espectro respuesta para el tipo de suelo Qbo (G=2000kpa y G=4000kpa) y Qbg (G=1000kpa y G=2000kpa) con un coeficiente de Poisson=0,2	
Escenario 3	62
Figura 31. Espectro respuesta para el tipo de suelo Qbo (G=2000kpa y G=4000kpa) y Qbg (G=1000kpa y G=2000kpa) con un coeficiente de Poisson=0,35. Escenario 3	63
Figura 32. Espectro respuesta para el tipo de suelo Qbo (G=2000kpa) y Qbg (G=1000kpa) con un coeficiente de Poisson=0,2 para los 3 escenarios	65
Figura 33. Espectro respuesta para el tipo de suelo Qbo (G=4000kpa) y Qbg (G=2000kpa) con un coeficiente de Poisson=0,2 para los 3 escenarios	66
Figura 34. Espectro respuesta para el tipo de suelo Qbo (G=2000kpa) y Qbg (G=1000kpa) con un coeficiente de Poisson=0,35 para los 3 escenarios	67
Figura 35. Espectro respuesta para el tipo de suelo Qbo (G=4000kpa) y Qbg (G=2000kpa) con un coeficiente de Poisson=0,35 para los 3 escenarios	68

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Morfometría general de la zona	24
Tabla 2. Amenaza sísmica del área metropolitana de Bucaramanga, considerando fuentes sismogeotecnicas individuales	25
Tabla 3. Acelerograma de diseño compatible con el escenario sísmico de la falla Bucaramanga Santa Marta. Aceleraciones espectrales obtenidas con acelerogramas escalados a 0,25g	31
Tabla 4. Propiedades de los tipos de suelo.	43

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. DATOS DE PERIODO Y ACELERACION PARA ESPECTRO DE DISEÑO TOMADO DE LA NSR-10	71
Anexo B. DATOS DE ESPECTROS RESULTADO DEL PROGRAMA QUAKE/W LOS DOS TIPOS DE MATERIAL, ESCENARIO 1, POISSON 0.2	73
Anexo C. DATOS DE ESPECTROS RESULTADO DEL PROGRAMA QUAKE/W LOS DOS TIPOS DE MATERIAL, ESCENARIO 1, POISSON 0.35	76
Anexo D. DATOS DE ESPECTROS RESULTADO DEL PROGRAMA QUAKE/W LOS DOS TIPOS DE MATERIAL, ESCENARIO 2, POISSON 0.20	79
Anexo E. DATOS DE ESPECTROS RESULTADO DEL PROGRAMA QUAKE/W LOS DOS TIPOS DE MATERIAL, ESCENARIO 2, POISSON 0.35	82
Anexo F. DATOS DE ESPECTROS RESULTADO DEL PROGRAMA QUAKE/W LOS DOS TIPOS DE MATERIAL, ESCENARIO 3, POISSON 0.20.	85
Anexo G. DATOS DE ESPECTROS RESULTADO DEL PROGRAMA QUAKE/W LOS DOS TIPOS DE MATERIAL, ESCENARIO 3, POISSON 0.35.	88
Anexo H. DATOS DE ESPECTROS RESULTADO DEL PROGRAMA QUAKE/W LOS DOS TIPOS DE MATERIAL, LOS TRES ESCENARIOS, POISSON 0.20.	91
Anexo I. DATOS DE ESPECTROS RESULTADO DEL PROGRAMA QUAKE/W LOS DOS TIPOS DE MATERIAL, LOS TRES ESCENARIOS, POISSON 0.20.	94
Anexo J. DATOS DE ESPECTROS RESULTADO DEL PROGRAMA QUAKE/W LOS DOS TIPOS DE MATERIAL, LOS TRES ESCENARIOS, POISSON 0.35.	97
Anexo K. DATOS DE ESPECTROS RESULTADO DEL PROGRAMA QUAKE/W LOS DOS TIPOS DE MATERIAL, LOS TRES ESCENARIOS, POISSON 0.35.	100

RESUMEN

TITULO: ESTUDIO DE LA RESPUESTA DEL SUELO POR EFECTOS SISMICOS EN TALUDES*.

AUTORES: ANDRES LEONARDO BONILLA GOMEZ**.
VIANEY ELIANA ROA ACEROS**.

PALABRAS CLAVES: Acelerograma, Coeficiente de Poisson, Módulo de cortante, espectros

RESUMEN: En este documento se analiza y modela un perfil de un lote ubicado en el área metropolitana de Bucaramanga a partir de tres escenarios; en primer lugar el perfil será analizado en estado natural sin ningún tipo de intervención, en segundo lugar se trabaja el mismo perfil sometido a la carga de un edificio y por último el perfil se analiza con la carga del edificio y con obras de mitigación para reducir el impacto ante un evento sísmico. El lote analizado contiene dos tipos de material los cuales influyen en el análisis dinámico, estos materiales corresponden a un miembro gravoso (Qbg) y a un miembro órganos (Qbo) que hacen parte de la estratigrafía de la meseta de Bucaramanga.

Los tres escenarios son analizados en el programa Quake/W ingresando datos de un sismo de diseño compatible con la falla de Bucaramanga, así mismo se ingresan las propiedades del suelo (módulo de cortante, coeficiente de Poisson) obteniendo así unos espectros respuesta que son comparados y analizados con el espectro que recomienda la Norma Sismo Resistente (NSR-10)

A partir de esta comparación se recomienda cimentar profundamente donde el miembro órganos está presente, ya que este tipo de material presenta un comportamiento adecuado y cumple con las especificaciones de la NSR-10 en cuanto a los picos máximos de aceleración.

*Proyecto de grado

**Facultad de ingenierías físico-mecánicas, Escuela de ingeniería civil. Director: Vladimir Ernesto Merchán Jaimes.

ABSTRACT

TITLE: STUDY OF THE SOIL RESPONSE FOR SEISMIC EFFECTS IN SLOPES*

AUTHORS: ANDRES LEONARDO BONILLA GOMEZ**.
VIANEY ELIANA ROA ACEROS**.

KEY WORDS: Accelerogram, Poisson coefficient, Shear modulus, Spectra.

ABSTRACT: In this document is analyzed and modeled a profile of a lot located in the metropolitan area of Bucaramanga from three scenarios; First, the profile will be analyzed in natural state without any type of intervention, second, is worked out the same profile under the load of a building and third, the profile is analyzed with the building load and mitigation works to reduce the impact of a seismic event. The analyzed lot contains two types of materials which impact the dynamic analysis, these materials correspond to a burdensome member (Qbg) and a member bodies (Qbo) that create a part of the stratigraphy of the Bucaramanga plateau.

The three scenarios are analyzed in the Quake/W program using the data of a seism of compatible design with the Bucaramanga's fail, in the same way the soil properties (Shear modulus, Poisson coefficient) are used obtaining some response spectra which are compared and analyzed with the recommended spectra for the seismic resistant standard.

From this comparison it is recommended deep cement where the member bodies are present, since this type of material presents appropriate behavior and compliance with the specifications of the NSR-10 in terms of maximum acceleration peaks.

*Graduation project

**Faculty of physical and mechanical engineering, Faculty of civil engineering. Director: Vladimir Ernesto Merchán Jaimes.

INTRODUCCIÓN

Debido a la constante actividad sísmica de Santander y algunas zonas de Colombia, y a la magnitud de los eventos sísmicos que se presentan, los análisis dinámicos vienen cobrando mayor importancia en los diseños y análisis de estructuras gracias a las nuevas herramientas disponibles, que permiten entender más a fondo el comportamiento de los suelos y sus propiedades dinámicas sobre alguna o varias zonas.

Con base en los conocimientos adquiridos y a partir de la necesidad de optimizar y reforzar dichos conocimientos en cuanto al comportamiento de los suelos, se estudiará la influencia que hay entre las propiedades dinámicas del suelo sobre la geometría de los taludes por medio de la respuesta sísmica del suelo.

En este proyecto se pretende evaluar dinámicamente la estabilidad de un talud donde se desea modelar sus secciones críticas en el programa GeoStudio (mediante sus aplicaciones QUAKE/W y someterlos a la acción de sismos).

Los sismos que serán asumidos, se ingresarán a GeoStudio en forma de registros de aceleraciones y tras ser aplicados al modelo numérico, serán utilizados para determinar las resistencias post-sísmicas y las deformaciones permanentes en las secciones evaluadas.

Estos resultados permitirán obtener un entendimiento general del comportamiento de los taludes durante y después del sismo, así como observar el efecto del mismo en la estabilidad de las estructuras analizadas. Un análisis dinámico de estabilidad de taludes por elementos finitos permite representar mejor los esfuerzos generados como resultado de la aplicación de un sismo.

Basados en la norma sismo-resistente (NSR-10), se puede determinar el tipo de análisis de respuesta dinámica estableciendo de manera clara los empujes dinámicos del terreno tanto para taludes como para excavaciones así como las deformaciones generadas por un sismo; sabiendo que Bucaramanga se encuentra en una zona de amenaza sísmica alta es recomendable tener en cuenta los efectos locales para el perfil de suelo que se analizará con el fin de lograr los requisitos generales de diseño.

Adicionalmente, se desea recopilar la información y aplicarla en posteriores estudios que permitan a los estudiantes adquirir los conocimientos básicos sobre el comportamiento de los suelos, ya que es indispensable el uso de nuevas herramientas computacionales, pues los análisis dinámicos vienen cobrando mayor importancia en los diseños y análisis de estructuras.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Estudiar la influencia de las propiedades del suelo y de la geometría del talud en la respuesta sísmica superficial en zonas de ladera de Bucaramanga.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Estudiar las metodologías para la determinación de los sismos de diseño para el análisis de respuesta del suelo.
- Estudiar el comportamiento esfuerzo-deformación de los depósitos de suelo ante cargas cíclicas.
- Determinar la influencia de las propiedades del depósito y las condiciones geométricas en la respuesta sísmica en superficie para al menos un talud del AMB.

1. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DEL ÁREA DE ESTUDIO

Estos datos fueron tomados con base en el Estudio Detallado de amenaza y/o Riesgo por fenómenos de Remoción en masa e inundación para el lote ubicado en el Barrio la Pedregosa¹.

1.2 LOCALIZACIÓN DEL PREDIO

Figura 1. Localización del predio



Fuente: Fotografía aérea obtenida con Google Earth.

¹ ALICONSAS. Estudio detallado de amenaza y/o riesgo por fenómenos de remoción en masa e inundación para el lote ubicado en el barrio la pedregosa. Bucaramanga, 2010.

El predio en estudio como se muestra en la figura 1, se encuentra localizado sobre la margen derecha de la carretera antigua a Floridablanca e identificado con la siguiente nomenclatura: Carrera 33 No. 86 – 20 y carrera 33 No. 91 – 84, del barrio La Pedregosa del municipio de Bucaramanga, departamento de Santander.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE SIMULACIONES

En este perfil serán tomados tres tipos de análisis: en primer lugar se hará un análisis del suelo en estado natural sin ningún tipo de carga actuante, el siguiente análisis corresponde al mismo suelo, pero aplicando una carga que representa el peso del edificio que será construido y que equivale a 300KN/m², y por último se realizará un análisis ejecutando obras de mitigación para contrarrestar los efectos sísmicos y darle estabilidad al talud.

La descripción del edificio equivale a la construcción de torres de 12 pisos con 3 niveles de sótano. Las torres están destinadas a vivienda urbana, con unidades de apartamentos entre 40 metros y 80 metros. De acuerdo a los estudios geotécnicos efectuados sobre el predio, se tiene una profundidad de cimentación óptima a partir de los 4.00 metros con una carga admisible de 2.70 kg/cm².

Teniendo en cuenta el perfil estratigráfico del lote, se identificó un horizonte de rellenos no compactados de espesor medio de 3.00 metros, que cubren parcialmente unidades del miembro Gravoso de la Formación Bucaramanga.

1.3 CONDICIONES GEOLÓGICAS

El mapa geológico fue tomando con base en el estudio de Zonificación Sismogeotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga². Además, se realizaron inspecciones de campo para identificar las unidades geológicas superficiales.

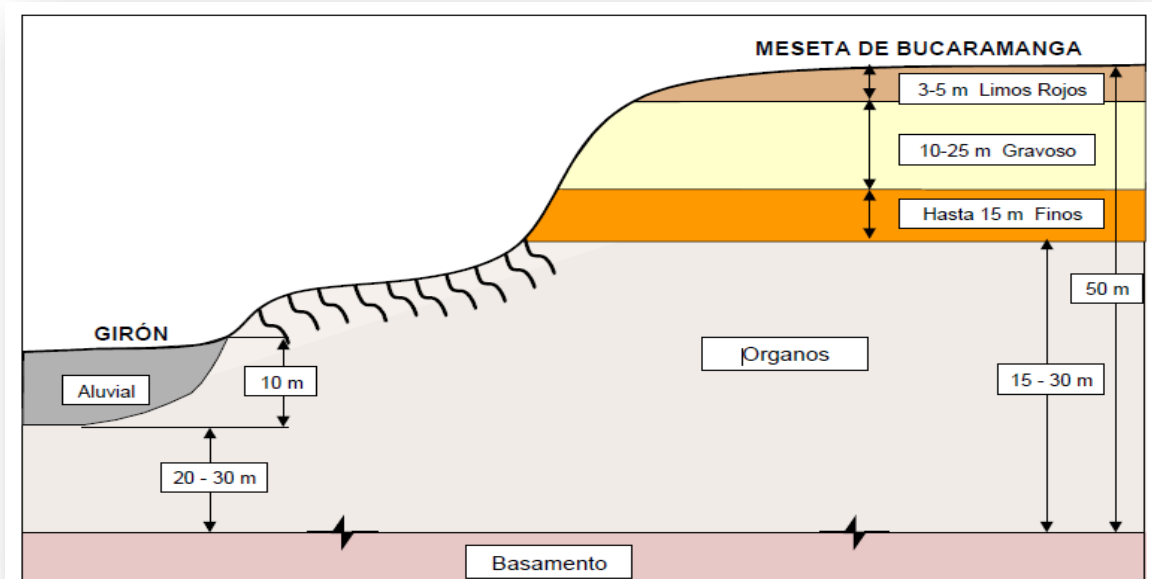
1.3.1. Litología

En el área del proyecto se identificó un horizonte de suelo gravoso, pertenecientes al miembro órganos de la Formación Bucaramanga. Aledaño a la carretera antigua se aprecian algunos depósitos de materiales de rellenos no compactados que tienen espesores medios entre 2.00 y 3.00 metros. También, en los taludes localizados al occidente del área de estudio, se observan afloramientos del Miembro Gravoso de la Formación Bucaramanga, que tienen relación con los niveles gravosos identificados en los estudios geotécnicos realizados en el predio 01-04-0235-0014-000.

² INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA. Zonificación sismogeotécnica indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga. Bogotá : Subdirección de Amenazas Geoambientales, INGEOMINAS, 2001.

1.3.2. Estratigrafía

Figura 2. Esquema general de la formación Bucaramanga



Fuente: EDARFRI para el lote ubicado en el barrio la Pedregosa.

El perfil analizado presenta los siguientes tipos de suelo:

- ❖ **Miembro Órganos (Qbo):** En los taludes expuestos en la parte oriental del barrio San Martín, se identifican niveles conglomeráticos intercalados con niveles finos. Los materiales granulares presentan esfericidad media y diámetros de hasta 20 centímetros en gravas y guijos de 10 centímetros.

❖ **Miembro Gravoso (Qbg):** Conforman los niveles más superficiales del borde de la escarpa en los alrededores del área del proyecto y se caracteriza por la presencia de guijarros de areniscas blancas en una matriz arcillo-limosa de colores amarillo y localmente verde claro. El predio en estudio se encuentra sobre esta unidad.

1.4 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

El área de estudio se encuentra en la zona de influencia de los sistemas de fallas más importantes del área como son los de la Falla de Bucaramanga al Este y La Falla del Suárez, al Oeste. Los principales rasgos estructurales que se presentan a nivel regional pero que no inciden directamente sobre la zona de estudio son la Falla Bucaramanga. Es muy importante notar que no se evidenciaron rasgos estructurales, desplazamientos u otros parámetros mayores que permitieran demostrar con certeza actividad neotectónica en el área de estudio.

Dentro del área de estudio se tiene como rasgo sobresaliente el Sistema de Fallas Bucaramanga–Santa Marta la cual divide la zona en dos provincias geomorfológicas muy notorias, el Macizo de Santander al Este y la zona de mesetas y cuencas al Oeste. Este sistema presenta un patrón de falla paralelo y ramificado, enmarcado por su constante actividad.

1.4.1. Falla de Bucaramanga

Regionalmente la Falla de Bucaramanga es una falla de rumbo, con dirección constante NW, que en la actualidad presenta hundimientos del bloque Oeste y elevación del bloque Este.

En algunos lugares han sido reconocidos movimientos verticales de hasta 20 m de altura y desplazamiento horizontal de 120 km. de longitud. Catalogada como una falla activa debido a los rasgos neotectónicos asociados a ella, con una tasa de actividad de 0,1 a 10 mm/año³.

Esta falla presenta cambios en su dirección y una serie de fallas satélites, paralelas a subparalelas que se distribuyen en una franja de 1.0 a 1.5 km. de ancho. Principalmente son fallas sinestrales de alto ángulo, con el levantamiento de los bloques localizados al este, afecta el Macizo de Santander. Cruza por el borde oriental del Casco urbano de Bucaramanga poniendo en contacto rocas del complejo ígneo - metamórfico del Macizo de Santander, de edad Precámbrica con los depósitos sedimentarios Cuaternarios sobre los que está situada la ciudad.

1.5 CONDICIONES GEOMORFOLÓGICAS

1.5.1. Morfometría

Para la elaboración del mapa de pendientes de la zona de estudio, se utilizó una base topográfica a escala 1:2000, mediante la interpolación de curvas de nivel cada 2 metros, a partir de la cual se generó el Modelo Digital del Terreno y posteriormente el mapa de pendientes. La clasificación de las pendientes se ha realizado de acuerdo a los rangos establecidos en los términos de referencia proporcionados por la CDMB, en el que definen las pendientes de acuerdo al porcentaje.

³ Ibíd.

Tabla 1. Morfometría general de la zona

INTERVALO	TIPO DE TERRENO
0-3%	Plana
3-7%	Ligeramente Plano
7-12%	Ligeramente Inclinado
12-25%	Fuertemente ondulado
25-50%	Fuertemente Quebrado
50-75%	Escarpado
75-100%	Fuertemente Escarpado
Mayor a 100%	Extremadamente Escarpado

1.6. SISMICIDAD

La zona del área Metropolitana de Bucaramanga presenta una sismicidad leve aunque frecuente con la mayoría de los eventos sísmicos, provenientes del nido sísmico de Bucaramanga.

Existen realmente en la práctica dos fuentes sismogénicas que determinan el diseño, una de fuente cercana proveniente de la falla de Bucaramanga y la falla del Suárez, y la otra fuente lejana proveniente de la falla del Piedemonte Llanero; sin embargo, los estudios sismológicos que se han realizado no son completos ni concluyentes.

1.6.1. Neotectónica

De acuerdo con los resultados de las Fase I y II de la Microzonificación Sísmica del Área Metropolitana de Bucaramanga, la sismicidad y el marco litoestructural del bloque Andino, en la región nororiental de Colombia, se atribuye a una tectónica compresiva activa a partir del Mioceno Superior, generada por la convergencia Este-Oeste de las placas Litosféricas Suramericana y de Nazca, además del choque en dirección Noreste-Sureste del bloque Panamá y la influencia de la Placa Caribe.

1.6.2. Sismicidad histórica

La tabla 2 presenta el valor de aceleración máxima del terreno obtenida para los análisis de amenaza para fuentes individuales, que se encuentren dentro de un radio de 200 kilómetros de la zona de estudio.

Tabla 2. Amenaza sísmica del área metropolitana de Bucaramanga, considerando fuentes sismogeotécnicas individuales

FUENTE SISMICA	Am(g)
Todas las fuentes (200km)	0.247
Frontal de los Llanos orientales	0.214
Bucaramanga-Santa Marta	0.166
Salinas	0.118
Suarez	0.106
Benioff profunda	0.078
Uribante Caparo	0.044
Boconó	0.025
Cimitarra	0.024
Palestina	0.023
Puerto Rondón	0.018

Fuente: INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA. Zonificación sismogeotécnica indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga. Bogotá : Subdirección de Amenazas Geoambientales, INGEOMINAS, 2001.

Se puede observar que la amenaza está controlada por la posible ocurrencia de un sismo a lo largo de las Fallas Bucaramanga-Santa Marta, Suárez, Salinas y la frontal de los Llanos Orientales.

1.6.3. Respuesta sísmica local

De acuerdo con los escenarios sísmicos regionales posibles, y la estimación de la respuesta sísmica local del subsuelo realizados para la Zonificación Sismogeotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga⁴, se definieron seis (6) zonas dentro del Área Metropolitana de acuerdo con la aceleración máxima del terreno (PGA) a nivel superficial, así:

- **Zona 1:** Esta zona comprende los materiales rocosos duros, intermedios y blandos, suelos residuales de poco espesor sobre manto rocoso y suelos muy duros correspondientes al miembro Órganos.
- **Zona 2:** Esta zona corresponde a depósitos de suelo duro correspondientes a los miembros Gravoso, Finos y Limos Rojos, así como a depósitos y terrazas aluviales moderadamente compactas de poco a moderado espesor.
- **Zona 3:** Corresponde a los principales llenos de origen antrópico identificados, conformados principalmente por material de excavación, escombros de construcción y basuras. Es pertinente mencionar que los datos geotécnicos para caracterizar estas zonas fueron limitados.
- **Zona 4:** Comprende los suelos coluviales y de flujos de escombros antiguos de moderada a alta compacidad y mediano espesor.

⁴ Ibíd.

- **Zona 5:** Comprende los suelos coluviales y de flujos de escombros recientes de baja a moderada compacidad y poco espesor.
- **Zona 6:** Corresponde a los depósitos aluviales localizados en las rondas de los ríos, de baja compacidad y poco espesor.

Los taludes del sitio analizado corresponden según Ingeominas a la unidad del Miembro Gravoso de la Formación Bucaramanga. Estas Unidades geológicas corresponden a la zona 2. Ingeominas le ha asignado un valor de PGA de 0.40 g.

1.6.4. Características del sitio de acuerdo a la Norma NSR 10

De acuerdo a los requerimientos de la Norma NSR-10 se indican las características Sísmicas principales del lote estudiado:

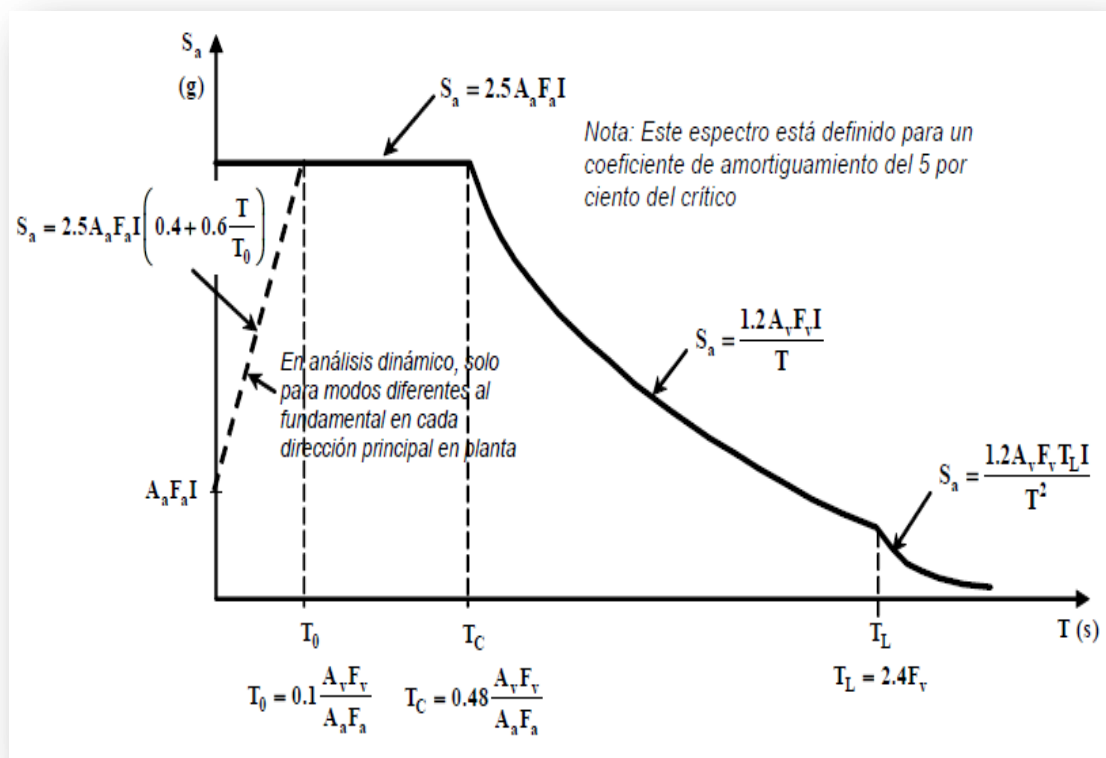
- Amenaza sísmica: Alta (Bucaramanga)
- Aa: 0.25 Av: 0.25
- Ae: 0.15 Ad: 0.09
- Perfil de suelo: D
- Coeficiente de Importancia 1.0

1.6.5. Espectro de diseño recomendado por Informe de Ingeominas 2001

De acuerdo al estudio de Zonificación Sismogeotécnica Indicativa del área Metropolitana de Bucaramanga para el lote estudiado se recomienda un espectro de diseño correspondiente a la zona 2 del área Metropolitana, el cual presenta aceleraciones superiores a las recomendadas para Bucaramanga en el NSR-98.

Según INGEOMINAS, para el lote estudiado debe utilizarse el espectro correspondiente a la zona 2. Por resolución de la CDMB el estudio de Ingeominas se debe aplicar para todos los proyectos que se realicen en el Área Metropolitana de Bucaramanga.

Figura 3. Espectro recomendado por Informe de INGEOMINAS para el área metropolitana



Fuente: INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA. Zonificación sismogeotécnica indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga. Bogotá : Subdirección de Amenazas Geoambientales, INGEOMINAS, 2001.

1.6.6. Coeficientes sísmicos para análisis pseudoestático de estabilidad de taludes

En los suelos que no pierden resistencia significativa durante un sismo, la inestabilidad puede ocurrir debida a la fuerza de inercia generada por el sismo. Esta fuerza puede modelarse con una fuerza horizontal, la cual se puede obtener utilizando un coeficiente sísmico (k). Este sistema de análisis se le denomina análisis de estabilidad pseudoestático.

La cuantificación de un valor de aceleración máxima para estabilidad de taludes debe tener en cuenta los siguientes criterios empíricos:

- Si la masa considerada para deslizamiento es rígida, la aceleración inducida sobre la masa debe ser igual a la aceleración máxima esperada con sus respectivas amplificaciones por sitio y topografía.
- Si la masa de suelo no es rígida, como es el caso de la mayoría de situaciones y si se tiene en cuenta que la aceleración pico solo se presenta en períodos de tiempo muy pequeños no suficientes para producir una falla; se pueden utilizar valores entre 0.1 y 0.2 g, dependiendo de la intensidad del sismo esperado.

1.6.7. Coeficiente pseudoestático para el lote estudiado

Haciendo referencia a los estudios de zonificación de amenaza por movimientos en masa de algunas laderas de los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta el lote en estudio ofrece un horizonte de suelo conformado por suelos del miembro gravoso (Sft2) con PGA de 0.40 g de espesor superior a 8.00 metros y suelos del miembro Órganos (Sft3); por lo tanto, para el análisis de estabilidad de taludes se utiliza un coeficiente sísmico pseudoestático de 0.15 g para las unidades del miembro gravoso y del miembro órganos.

1.7 SELECCIÓN DE ACELEROGRAMAS DE DISEÑO

Los acelerogramas pueden ser generados sintéticamente para ser compatibles con espectros de respuesta de diseño, pero esta práctica en general resulta con registros que no reflejan adecuadamente el movimiento del terreno en términos de duración, energía, contenido frecuencial y de fases.

Para generar acelerogramas más realistas, o seleccionar registros apropiados de una base de datos real de movimiento fuerte, es necesario definir escenario(s) sísmico(s), compatibles con la amenaza como función de la(s) magnitud(es) de la(s) fuente(s) y su(s) distancia(s) al sitio bajo estudio.

Generalmente, se escogen acelerogramas reales escalados para representar fuentes sismogénicas cercanas, intermedias y lejanas. Dichos registros son simplemente escalados en amplitud de acuerdo con las condiciones de amenaza representativas de los escenarios antes planteados. El resultado final de esta práctica es la obtención de registros de movimiento fuerte que no necesariamente corresponden a escenarios sísmicos físicamente posibles o que representen de forma confiable otras variables de movimiento fuerte como lo son contenido frecuencial y duración.

1.8 ACELEROGRAMA DE DISEÑO UTILIZADO

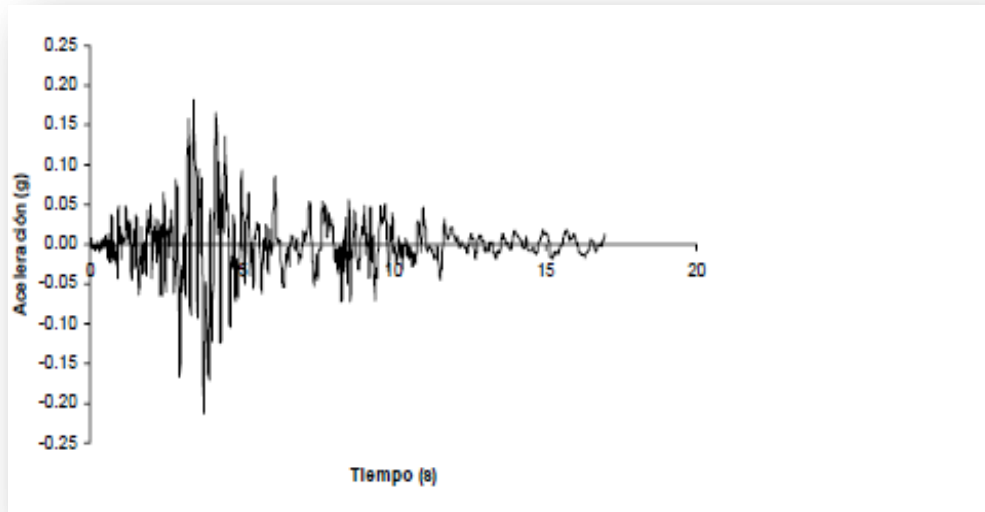
Se tuvo en cuenta para el diseño un sismo compatible con la zona (COALINGA) para obtener los espectros de análisis.

Los acelerogramas compatibles con la Falla de Bucaramanga son escalados a una aceleración de 0.16g y de igual forma los acelerogramas que simulan un evento de la Falla Frontal de los Llanos Orientales son escalados a 0.21g.

Tabla 3. Acelerograma de diseño compatible con el escenario sísmico de la falla Bucaramanga Santa Marta. Aceleraciones espectrales obtenidas con acelerogramas escalados a 0,25g

SISMO DE DISEÑO PARA OBTENER ESPECTROS					
COALINGA (As)					
FECHA:	22/07/1983	ESTACION:	OIL FIRE	As(0.1) [g]	0.65
HORA:	02:39:54	g:	Rk		
MS:	5.8	De(km):	13	As(0.5) [g]	0.29
Mw:	4.4	DF(km):	9		
MI:	6	Am(G):	0.188	As(1.0) [g]	0.38
mb:	6	Vm(cm/S):	14		
h :	7	Du(s):	8.3	As(2.0) [g]	0.06
Mec:	T	IA(m/s):	0.227		

Figura 4. Acelerograma de diseño compatible con el escenario sísmico de la falla Bucaramanga- santa Marta (COALINGA)



Fuente: Acelerograma tomado del estudio de zonificación sismogeotécnica indicativa del AMB.

2. DESCRIPCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS UTILIZADAS (GEOSTUDIO- QUAKE/W)

Para el presente capítulo se tomó como referencia la información suministrada por Pablo Urrutia en su trabajo de grado denominado *Análisis dinámico de estabilidad por elementos finitos de los taludes de la Costa Verde en el distrito de Miraflores*⁵.

2.1 ANÁLISIS DINÁMICO DE ESTABILIDAD DE TALUDES CON GEOSTUDIO 2004

Un análisis de elementos finitos se basa en tres aspectos fundamentales, la discretización de los elementos, la definición de las propiedades de los materiales y la asignación de condiciones de frontera. La discretización se encarga de definir la geometría, áreas y volúmenes, además de construir la malla de elementos finitos. Las propiedades de los materiales son las que describen los diferentes tipos de suelo o roca en el modelo, definiendo, en el caso de QUAKE/W, los parámetros de rigidez y presión de poros de cada uno. Finalmente, las condiciones de frontera se encargan de dar al problema un marco de referencia, a partir del cual se resolverán los sistemas de ecuaciones creados en la malla de elementos finitos.

⁵ URRUTIA VARESE, Pablo. Análisis dinámico de estabilidad por elementos finitos de los taludes de la Costa Verde en el distrito de Miraflores. [en línea] Perú, 2008, 52 p. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Disponible en <<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/1065>>

En QUAKE/W, una vez construido el modelo numérico, se procede a aplicar un registro sísmico de aceleraciones al problema. La acción del sismo es analizada cada cierto intervalo de tiempo, llamado *time step* en la aplicación, obteniéndose así resultados parciales que afectan las propiedades de los materiales. Con estas nuevas propiedades de los materiales se analiza el modelo en el siguiente *time step* y así sucesivamente hasta que termina el registro sísmico.

La malla de elementos finitos responderá al movimiento dependiendo del registro sísmico utilizado para el análisis, de la geometría del modelo, del marco de referencia que se le haya dado al problema y de las propiedades de los materiales que componen el modelo.

2.2 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Las propiedades utilizadas en QUAKE/W son las relacionadas a la rigidez (módulo de corte, módulo de amortiguamiento y módulo de Poisson). El programa permite incluir además propiedades relacionadas a la presión de poros.

A continuación se profundizará en las propiedades utilizadas en QUAKE/W, ya que son éstas las que hacen la diferencia entre un análisis dinámico de estabilidad por elementos finitos y un análisis de estabilidad por equilibrio límite.

2.2.1. Propiedades relacionadas a la rigidez de los materiales

Dentro de las propiedades relacionadas a la rigidez del suelo se encuentran el módulo de corte del material (G) y la capacidad del material para disipar la energía asociada a las ondas sísmicas (amortiguamiento).

En ambos casos se debe especificar un valor máximo y una función de reducción o aumento, debido a que ambas propiedades irán variando conforme avance el sismo.

2.2.1.1. Función de reducción de G. Para incluir en los análisis el efecto de ablandamiento que sufren los materiales en respuesta a deformaciones por esfuerzo de corte cíclico, se define una función de reducción de G (G/G_{max}) la cual depende de la presión efectiva de confinamiento y del índice de plasticidad del material.

El procedimiento que utiliza QUAKE/W para estimar la función de reducción de G es el desarrollado por Ishibashi y Zhang⁶. Este procedimiento se resume en el manual del programa⁷, en el cual se define $G/G_{máx}$ como:

$$\frac{G}{G_{max}} = K(\gamma, PI)(\sigma' m)^{m(\gamma, PI) - m}$$

$\sigma' m$: Promedio de esfuerzos efectivos

γ : Deformación por esfuerzo cortante cíclico

PI : Índice de plasticidad del material

$$k(\gamma, P) = 0,5 \left\{ 1 + \tanh \left[\ln \left(\frac{0,000102 + n(PI)}{\gamma} \right)^{0,492} \right] \right\}$$

$$k(\gamma, PI) - m_0 = 0,272 \left\{ 1 + \tanh \left[\ln \left(\frac{0,000556}{\gamma} \right)^{0,4} \right] \right\} \exp(-0,0145PI^{1,3})$$

⁶ ISHIBASHI, Isao y ZHANG, Xin. Unified Dynamic Shear Moduli and Damping Ratios of Sand and Clay, Soils and Foundations. Vol.33 (1993); p.182-191.

⁷ GEOSTUDIO. Dynamic Modeling with QUAKE/W 2007: An Engineering Methodology. [en línea] 4 ed. Canadá : GEO-SLOPE International, 2009. p. 90 Disponible en <<http://www.ottegroup.com/manuals/QUAKEW%202007%20engineering%20book.pdf>>

QUAKE/W permite también ingresar directamente los puntos de la curva G/Gmax, los cuales pueden ser estimados a partir de estudios realizados para diferentes materiales.

2.2.1.2. Función de amortiguamiento. Sucede algo similar con el amortiguamiento, ya que el suelo aumenta su capacidad de disipar la energía del sismo a medida que va siendo deformado cíclicamente, por lo que es necesario una función que permita reflejar estos cambios.

El procedimiento que utiliza QUAKE/W para estimar la función de reducción de amortiguamiento se deriva del método desarrollado por Ishibashi y Zhang⁸ para el cálculo de G/Gmáx. El manual del programa⁹ define la relación de amortiguamiento (ξ) a partir de los valores de G/Gmáx, como se muestra en la expresión:

$$\xi = 0,333 \frac{1 + \exp(-0,0145PI^{1,3})}{2} \left[0,586 \left(\frac{G}{Gmax} \right)^2 - 1,574 \frac{G}{Gmax} + 1 \right]$$

QUAKE/W permite también ingresar directamente los puntos de la curva amortiguamiento, los cuales pueden ser estimados a partir de estudios realizados para diferentes materiales.

2.2.2. Modelos constitutivos

Respecto a los modelos constitutivos, QUAKE/W reconoce dos tipos de relaciones esfuerzo vs. Deformación: el modelo lineal-elástico y el modelo lineal-equivalente. Éstos pueden ser asignados a cada material independientemente.

⁸ ISHIBASHI, Isao y ZHANG, Xin. Op. Cit.

⁹ GEOSTUDIO. Op. Cit.

- *Modelo lineal-elástico:* En este caso se asume un comportamiento lineal de los esfuerzos respecto a las deformaciones, lo que no resulta muy útil para representar condiciones de campo pues esta relación lineal no existe en la realidad. Aún así, se trata de una herramienta bastante práctica para aprender, probar y verificar.

$$\sigma = E * \varepsilon$$

- *Modelo lineal-equivalente:* En este caso, la rigidez del suelo (ya sea E ó G) se modifica en respuesta a las deformaciones computadas. Lo que hace el programa es iniciar un análisis con un valor de E (ó G) dado, para modificarlo según indiquen las funciones especificadas.

2.2.3. Propiedades de los materiales: no-lineal vs. lineal-equivalente

Las propiedades de los materiales que se ven afectadas a causa de la acción de un sismo son la relación esfuerzo-deformación y el exceso de presión de poros. Idealmente, el cambio en éstos captura el verdadero comportamiento no lineal del suelo.

Un análisis no-lineal considera los cambios en ambos, mientras que un análisis lineal equivalente (el que utiliza QUAKE/W) solo toma en cuenta las variaciones en la relación esfuerzo-deformación entre los *time steps*, y calcula la variación en el exceso de presión de poros una vez terminado el análisis dinámico. Esta diferencia juega un papel muy importante, pues el conocer los cambios en la presión de poros durante el análisis dinámico permitiría realizar los cálculos en términos de esfuerzos efectivos, lo que es más representativo de las condiciones en campo. Además, la acumulación de presión de poros puede tener un efecto importante en la atenuación de las ondas sísmicas, más aún cuando el material se acerca a su estado de licuación.

A pesar de esto, los parámetros del suelo requeridos para los primeros no son tan bien conocidos y son mucho más difíciles de establecer, por lo que actualmente los análisis no-lineales resultan ser mucho más complicados que los análisis lineales-equivalentes, y dependiendo de las condiciones del problema, podrían resultar ser mucho menos prácticos.

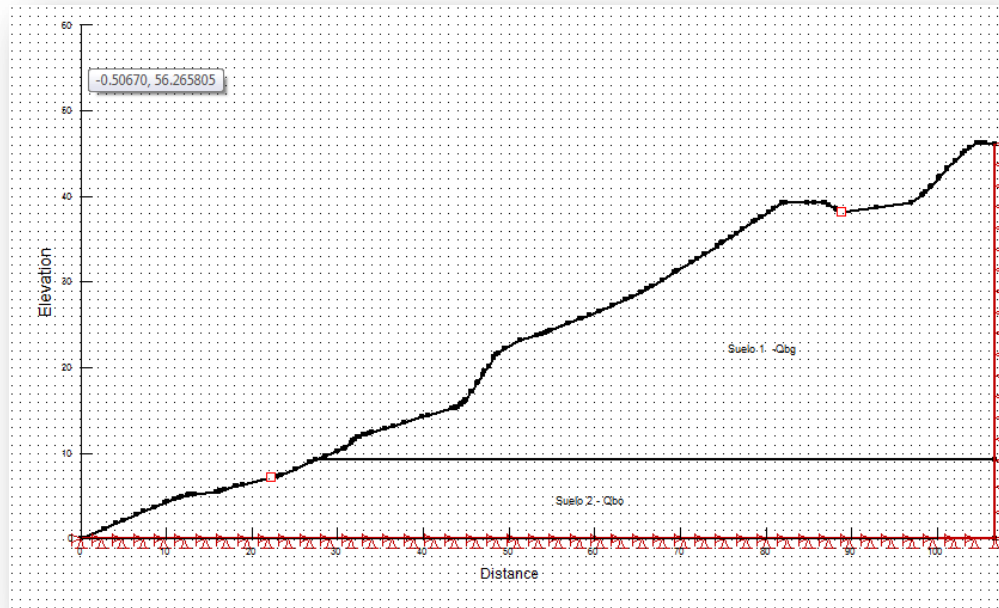
Por otro lado, a pesar de que los análisis lineales-equivalentes no toman en cuenta los cambios en la presión de poros durante el análisis dinámico, aún así, representan adecuadamente lo que ocurre en la realidad y resultan ser una herramienta muy útil para predecir el comportamiento de estructuras de suelos ante la acción de sismos, sobre todo si se analizan los resultados obtenidos a la luz de las limitaciones de las formulaciones.

2.2.4. Modelos de los taludes en Geostudio 2007

Como se mencionó anteriormente, la información referente a los taludes (topografía, parámetros geotécnicos estáticos de los materiales y condiciones inferidas del agua subterránea) y los modelos utilizados para la presente tesis, se basaron en el perfil tomado a partir de las curvas de nivel del lote Lechugas ubicado en la ciudad de Bucaramanga Santander. Se elige un perfil para ser modificado y analizado dinámicamente.

2.2.4.1. Geometría de los modelos. Fueron tomados tres perfiles de las curvas de nivel del lote, de los cuales se elige el mas critico en cuanto a sus condiciones de suelo y con este se hace el análisis dinámico en el programa QUAKE/W. El perfil tomado se muestra a continuación en la figura 5:

Figura 5. Geometría del Talud



2.2.4.2. Características de la superficie freática en los modelos. Se trabajo con un nivel freático simulando suelos saturados.

2.2.4.3. Características de los parámetros geotécnicos trabajados. En el caso de los parámetros geotécnicos usados para los análisis dinámicos, se incrementaron los valores de módulo de Poisson y el coeficiente de corte, el módulo de Amortiguamiento se mantuvo contante.

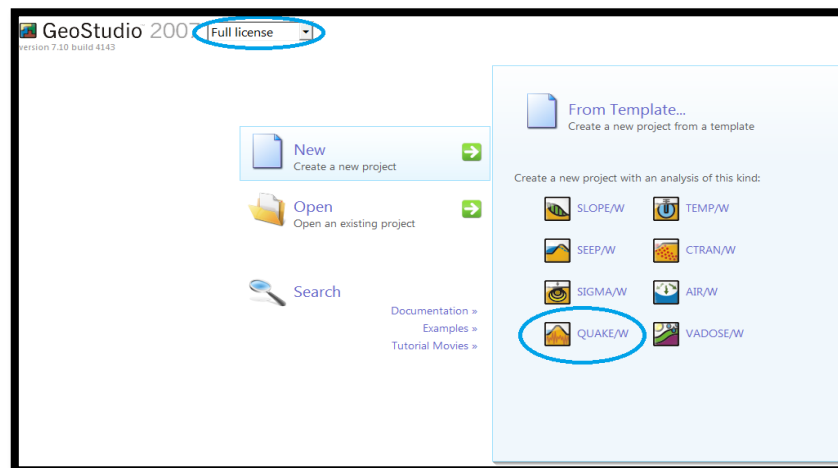
3. OBTENCION DE ESPECTROS PARA EL PERFIL UTILIZADO

Esta tesis aplica el programa QUAKE/W del software de Geostudio 2004 para análisis dinámico de un talud del área metropolitana de Bucaramanga, más exactamente en el barrio la pedregosa. Además, se tomó como referencia el documento inédito del profesor Jaime Suarez Díaz, “Manual análisis sísmico utilizando QUAKE/W”¹⁰.

Para modelar el talud se lleva a cabo el siguiente proceso:

1. Se abre el software de GeoStudio y se escoge el programa QUAKE/W, el cual permite hacer análisis dinámicos, es recomendable tener la versión full para poder aplicar todas sus herramientas.

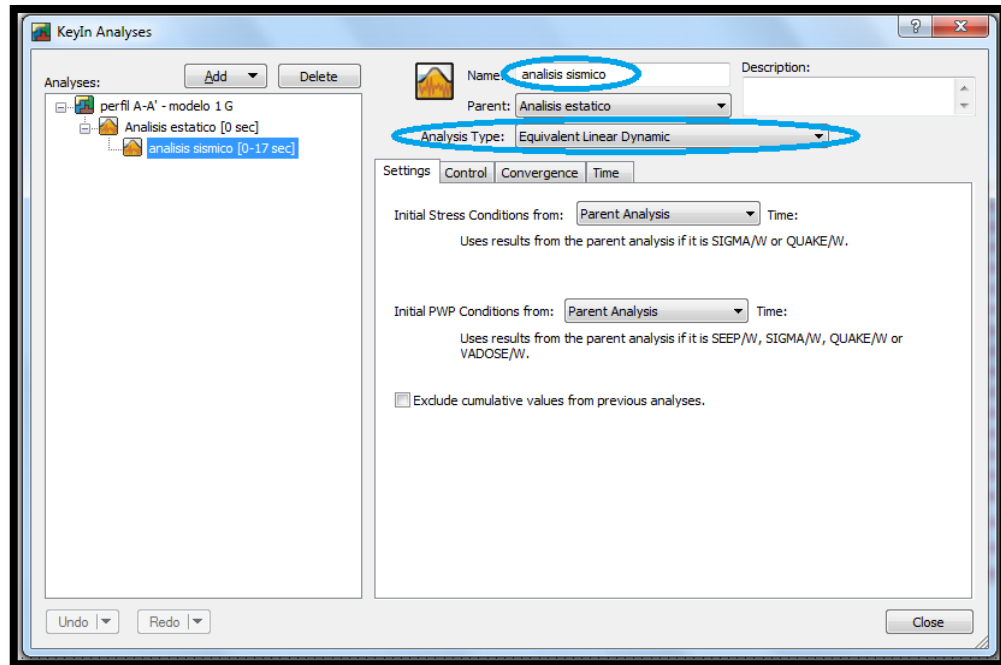
Figura 6. Compilación de programas de Geostudio



¹⁰ SUAREZ DÍAZ, Jaime. Manual análisis sísmico utilizando QUAKE/W. Bucaramanga.

2. Se asigna un nombre al proyecto y se selecciona el tipo de análisis que se desee, en nuestro caso se aplicó el análisis dinámico lineal equivalente.

Figura 7. KeyIn Analyses- Geostudio 2007



3. Se dibuja el tipo de estructura a analizar o se importa directamente desde Autocad. Para este caso fue importado el perfil desde Autocad el cual se guardó en un formato dxf, con el fin de generar compatibilidad con el programa QUAKE/W, según se muestra en la figura 9.

Figura 8. Perfil en Autocad en formato DXF

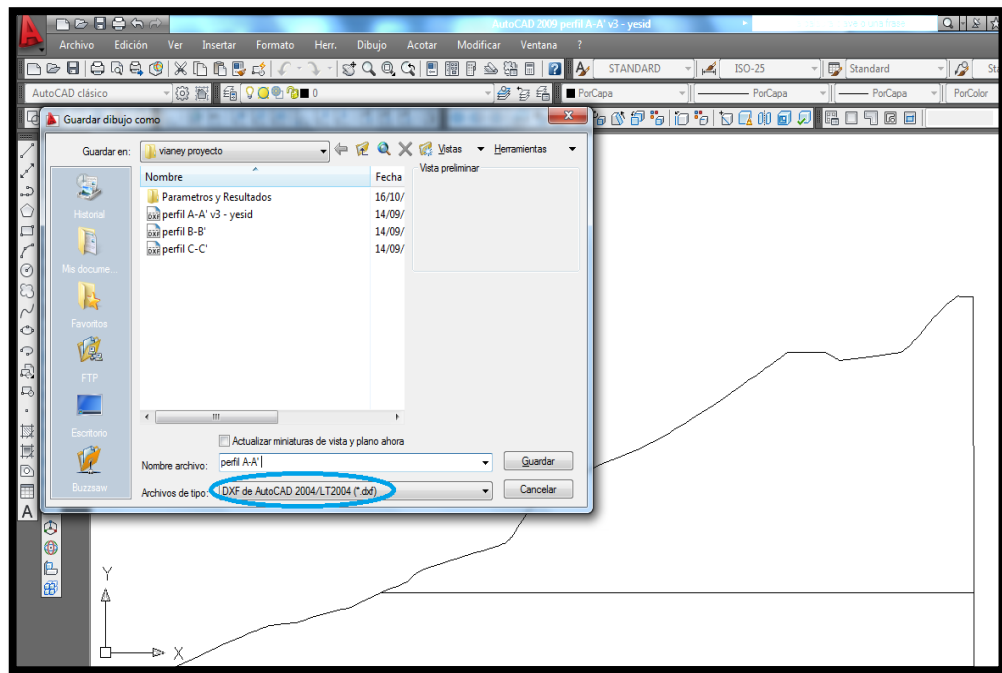
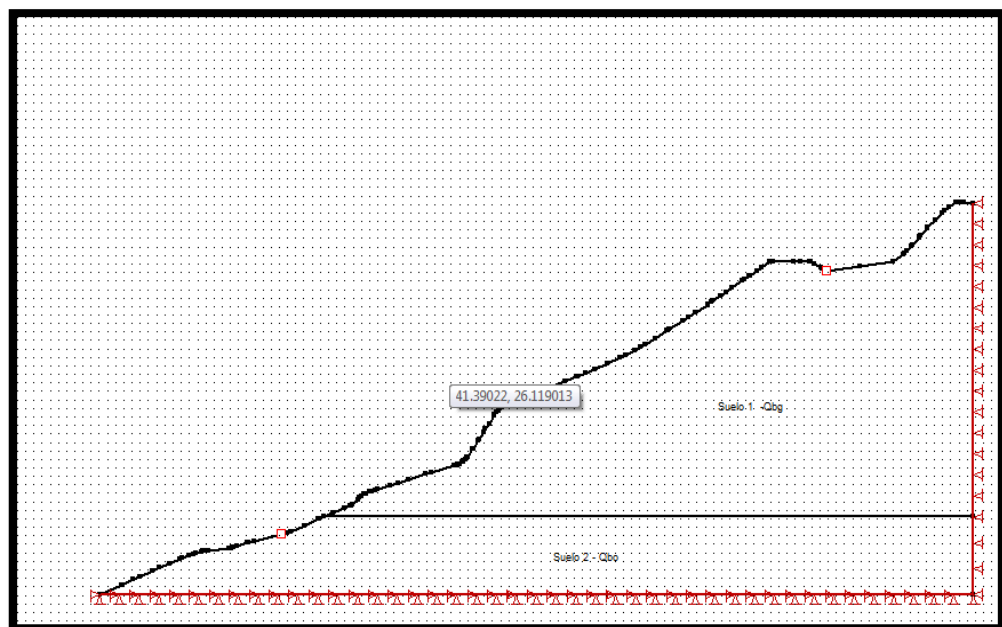
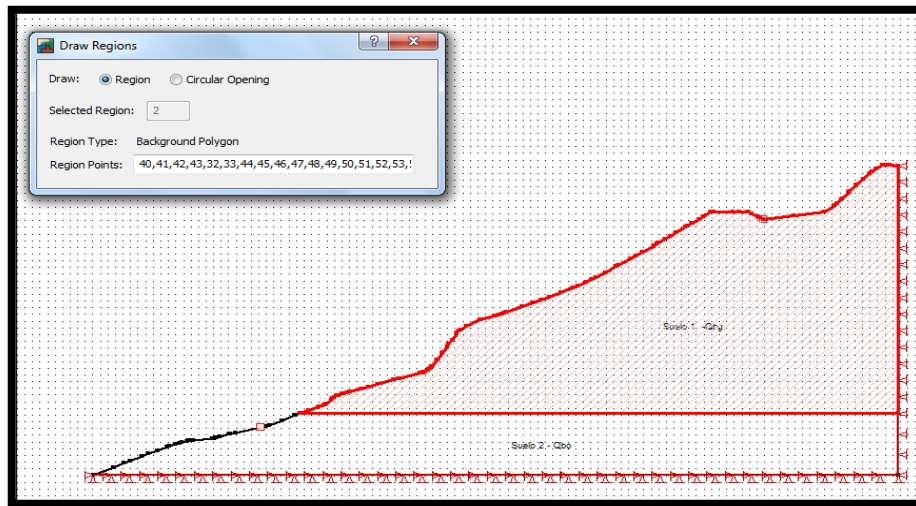


Figura 9. Perfil importado en QUAKE/W de Geostudio



- Se asignan las regiones las cuales deben estar en un contorno totalmente cerrado.

Figura 10. Contornos de los tipos de material



- Se asignan los materiales con sus respectivas características y propiedades. Para nuestro modelo se tienen las especificaciones que figuran en la tabla 4, y las figuras 11 y 12.

Tabla 4. Propiedades de los tipos de suelo.

		Angulo de fricción	cohesión	Peso unitario	COEFICIENTE DE POISSON	
					ANALISIS 1	ANALISIS 2
Qbg	Suelo arcillo limoso con presencia de guijarros de arenisca (Qbg). Espesor varía entre 30 y 35 metros.	31	37	20	0,2	0,35
Qbo	Material conglomeratico: gravas y bloques embebidos en matriz areno arcillosa (Qbo). Su espesor supera los 40 metros.	35	37	20	0,2	0,35

Figura 11. Propiedades del suelo Qbg 1

The screenshot shows a software interface for defining soil properties. At the top, a list of materials includes 'Suelo 1 -Qbg' (highlighted in blue) and 'Suelo 2 - Qbo'. Below this, the 'Name' field is set to 'Suelo 1 -Qbg' and the 'Color' is a blue swatch with a 'Set...' button. The 'Material Model' is 'Linear Elastic'. The 'Unit Weight' is 20 kN/m³, 'Poisson's Ratio' is 0.2, and 'Damping Ratio' is 0.1. The 'PWP Fn' is 'PWP Function', 'Ka Fn' is '(none)', 'Ks Fn' is '(none)', and 'Cyc. Num. Fn' is 'Arena Media'. Under 'Gmax', the 'Constant' option is selected with a value of 1000 kPa, and the 'Function' option is '(none)'.

Figura 12. Propiedades del suelo Qbo 2

The screenshot shows the same software interface, but with 'Suelo 2 - Qbo' selected in the list and highlighted in blue. The 'Name' field is 'Suelo 2 - Qbo' and the 'Color' is a purple swatch with a 'Set...' button. The 'Material Model' is 'Linear Elastic'. The 'Unit Weight' is 20 kN/m³, 'Poisson's Ratio' is 0.2, and 'Damping Ratio' is 0.1. The 'PWP Fn' is 'PWP Function', 'Ka Fn' is '(none)', 'Ks Fn' is '(none)', and 'Cyc. Num. Fn' is 'Arena Densa'. Under 'Gmax', the 'Constant' option is selected with a value of 2000 kPa, and the 'Function' option is '(none)'.

Cabe destacar que el programa aplica unas propiedades dinámicas para el análisis sísmico a partir de los esfuerzos cíclicos:

- G: Modulo de cortante es la relación entre el esfuerzo y la deformación a cortante a amplitudes bajas como las de un sismo. El modulo de corte será modificado para obtener y comparar resultados sísmicos.

El programa calcula este modulo a partir de la siguiente expresión:

$$G = \frac{\tau_{pp}}{\gamma_{pp}}$$

Donde:

τ_{pp} = Esfuerzo pico a pico

γ_{pp} = Deformación pico a pico

- D, o λ : Relación de amortiguación interna. Representa la disipación de energía durante el cargue cíclico.

$$D = \frac{AL}{4\pi AT}$$

AT = Energía elástica equivalente

AL = Energía amortiguada en un ciclo

- ν : Relación de Poisson, este módulo será variado en nuestro análisis para observar el comportamiento sísmico.
- Relación de esfuerzo cíclico CSR

$$CSR = \frac{\tau_0}{\sigma_0}$$

Donde

τ_0 = esfuerzo de cortante dentro del suelo a una determinada profundidad

σ_0' = esfuerzo vertical efectivo a la misma Profundidad

- Relación de presión de poros ru

$$ru = \frac{U}{\sigma_v} = \left[\frac{\Delta U}{\sigma'_{v'}} \right]$$

La licuefacción ocurre cuando la presión de poros U es igual al esfuerzo vertical σ_v .

Cuando $ru = 1$ se inicia la licuefacción

- Relación de poros:

$$ru = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \sin^{-1} \left[2 \left(\frac{N}{NL} \right)^{\frac{1}{\alpha}} - 1 \right]$$

ru : Relación de presión de poros

NL : Numero de ciclos que producen licuación para ru de 1.0

α : Es función de las propiedades del suelo (Típicamente se toma 0.7)

Esta fórmula permite determinar la presión de poros antes de que produzca licuación.

6. Para la presión de poros se usa como exponente $\alpha = 0,7$ y así obtener la grafica con la cual internamente QUAKE/W calcula la presión de poros.

Figura 13. Presión de poros- suelo Qbg

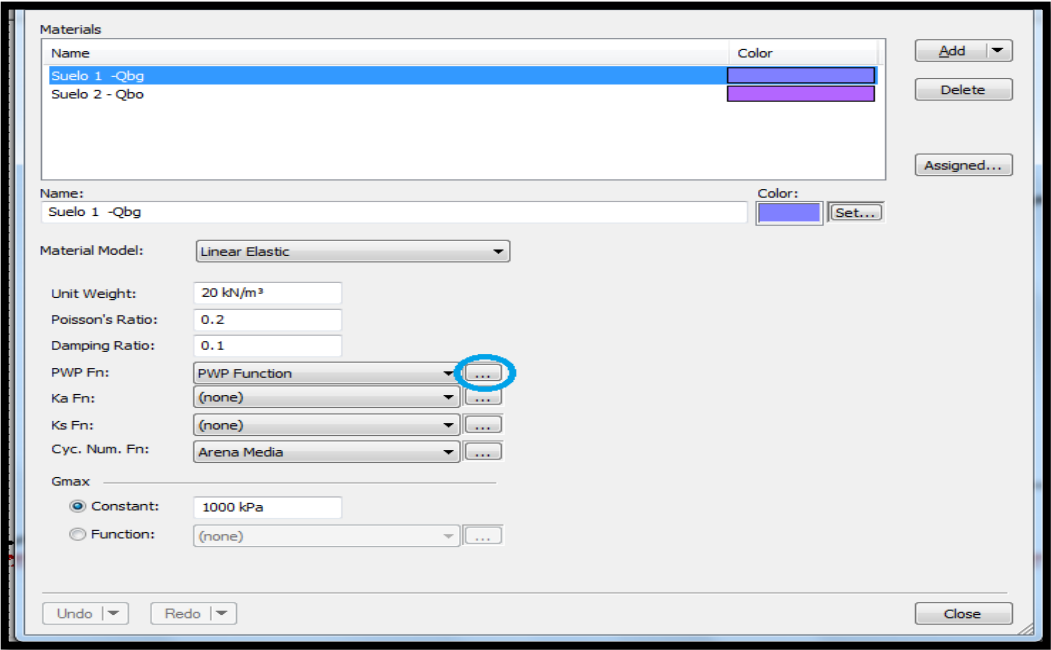
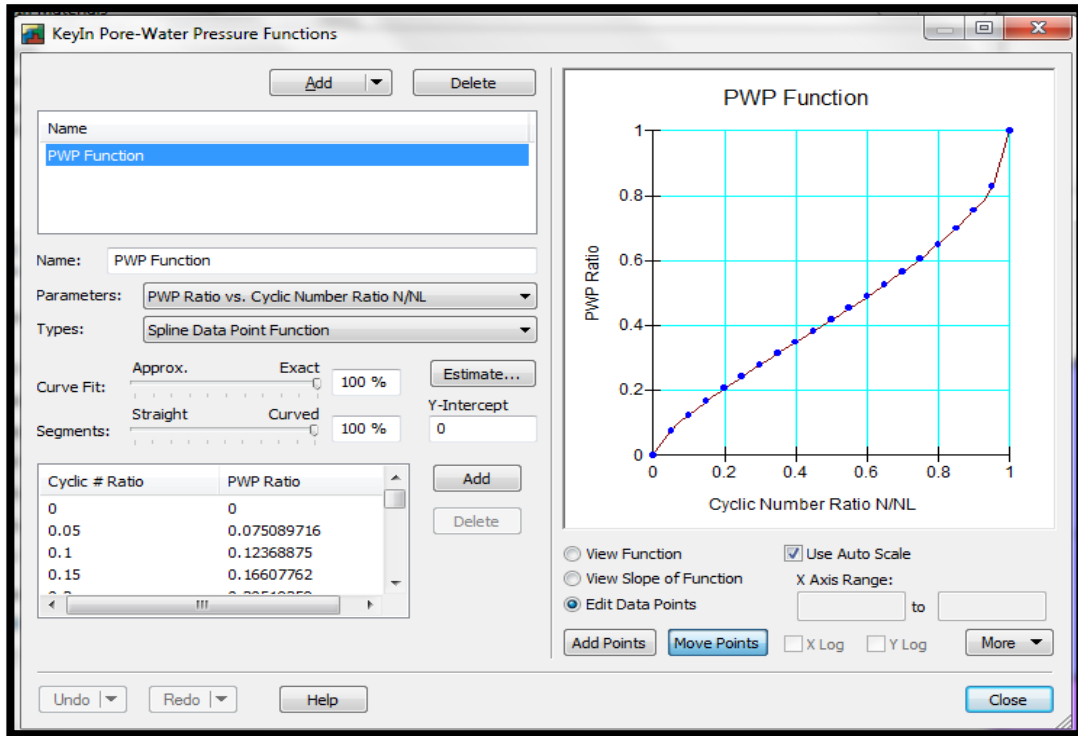


Figura 14. PWP Ratio Vs Cyclic Number Ratio



7. Para el tipo de suelo Q_{bg} el numero de ciclos que producen licuación se trabaja con arena media y para el suelo Q_{bo} se trabaja con arena densa.

Figura 15. Cyclic Number para arena Media- suelo Qbg

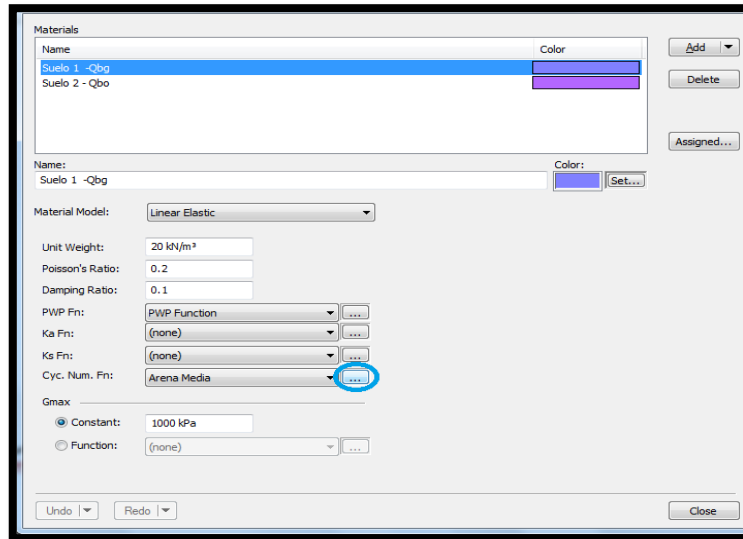


Figura 16. Cyclic Number Vs Shear Stress Ratio para arena Media

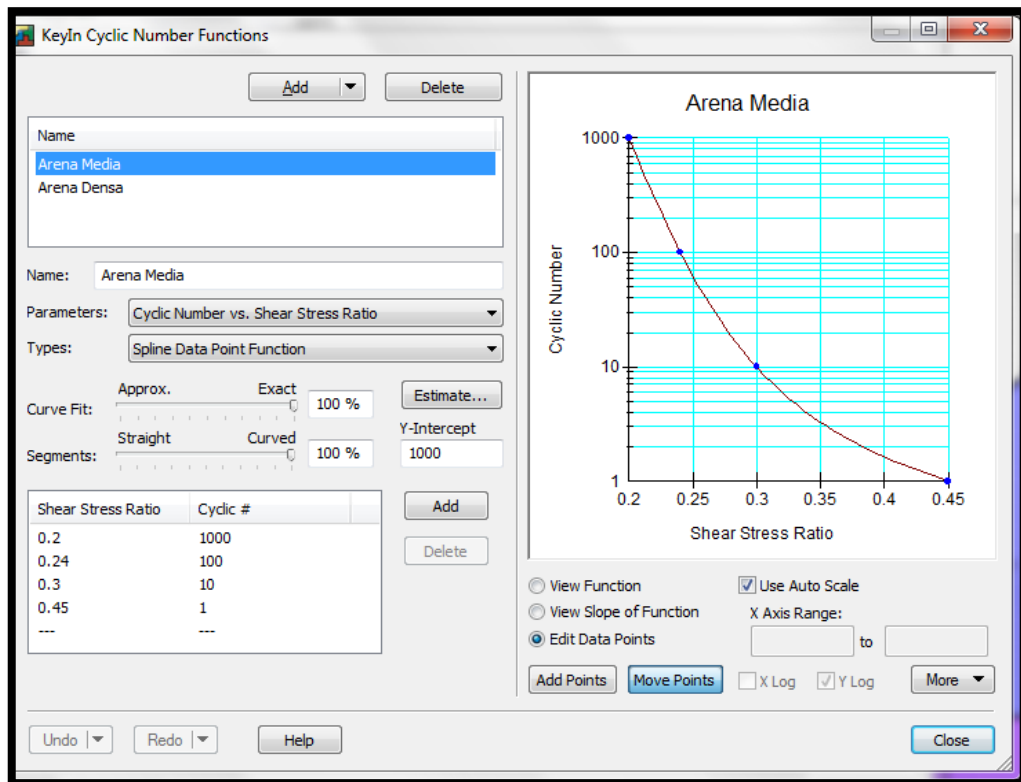
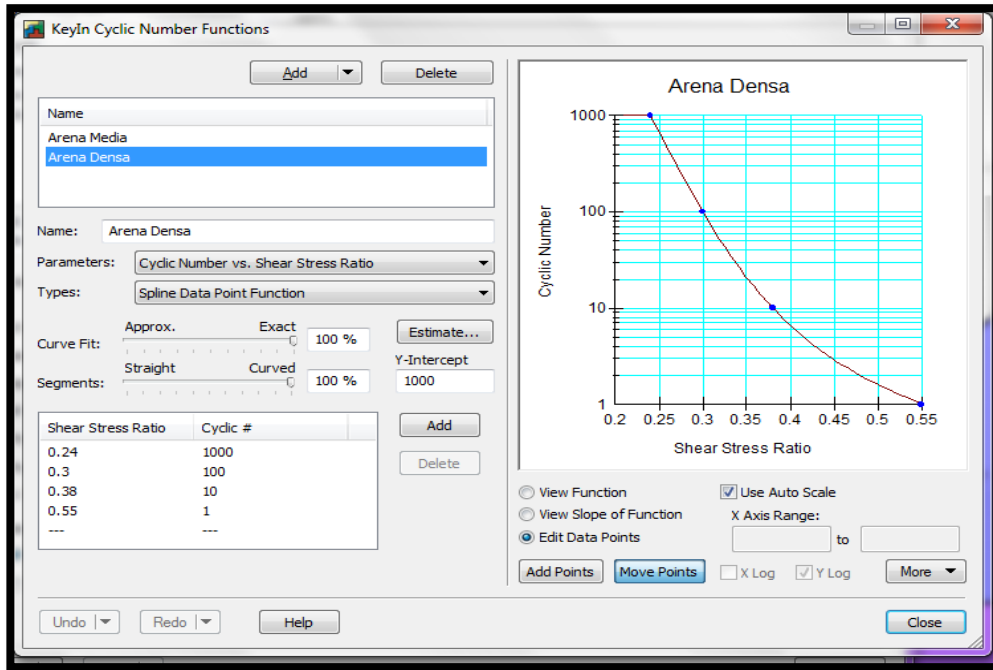


Figura 17. Cyclic Number Vs Shear Stress Ratio para arena Densa



8. Se ingresan los datos del sismo COALINGA con el cual se hace la simulación.

Figura 18. Datos del acelerograma de diseño

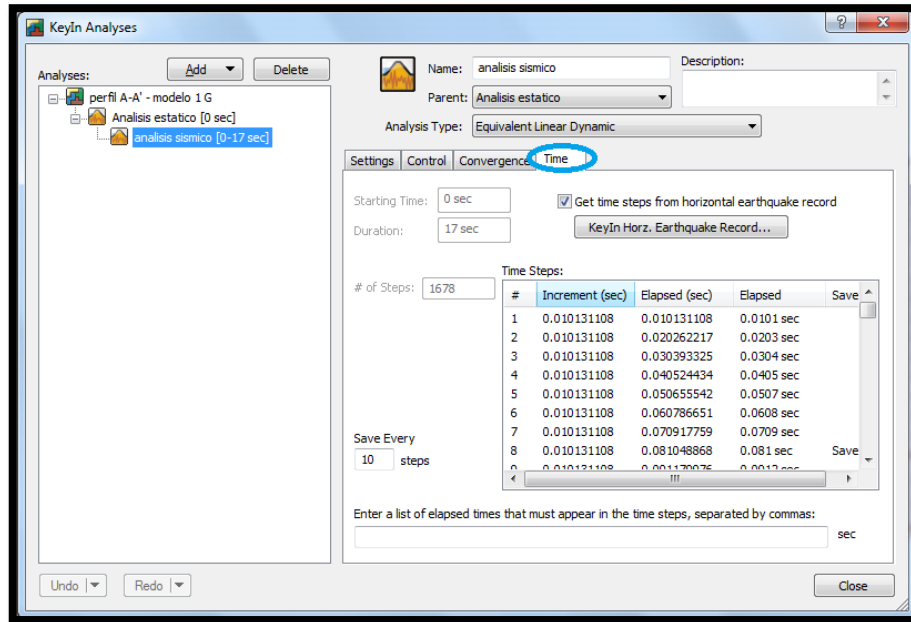


Figura 19. Datos del acelerograma de diseño (Coalinga)

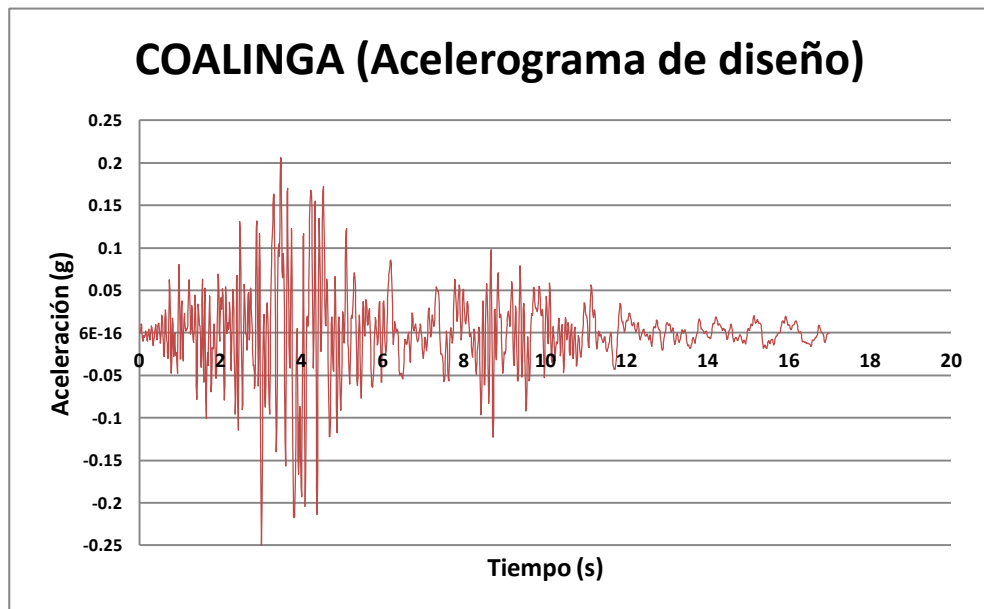
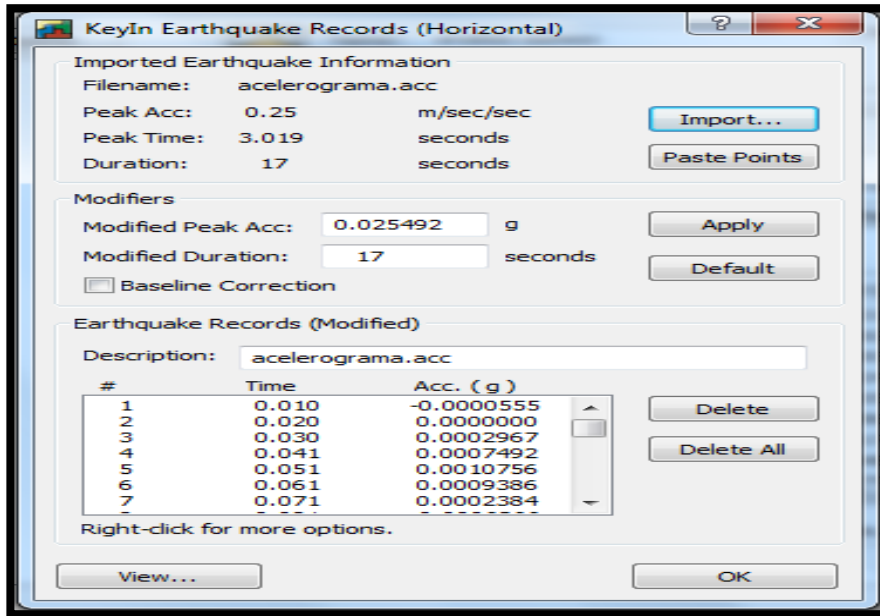
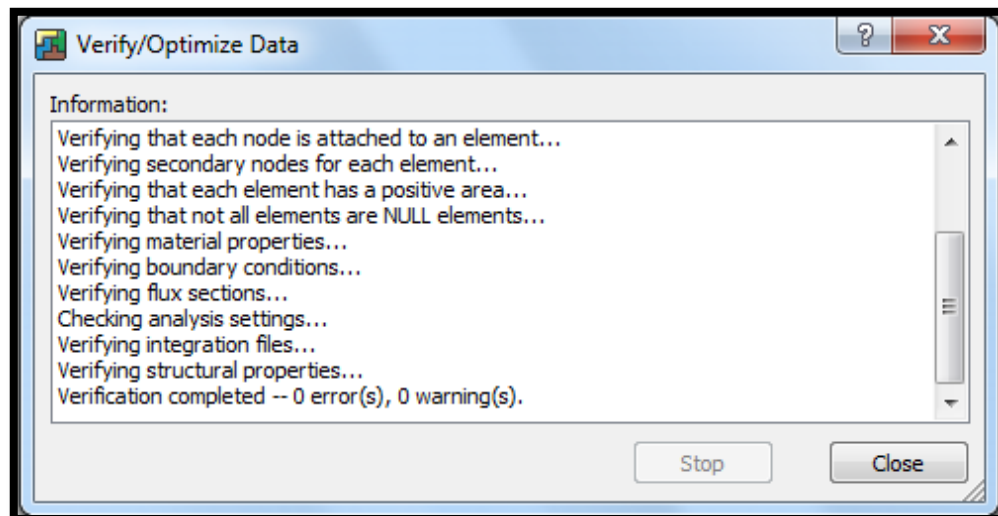


Figura 20 Earthquake information



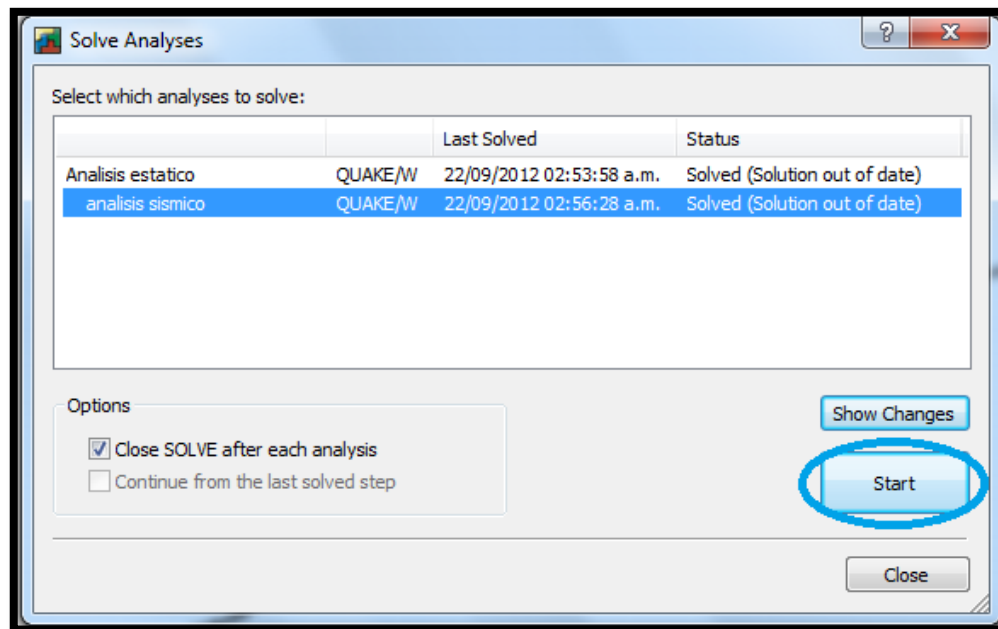
9. Se verifica que no existen errores.

Figura 21. Verificación de errores



10. Se corre el modelo estudiado.

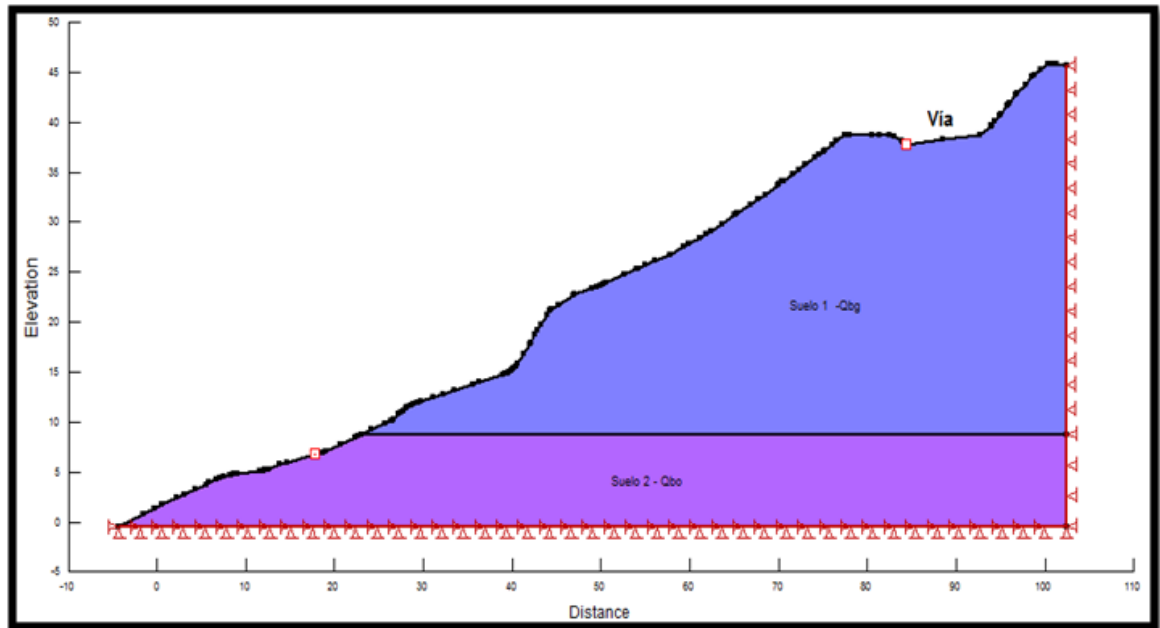
Figura 22 Resolver análisis



Este proceso se hizo de la misma manera para obtener los espectros sísmicos de diseño.

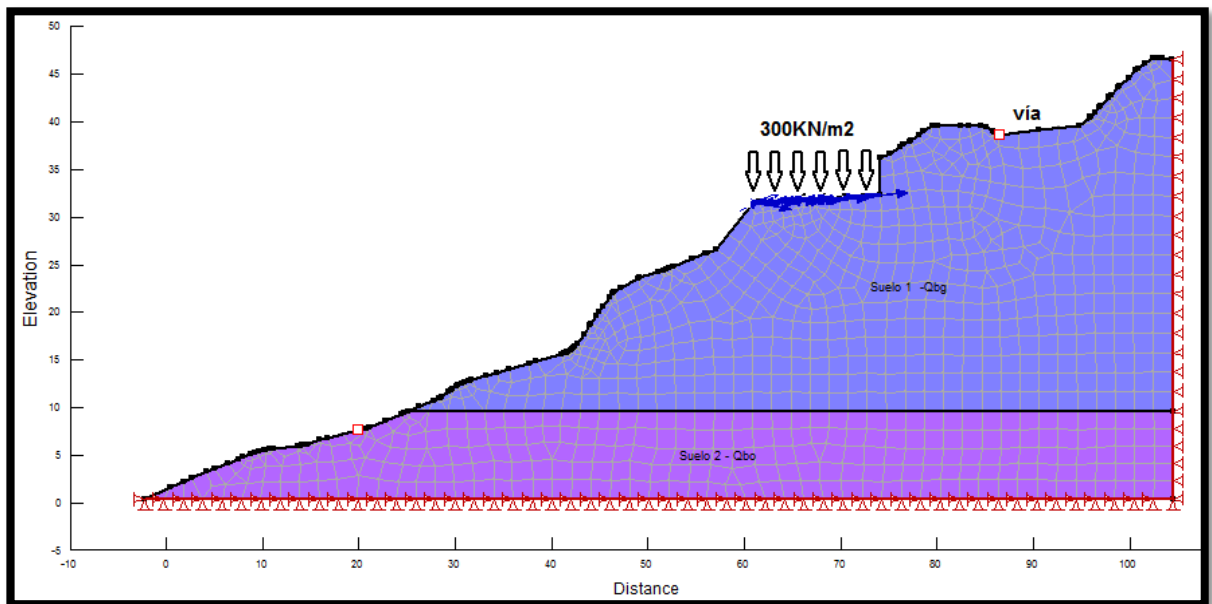
- **ESCENARIO 1:** Se representa con la figura 23 en la que aparece el perfil en estado natural sin ningún tipo de intervención.

Figura 23. Perfil en estado natural sin ningún tipo de intervención



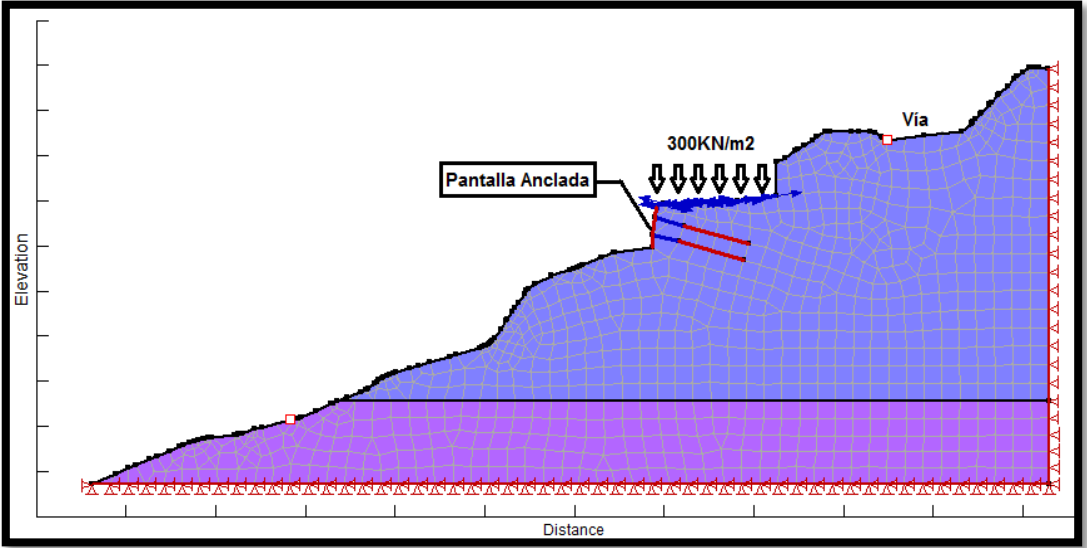
- **ESCENARIO 2:** Se visualiza en la figura 24, con el perfil analizado con una carga de 300KN/m² la cual pertenece a un edificio de 12 pisos con 3 niveles de sótano destinados a vivienda urbana.

Figura 24. Perfil analizado con una carga de 300KN/m².



- **ESCENARIO 3:** Este escenario representado por la figura 25 muestra el perfil modelado con la carga del edificio y sometido a obras de mitigación. En nuestro caso se utilizó pantallas con anclajes de 30 metros de longitud con una separación vertical de 3,5 metros y una separación horizontal de 4 metros con el fin de dar estabilidad al talud ante un evento sísmico.

Figura 25 Perfil modelado con la carga del edificio y sometido a obras de mitigación, utilizando pantallas con anclajes de 30 metros de longitud con una separación vertical de 3,5 metros y una separación horizontal de 4 metros.

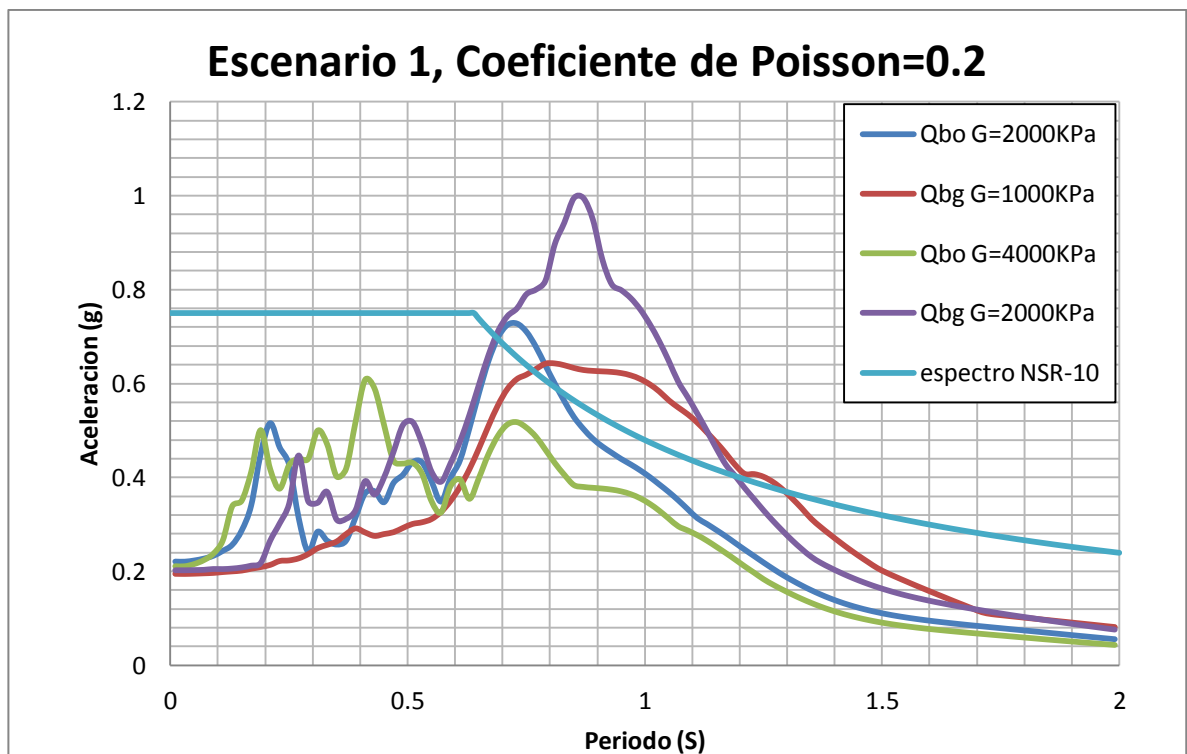


4. ANÁLISIS SÍSMICO

4.1 ANÁLISIS DEL ESCENARIO 1 (COEFICIENTE DE POISSON=0,2)

En la figura 26 se analiza el espectro de respuesta sísmica para los dos tipos de suelo trabajados en este proyecto, el suelo del miembro órganos (Qbo) donde se identifican niveles conglomeráticos intercalados con niveles finos; y el suelo del miembro gravoso donde se identifica material arcillo-limoso. Estos dos suelos son analizados para el primer escenario donde el terreno se encuentra en estado natural.

Figura 26. Espectro respuesta para el tipo de suelo Qbo (G=2000kpa y G=4000kpa) y Qbg (G=1000kpa y G=2000kpa) con un coeficiente de Poisson=0,2. Escenario 1



En este análisis el miembro órganos presenta un módulo de cortante $G= 2000\text{Kpa}$ y $G= 4000\text{ kpa}$, cuando se compara detalladamente este material se puede notar que los picos de aceleración no superan el límite establecido por el código.

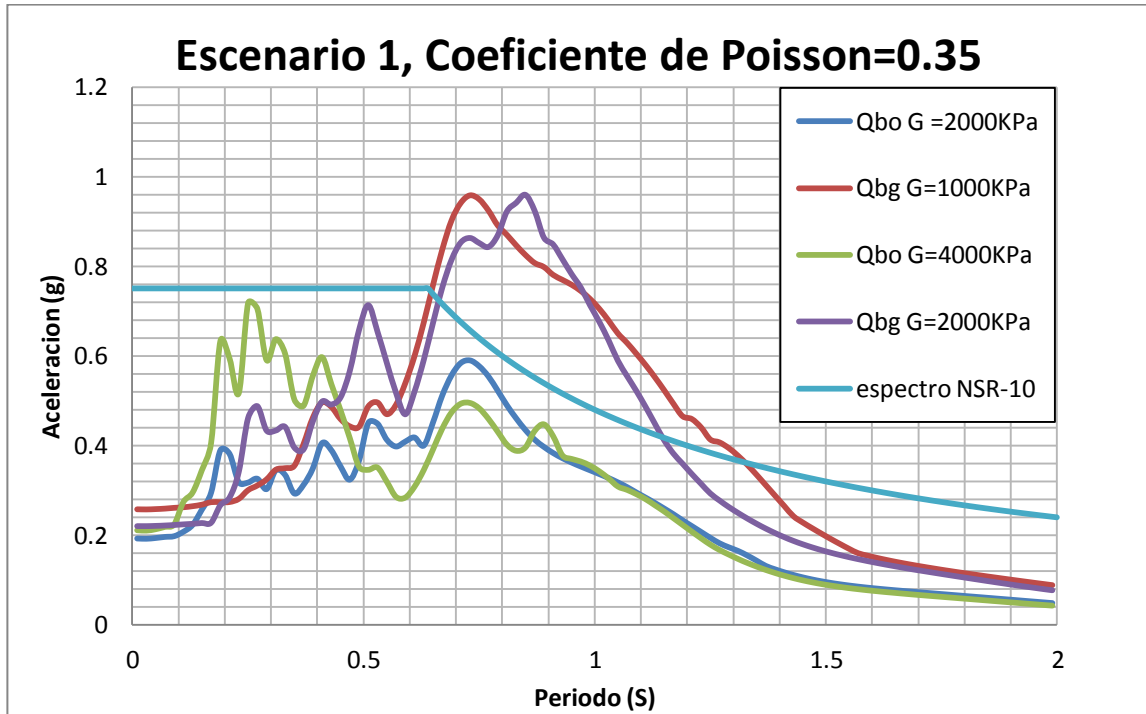
Se puede inferir de este análisis que si comparamos los dos tipos de material, el miembro con menor módulo de cortante que hace referencia al material gravoso (Qbg) presenta un pico máximo de aceleración superando notoriamente el espectro de diseño, esto se debe a que este material es susceptible a cambios en su coeficiente de Poisson y a que su espesor es considerable.

4.2 ANÁLISIS DEL ESCENARIO 1 (COEFICIENTE DE POISSON=0,35)

En la figura 27 se mantienen constantes los módulos de cortante en el mismo escenario, simplemente se aumenta el coeficiente de Poisson a 0,35.

Se puede notar que el material del miembro gravoso presenta un mayor pico de aceleraciones superando los límites de diseño recomendados por la NSR-10, para el miembro órganos se observa que al aumentar el módulo de cortante aumenta también su pico de aceleración, a diferencia del análisis anterior. Podemos atrevernos a decir que el coeficiente de Poisson afecta el comportamiento en el espectro de cada uno de los materiales aumentando significativamente los picos de aceleración.

Figura 27 Espectro respuesta para el tipo de suelo Qbo (G=2000kpa y G=4000kpa) y Qbg (G=1000kpa y G=2000kpa) con un coeficiente de Poisson=0,35. Escenario



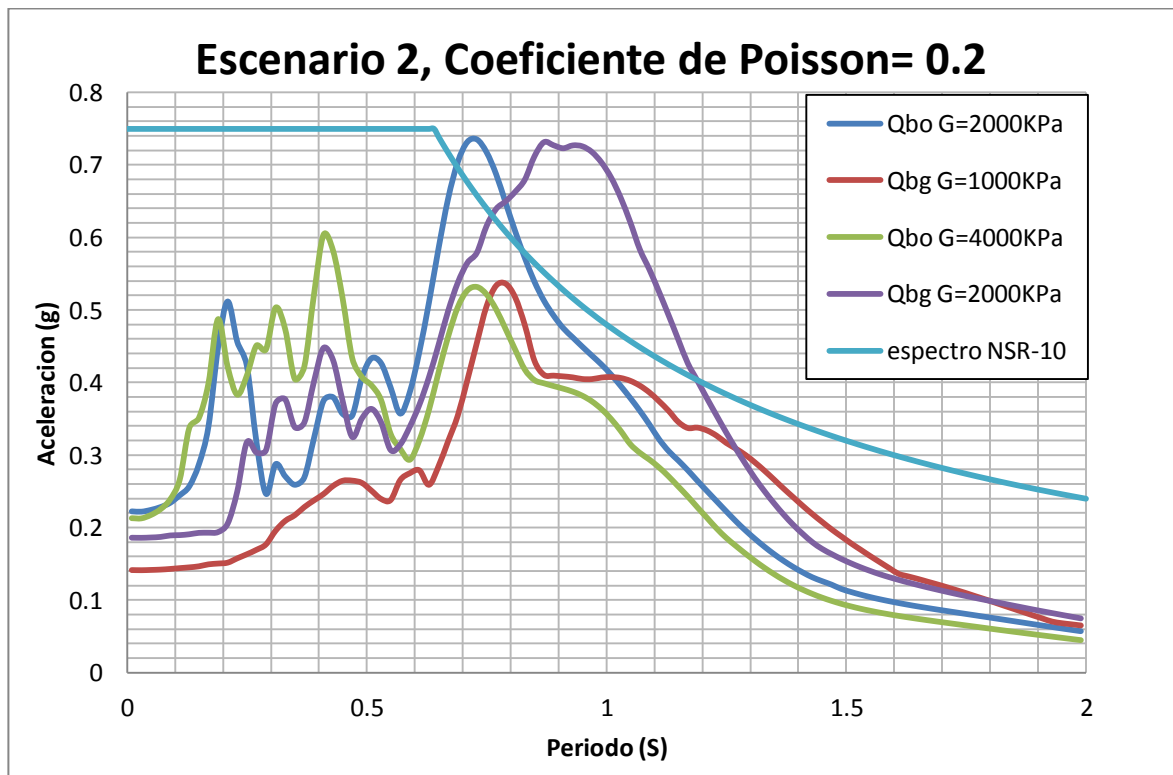
4.3 ANÁLISIS DEL ESCENARIO 2 (COEFICIENTE DE POISSON=0,2)

En la figura 28 analizamos el comportamiento de los dos tipos de material variando su modulo de cortante, con un coeficiente de Poisson de 0,2 y para el escenario 2 que corresponde al perfil del terreno sometido a una carga de 300 KN/m², estos espectros respuesta se compara con el espectro recomendado por la NSR-10.

De acuerdo a estos datos se puede observar que se presenta un pico máximo similar para los dos tipos de material con un modulo de cortante de 2000 kpa, pero el comportamiento es diferente ya que al aumentar el modulo de cortante el miembro órganos disminuye su pico de aceleración mientras que el miembro gravoso presenta un aumento considerable.

Si se comparan los dos materiales se observa que el pico máximo de aceleración lo presenta el miembro gravoso al cual se le aplico un valor mínimo de cortante respecto al miembro órganos.

Figura 28. Espectro respuesta para el tipo de suelo Qbo (G=2000kpa y G=4000kpa) y Qbg (G=1000kpa y G=2000kpa) con un coeficiente de Poisson=0,2. Escenario 2

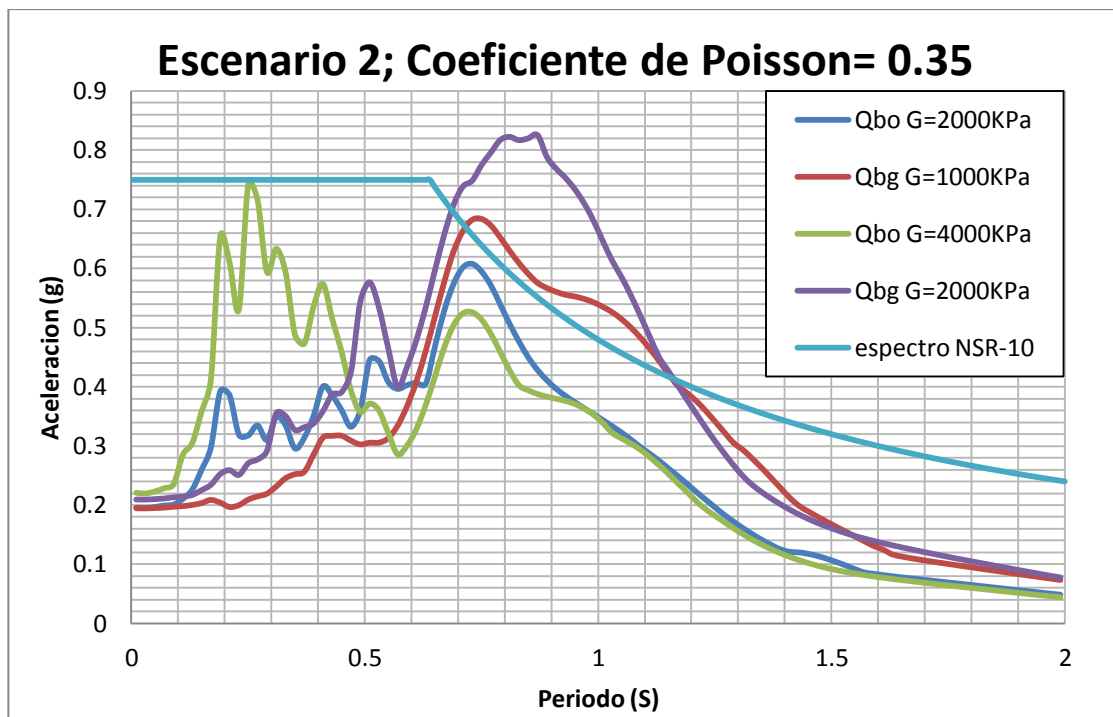


4.4 ANÁLISIS DEL ESCENARIO 2 (COEFICIENTE DE POISSON=0,35)

En la figura 29 se mantiene el escenario de análisis y los módulos de cortante, pero se aumenta el coeficiente de Poisson a 0,35, en este caso se observa un comportamiento similar para el miembro gravoso como para el miembro órganos ya que al aumentar sus módulos de cortante aumenta también sus picos de aceleraciones; en el caso del material gravoso, éste sobrepasa los límites establecidos en la NSR-10.

Se puede decir que el aumento en el coeficiente de Poisson afecta de manera proporcional al aumento en los módulos de cortante para este escenario y para los dos tipos de material.

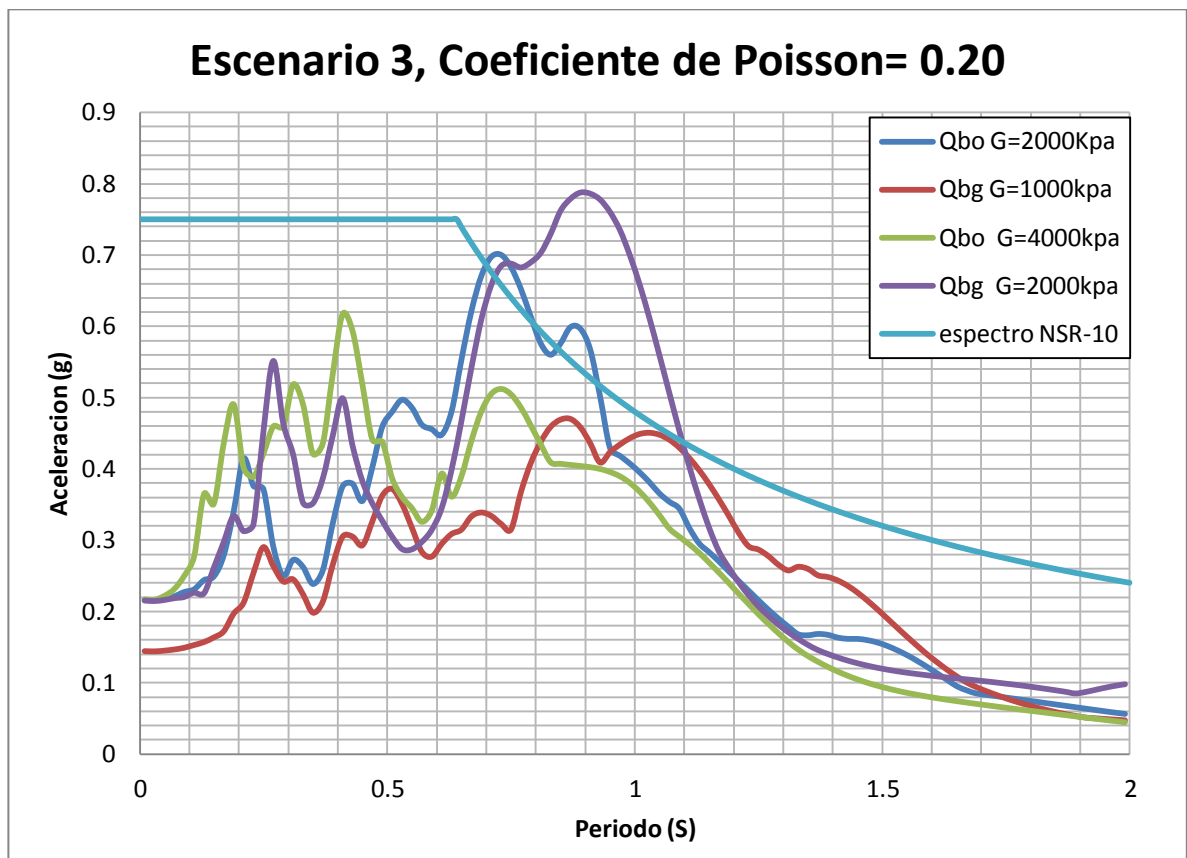
Figura 29. Espectro respuesta para el tipo de suelo Qbo (G=2000kpa y G=4000kpa) y Qbg (G=1000kpa y G=2000kpa) con un coeficiente de Poisson=0,35. Escenario 2



4.5 ANÁLISIS DEL ESCENARIO 3 (COEFICIENTE DE POISSON=0,2)

En la figura 30 se analiza el escenario 3 el cual hace referencia al mismo perfil del terreno, sometido a la acción de cargas y aplicándole obras de mitigación para observar su comportamiento de acuerdo al espectro recomendado por la NSR-10. Ésta comparación se hace para un coeficiente de Poisson de 0,20

Figura 30. Espectro respuesta para el tipo de suelo Qbo (G=2000kpa y G=4000kpa) y Qbg (G=1000kpa y G=2000kpa) con un coeficiente de Poisson=0,2 Escenario 3

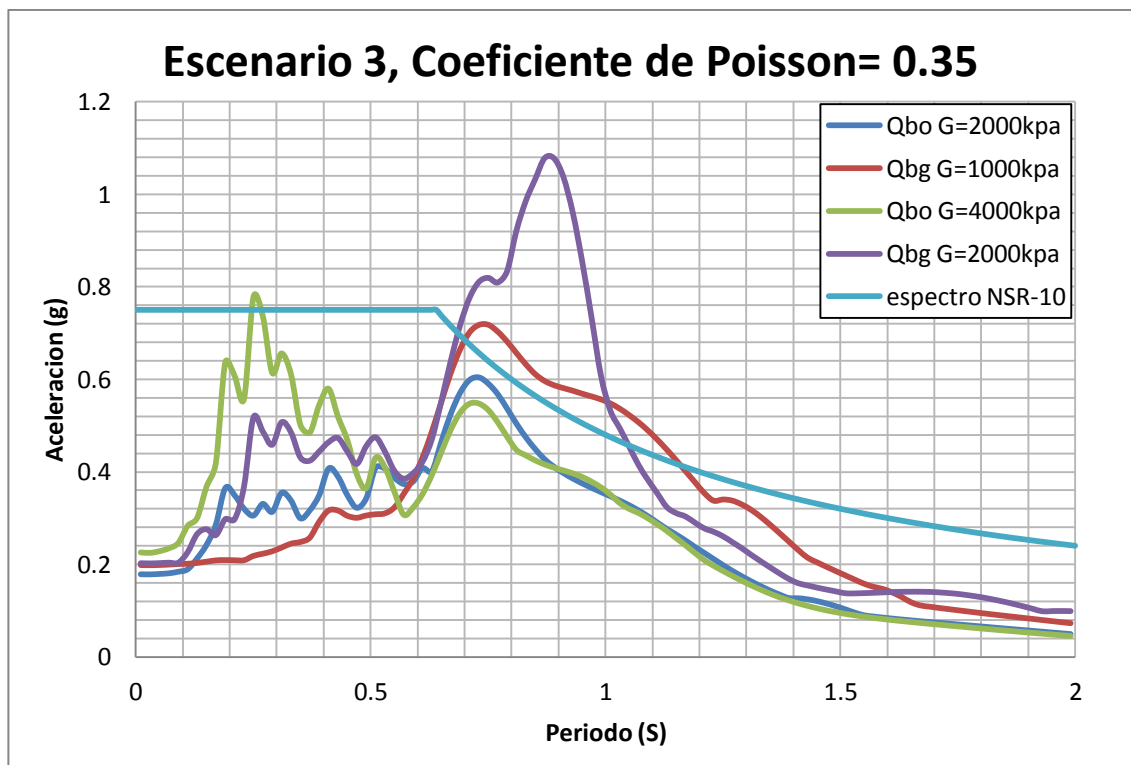


Para los dos tipos de material, se puede decir que el miembro gravoso supera el pico máximo de diseño recomendado por el código y que su pico aumenta a medida que se aumenta el modulo de cortante; caso contrario para el miembro órganos el cual presenta un menor pico de aceleraciones al aumentar su modulo de cortante y también presenta un mejor comportamiento respecto al espectro de la NSR-10.

4.6 ANÁLISIS DEL ESCENARIO 3 (COEFICIENTE DE POISSON=0,35)

En la figura 31, se tiene el mismo escenario y los mismos módulos de cortante que el análisis anterior pero se aumenta el coeficiente de Poisson a 0,35.

Figura 31. Espectro respuesta para el tipo de suelo Qbo (G=2000kpa y G=4000kpa) y Qbg (G=1000kpa y G=2000kpa) con un coeficiente de Poisson=0,35. Escenario 3



De esta grafica podemos decir que el coeficiente de Poisson afecta notoriamente el comportamiento de los materiales, aunque el comportamiento del miembro gravoso ha sido similar en todos los análisis su pico máximo aumenta a 1,1g aproximadamente el cual es un valor bastante elevado comparado con el recomendado por la NSR-10. El miembro órganos cambia su comportamiento respecto al análisis anterior ya que su pico de aceleración aumenta al aumentar su modulo de cortante, pero el pico máximo de aceleración de la figura lo presenta el miembro gravoso que es el material que tiene un menor modulo de cortante.

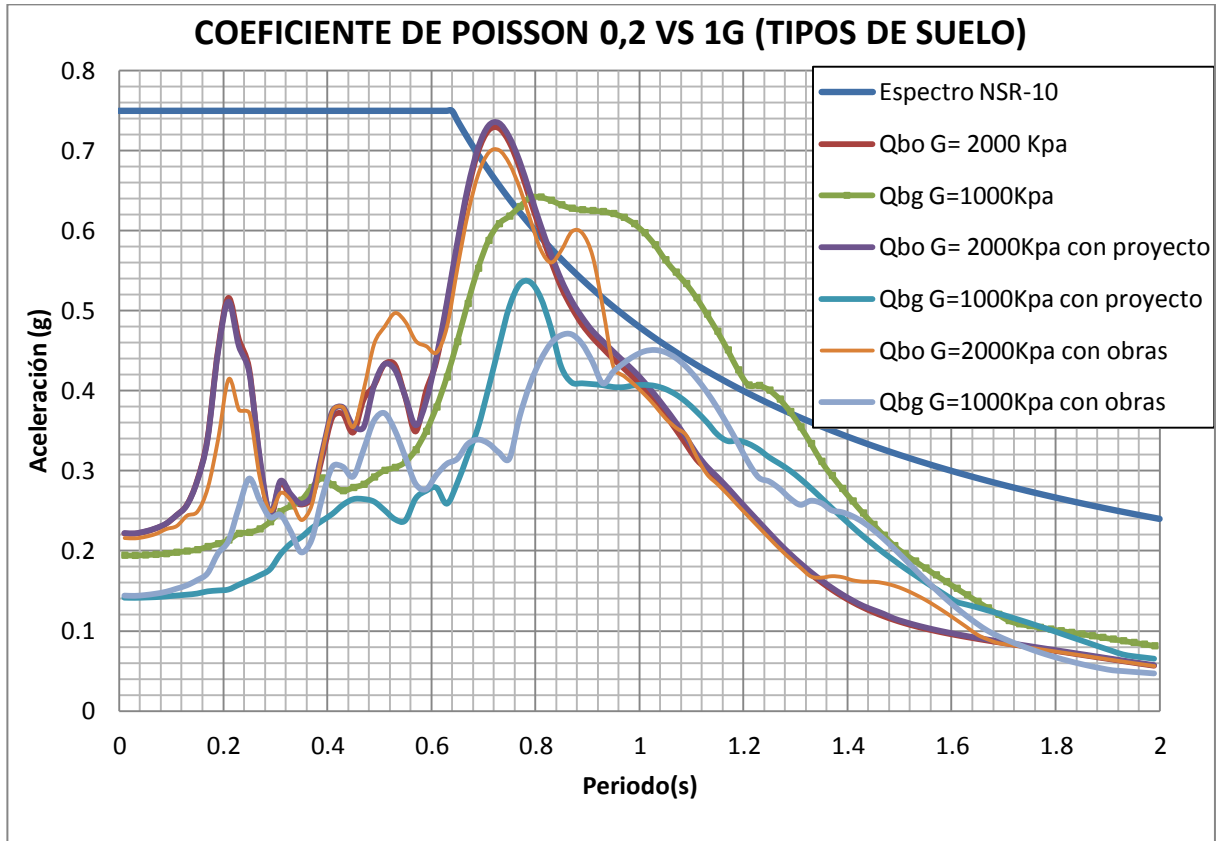
Por lo que podemos decir que en un perfil presenta mayores aceleraciones el material que tiene un menor valor de modulo de cortante.

4.7 ANÁLISIS DEL ESPECTROS NSR-10 VS TIPO DE SUELO AUMENTANDO EL MODULO DE CORTE (G)

4.7.1 Análisis para los 2 tipos de material con Coeficiente de Poisson=0,2.

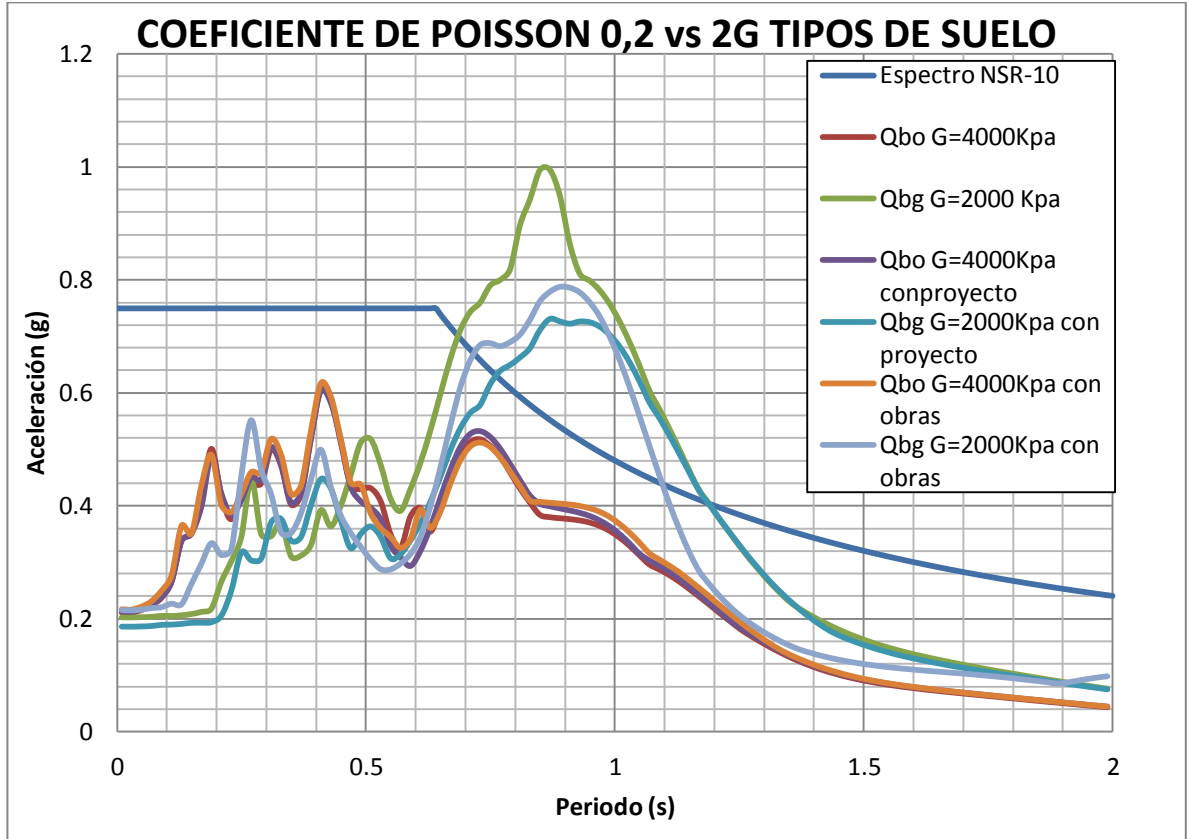
En la figura 32 podemos observar el comportamiento de los dos tipos de material, para los tres escenarios, un coeficiente de Poisson de 0.20, y utilizando un modulo de cortante mínimo para cada uno. Se presenta un mayor pico de aceleración en el material con mayor modulo de cortante para este caso el miembro órganos, pero aun así no supera el pico máximo recomendado por la NSR-10.

Figura 32. Espectro respuesta para el tipo de suelo Qbo (G=2000kpa) y Qbg (G=1000kpa) con un coeficiente de Poisson=0,2 para los 3 escenarios



En la figura 33 mantenemos las condiciones del analisis anterior, pero aumentando el modulo de cortante, podemos observar un cambio considerable en los comportamientos de los materiales, ya que el pico maximo de aceleraciones lo presenta el material gravoso que es al que se le aplico un modulo de cortante menor, el miembro gravoso ya cambia su comportamiento sin superar ningun limite recomendado por el espectro de la NSR-10, los espectros de los tres escenarios para este tipo de material muestra unos picos similares.

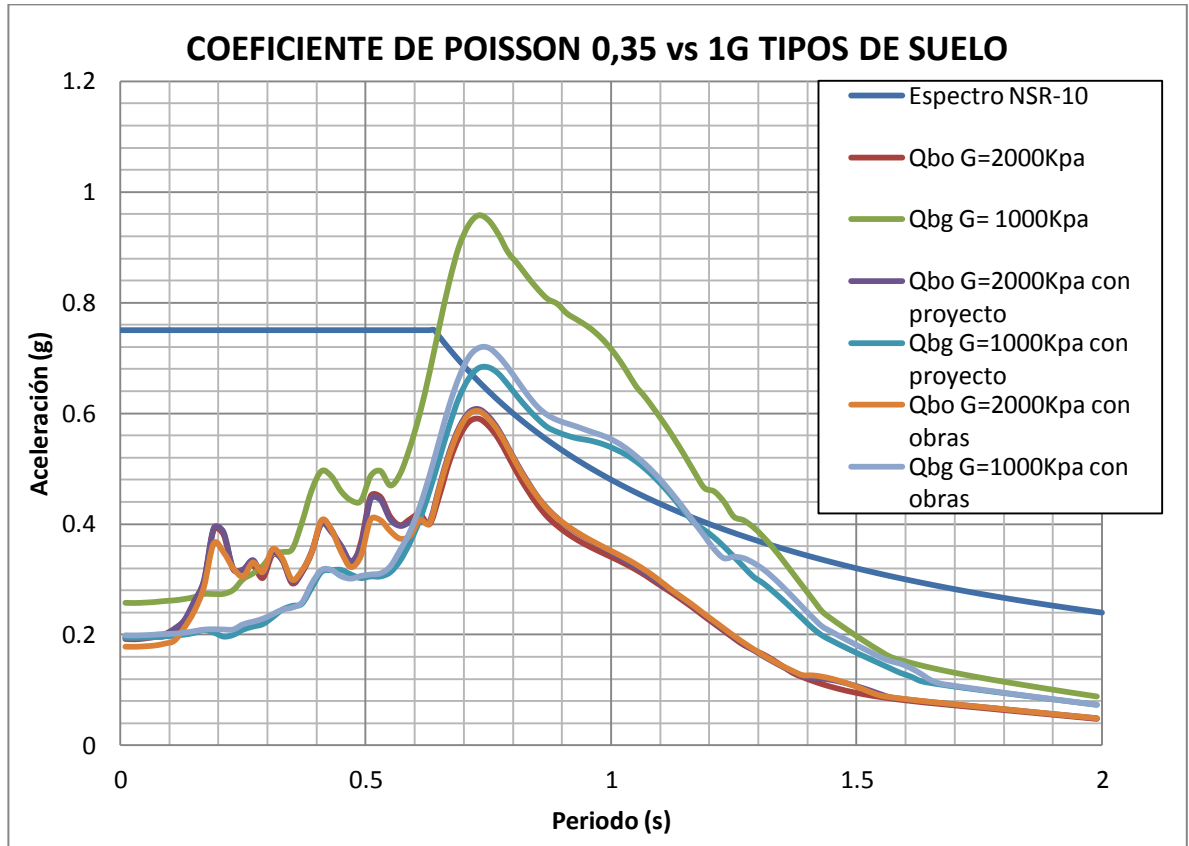
Figura 33. Espectro respuesta para el tipo de suelo Qbo (G=4000kpa) y Qbg (G=2000kpa) con un coeficiente de Poisson=0,2 para los 3 escenarios



4.7.2 Análisis para los 2 tipos de material con Módulo de Poisson=0,35.

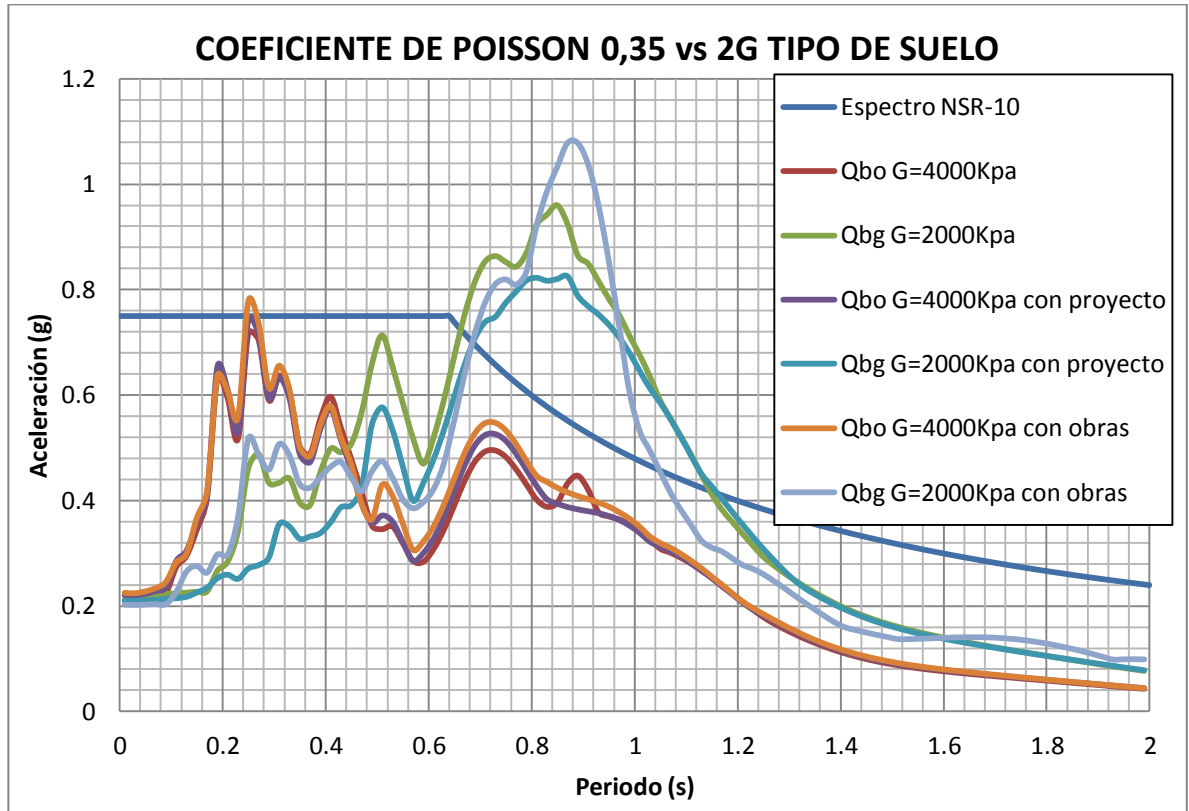
Para la figura 34 se hace un análisis de los tres escenarios, los dos tipos de material de nuestro perfil pero aumentando el coeficiente de Poisson a 0,35 y un modulo de cortante de 1000Kpa para el miembro gravoso y 2000Kpa para el miembro órganos, podemos observar que se presenta un pico máximo de aceleraciones para el material gravoso superando el pico máximo recomendado por la NSR-10, este comportamiento es controlado por las obras del proyecto y las obras de mitigación. El miembro órganos presenta un comportamiento favorable respecto al de el espectro de la NSR-10 presenta un valor bajo en su aceleración.

Figura 34. Espectro respuesta para el tipo de suelo Qbo (G=2000kpa) y Qbg (G=1000kpa) con un coeficiente de Poisson=0,35 para los 3 escenarios



En la figura 35 se presentan los tres escenarios de análisis con los dos tipos de material, manteniendo el coeficiente de Poisson pero aumentando el modulo de cortante dos veces, se observa un comportamiento similar al análisis de la figura para los dos tipos de material, manteniéndose un pico máximo para el material con el menor valor en el coeficiente de cortante.

Figura 35. Espectro respuesta para el tipo de suelo Qbo (G=4000kpa) y Qbg (G=2000kpa) con un coeficiente de Poisson=0,35 para los 3 escenarios



CONCLUSIONES

La respuesta sísmica de un suelo depende principalmente de sus propiedades dinámicas, en concreto del módulo de corte, del coeficiente de Poisson, y del amortiguamiento.

De los resultados obtenidos en Quake/w se puede decir que para dos tipos de material con diferentes propiedades dinámicas, se presenta un mayor pico de aceleración en el miembro con menor módulo de corte (G).

El comportamiento en los espectros de aceleraciones de los materiales varía según el coeficiente de Poisson que se aplique.

Se hizo un análisis profundo del estudio de zonificación sismogeotécnica indicativa del área metropolitana hecho por INGEOMINAS en el año 2001, para escoger el acelerograma de diseño, con el cual se modelaron los espectros de los cuales se obtuvo claridad del comportamiento del suelo en el perfil seleccionado para ser estudiado.

En el análisis de los espectros se puede identificar que el comportamiento de los materiales también depende del espesor de cada uno de ellos.

Por otra parte, es posible concluir que de acuerdo con los espectros respuesta de QUAKE/W, las obras de mitigación aumentan la resistencia de los suelos.

BIBLIOGRAFIA

ALICONSAS. Estudio detallado de amenaza y/o riesgo por fenómenos de remoción en masa e inundación para el lote ubicado en el barrio la pedregosa. Bucaramanga, 2010. 154 p.

GEO-SLOPE INTERNATIONAL. Tie-back Wall. [en línea] Canadá. **10 p.** Disponible en <www.geo-slope.com>

GEOSTUDIO. Dynamic Modeling with QUAKE/W 2007: An Engineering Methodology. [en línea] 4 ed. Canadá : GEO-SLOPE International, 2009. p. 90 Disponible en <http://www.ottegroup.com/manuals/QUAKEW%202007%20engineering%20book.pdf>

INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA. Zonificación sismogeotécnica indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga. Bogotá : Subdirección de Amenazas Geoambientales, INGEOMINAS, 2001.

ISHIBASHI, Isao y ZHANG, Xin. Unified Dynamic Shear Moduli and Damping Ratios of Sand and Clay, Soils and Foundations. Vol.33 (1993); p.182-191.

SUAREZ DÍAZ, Jaime. Manual análisis sísmico utilizando QUAKE/W. Bucaramanga.

URRUTIA VARESE, Pablo. Análisis dinámico de estabilidad por elementos finitos de los taludes de la Costa Verde en el distrito de Miraflores. [en línea] Perú, 2008, 52 p. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Disponible en <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/1065>

ANEXOS

Anexo A. DATOS DE PERIODO Y ACELERACION PARA ESPECTRO DE DISEÑO TOMADO DE LA NSR-10

NSR-10							
Periodo(s)	Sa (g)	Periodo(s)	Sa (g)	Periodo(s)	Sa (g)	Periodo(s)	Sa (g)
0	0,75	0,5	0,75	1	0,48	1,5	0,32
0,01	0,75	0,51	0,75	1,01	0,475248	1,51	0,317881
0,02	0,75	0,52	0,75	1,02	0,470588	1,52	0,315789
0,03	0,75	0,53	0,75	1,03	0,466019	1,53	0,313725
0,04	0,75	0,54	0,75	1,04	0,461538	1,54	0,311688
0,05	0,75	0,55	0,75	1,05	0,457143	1,55	0,309677
0,06	0,75	0,56	0,75	1,06	0,45283	1,56	0,307692
0,07	0,75	0,57	0,75	1,07	0,448598	1,57	0,305732
0,08	0,75	0,58	0,75	1,08	0,444444	1,58	0,303797
0,09	0,75	0,59	0,75	1,09	0,440367	1,59	0,301887
0,1	0,75	0,6	0,75	1,1	0,436364	1,6	0,3
0,11	0,75	0,61	0,75	1,11	0,432432	1,61	0,298137
0,12	0,75	0,62	0,75	1,12	0,428571	1,62	0,296296
0,13	0,75	0,63	0,75	1,13	0,424779	1,63	0,294479
0,14	0,75	0,64	0,75	1,14	0,421053	1,64	0,292683
0,15	0,75	0,65	0,738462	1,15	0,417391	1,65	0,290909
0,16	0,75	0,66	0,727273	1,16	0,413793	1,66	0,289157
0,17	0,75	0,67	0,716418	1,17	0,410256	1,67	0,287425
0,18	0,75	0,68	0,705882	1,18	0,40678	1,68	0,285714
0,19	0,75	0,69	0,695652	1,19	0,403361	1,69	0,284024
0,2	0,75	0,7	0,685714	1,2	0,4	1,7	0,282353
0,21	0,75	0,71	0,676056	1,21	0,396694	1,71	0,280702
0,22	0,75	0,72	0,666667	1,22	0,393443	1,72	0,27907
0,23	0,75	0,73	0,657534	1,23	0,390244	1,73	0,277457
0,24	0,75	0,74	0,648649	1,24	0,387097	1,74	0,275862
0,25	0,75	0,75	0,64	1,25	0,384	1,75	0,274286
0,26	0,75	0,76	0,631579	1,26	0,380952	1,76	0,272727
0,27	0,75	0,77	0,623377	1,27	0,377953	1,77	0,271186
0,28	0,75	0,78	0,615385	1,28	0,375	1,78	0,269663

0,29	0,75	0,79	0,607595	1,29	0,372093	1,79	0,268156
0,3	0,75	0,8	0,6	1,3	0,369231	1,8	0,266667
0,31	0,75	0,81	0,592593	1,31	0,366412	1,81	0,265193
0,32	0,75	0,82	0,585366	1,32	0,363636	1,82	0,263736
0,33	0,75	0,83	0,578313	1,33	0,360902	1,83	0,262295
0,34	0,75	0,84	0,571429	1,34	0,358209	1,84	0,26087
0,35	0,75	0,85	0,564706	1,35	0,355556	1,85	0,259459
0,36	0,75	0,86	0,55814	1,36	0,352941	1,86	0,258065
0,37	0,75	0,87	0,551724	1,37	0,350365	1,87	0,256684
0,38	0,75	0,88	0,545455	1,38	0,347826	1,88	0,255319
0,39	0,75	0,89	0,539326	1,39	0,345324	1,89	0,253968
0,4	0,75	0,9	0,533333	1,4	0,342857	1,9	0,252632
0,41	0,75	0,91	0,527473	1,41	0,340426	1,91	0,251309
0,42	0,75	0,92	0,521739	1,42	0,338028	1,92	0,25
0,43	0,75	0,93	0,516129	1,43	0,335664	1,93	0,248705
0,44	0,75	0,94	0,510638	1,44	0,333333	1,94	0,247423
0,45	0,75	0,95	0,505263	1,45	0,331034	1,95	0,246154
0,46	0,75	0,96	0,5	1,46	0,328767	1,96	0,244898
0,47	0,75	0,97	0,494845	1,47	0,326531	1,97	0,243655
0,48	0,75	0,98	0,489796	1,48	0,324324	1,98	0,242424
0,49	0,75	0,99	0,484848	1,49	0,322148	1,99	0,241206
						2	0,24

**Anexo B. DATOS DE ESPECTROS RESULTADO DEL PROGRAMA QUAKE/W
LOS DOS TIPOS DE MATERIAL, ESCENARIO 1, POISSON 0.2**

Period (sec)	Poisson = 0.2			
	Qbo G=2000KPa	Qbg G=1000KPa	Qbo G=4000KPa	Qbg G=2000KPa
0.01	0.221404411	0.194638033	0.211162396	0.202380306
0.029999999	0.22120474	0.194416357	0.211043372	0.202221973
0.049999999	0.223704756	0.194943695	0.215798264	0.202670666
0.069999998	0.227630196	0.195700894	0.223993022	0.203232473
0.089999998	0.233545041	0.196561126	0.237643886	0.204949951
0.109999998	0.244045591	0.198368344	0.265707557	0.204780126
0.129999997	0.257045776	0.19984885	0.33882575	0.205920173
0.149999997	0.287618701	0.201572783	0.350686505	0.208196502
0.169999996	0.340923384	0.205483205	0.412007802	0.212111893
0.189999996	0.450625401	0.208997695	0.501094247	0.217679692
0.209999995	0.515987684	0.213625948	0.417888839	0.265427451
0.229999995	0.464551329	0.221900378	0.376279527	0.302091318
0.249999994	0.427460399	0.223177172	0.426724798	0.344143369
0.269999994	0.314497369	0.227523928	0.440487384	0.446802886
0.289999994	0.242611871	0.236471503	0.439776294	0.349643486
0.309999993	0.284999605	0.249160634	0.500087614	0.34599401
0.329999993	0.265872514	0.256267338	0.471116834	0.369356135
0.349999992	0.25761654	0.263353639	0.40228482	0.310336035
0.369999992	0.265904582	0.279081291	0.41875458	0.311805036
0.389999991	0.315848168	0.29122513	0.518983182	0.330334377
0.409999991	0.366725987	0.282700782	0.608086816	0.392115511
0.42999999	0.371052589	0.275278587	0.589614074	0.363629939
0.44999999	0.347706304	0.279275567	0.512091359	0.400111904
0.469999989	0.388846514	0.283268138	0.435453811	0.454660503
0.489999989	0.406265446	0.292400881	0.429842403	0.51210942
0.509999989	0.432980408	0.300694854	0.43135676	0.518211111
0.529999988	0.432483646	0.304345487	0.408239995	0.472900862
0.549999988	0.392238722	0.31107805	0.349751788	0.412407828
0.569999987	0.348902883	0.326370724	0.325563952	0.39086203
0.589999987	0.399115362	0.349520504	0.381612195	0.429939758
0.609999986	0.436807919	0.379814038	0.396155479	0.476477559

0.629999986	0.5055318	0.417350884	0.354630591	0.533526011
0.649999985	0.580187558	0.461605285	0.399350656	0.597687698
0.669999985	0.648230054	0.509174062	0.449813685	0.660269119
0.689999985	0.698453174	0.553230265	0.489016487	0.711199891
0.709999984	0.725187301	0.588006496	0.513103327	0.743520873
0.729999984	0.728164168	0.608909644	0.518027637	0.760044187
0.749999983	0.710697816	0.618391563	0.506396319	0.790304731
0.769999983	0.678795864	0.630334283	0.487081793	0.800156865
0.789999982	0.638919617	0.641774641	0.459372782	0.818869097
0.809999982	0.599946732	0.642250069	0.430849351	0.897374029
0.829999981	0.562799365	0.638296052	0.405851816	0.943038424
0.849999981	0.529295701	0.6325972	0.384096866	0.995037539
0.869999981	0.504009411	0.628292021	0.38001396	0.995309918
0.88999998	0.482803322	0.626405712	0.378228029	0.949554966
0.90999998	0.466468231	0.62534782	0.376553989	0.864412887
0.929999979	0.452914704	0.624136403	0.374264917	0.811277943
0.949999979	0.439722855	0.62165526	0.370521978	0.798911685
0.969999978	0.428099536	0.616889787	0.364540356	0.781908597
0.989999978	0.415454342	0.609063308	0.355754673	0.75784581
1.009999977	0.401330864	0.597696044	0.343962064	0.72667992
1.029999977	0.38561134	0.582610726	0.329385984	0.690034642
1.049999977	0.369505995	0.563904886	0.312613535	0.648251412
1.069999976	0.351878136	0.548451026	0.296167252	0.603791235
1.089999976	0.332894641	0.534121233	0.287260294	0.570971314
1.109999975	0.313980302	0.516469274	0.277421273	0.536477024
1.129999975	0.301643599	0.495884616	0.265888067	0.50004294
1.149999974	0.288699521	0.474585001	0.252779023	0.46249065
1.169999974	0.27530186	0.45126168	0.239347271	0.427625353
1.189999973	0.26094946	0.426301664	0.22536292	0.403156324
1.209999973	0.246750436	0.407344003	0.21095909	0.377446792
1.229999973	0.232951374	0.406842989	0.197240971	0.353597422
1.249999972	0.219174727	0.401000243	0.18338744	0.329653722
1.269999972	0.205732286	0.389775272	0.171656784	0.307249038
1.289999971	0.192998173	0.374157019	0.161103881	0.286168415
1.309999971	0.181399411	0.355077202	0.151078875	0.266103889
1.32999997	0.17053176	0.334294194	0.141704161	0.247789063

1.34999997	0.160488791	0.312022227	0.133054886	0.231148419
1.369999969	0.151317117	0.294329388	0.125166028	0.218386814
1.389999969	0.143024655	0.278122118	0.118039787	0.207880317
1.409999968	0.135588793	0.262460821	0.111669624	0.198111255
1.429999968	0.128964033	0.247433804	0.106056353	0.189088825
1.449999968	0.123088845	0.233150099	0.101059167	0.180795532
1.469999967	0.11789159	0.219640691	0.096623886	0.173194442
1.489999967	0.113295451	0.206669258	0.092690456	0.166235408
1.509999966	0.109222401	0.196502579	0.08919655	0.159860264
1.529999966	0.105596269	0.187426476	0.086080399	0.154007001
1.549999965	0.102344994	0.178691193	0.083282901	0.148692392
1.569999965	0.099402181	0.170088446	0.080749115	0.143855183
1.589999964	0.096708072	0.161707108	0.078429235	0.13934767
1.609999964	0.094210033	0.153324666	0.076279128	0.13512009
1.629999964	0.091862669	0.145152006	0.074260534	0.131127318
1.649999963	0.08962766	0.136877782	0.072341003	0.127329362
1.669999963	0.087473378	0.128890966	0.070493638	0.123691544
1.689999962	0.085426226	0.12079293	0.068696708	0.120184435
1.709999962	0.083442425	0.113006152	0.066933171	0.116783624
1.729999961	0.081478817	0.108982473	0.065190155	0.113469357
1.749999961	0.079523753	0.10671384	0.063458421	0.110226105
1.76999996	0.077569321	0.104494372	0.061731832	0.10705547
1.78999996	0.075610755	0.102363081	0.060006849	0.104047627
1.80999996	0.073645893	0.100293	0.058282057	0.101076316
1.829999959	0.071674671	0.098225664	0.056557741	0.098138103
1.849999959	0.069698669	0.096153618	0.054835497	0.095231506
1.869999958	0.067720715	0.09407244	0.053171166	0.092356619
1.889999958	0.065744535	0.09198021	0.051514877	0.089514762
1.909999957	0.063774455	0.089877014	0.049865225	0.086708177
1.929999957	0.061815156	0.087764517	0.048226167	0.08393976
1.949999956	0.059871461	0.085645574	0.046601786	0.08121283
1.969999956	0.057948178	0.083523901	0.044996148	0.078530939
1.989999956	0.056089259	0.081455975	0.043413189	0.075897704

**Anexo C. DATOS DE ESPECTROS RESULTADO DEL PROGRAMA QUAKE/W
LOS DOS TIPOS DE MATERIAL, ESCENARIO 1, POISSON 0.35**

Period (sec)	Poisson = 0.35			
	Qbo G =2000KPa	Qbg G=1000KPa	Qbo G=4000KPa	Qbg G=2000KPa
0.01	0.191883279	0.257231376	0.211114919	0.219688787
0.029999999	0.191351247	0.256928973	0.210323856	0.219622723
0.049999999	0.192984878	0.257627237	0.21338628	0.220183171
0.069999998	0.195477521	0.258712086	0.218582437	0.221031279
0.089999998	0.197046301	0.260435026	0.223971276	0.222197832
0.109999998	0.206934219	0.261718406	0.273953998	0.223623497
0.129999997	0.222397987	0.264087031	0.295175958	0.224801352
0.149999997	0.256471547	0.267491845	0.345034089	0.226609729
0.169999996	0.294356793	0.273097489	0.405508902	0.227203676
0.189999996	0.388766446	0.273122812	0.632651391	0.266305644
0.209999995	0.380786986	0.273422082	0.593478792	0.283673717
0.229999995	0.317466056	0.2805382	0.517053692	0.341336829
0.249999994	0.316990352	0.299868913	0.717406067	0.460904316
0.269999994	0.325448904	0.310284203	0.704786083	0.487571046
0.289999994	0.302144493	0.323902645	0.590288825	0.433119998
0.309999993	0.344264825	0.345526724	0.636988723	0.433224447
0.329999993	0.333981836	0.349057104	0.604793676	0.441314335
0.349999992	0.292509658	0.354234317	0.502799959	0.395180316
0.369999992	0.311912953	0.402873608	0.48848459	0.390981935
0.389999991	0.348352211	0.46137035	0.554961559	0.453348992
0.409999991	0.404944176	0.495569371	0.596860712	0.497800136
0.42999999	0.389288072	0.485932939	0.537161059	0.491077756
0.44999999	0.352922473	0.458529999	0.478421254	0.506919521
0.469999989	0.32334374	0.442426731	0.416661454	0.565897758
0.489999989	0.365932772	0.441431797	0.352616318	0.657631921
0.509999989	0.449964682	0.486696291	0.345792392	0.713122758
0.529999988	0.448507314	0.495580045	0.350820595	0.653802144
0.549999988	0.412709294	0.469422856	0.319448042	0.584529479

0.569999987	0.397426742	0.490369007	0.285628808	0.517433661
0.589999987	0.408345477	0.538364915	0.283923319	0.469316326
0.609999986	0.417609522	0.598916615	0.308136937	0.519813063
0.629999986	0.399458732	0.673804619	0.345242108	0.590436659
0.649999985	0.45091391	0.757189916	0.390915698	0.672964435
0.669999985	0.511253781	0.836479671	0.437481559	0.751868693
0.689999985	0.55608683	0.901508631	0.473595937	0.814054273
0.709999984	0.58384311	0.940773569	0.493005313	0.852830141
0.729999984	0.589839114	0.957828286	0.494863352	0.863104393
0.749999983	0.576845677	0.949069033	0.482854447	0.851869789
0.769999983	0.55400678	0.923983431	0.459431521	0.843084558
0.789999982	0.522317819	0.890875394	0.430808324	0.868848844
0.809999982	0.489438857	0.869590443	0.401857388	0.922425389
0.829999981	0.460455078	0.846356626	0.388204169	0.941595449
0.849999981	0.434355817	0.824876222	0.395606971	0.959495711
0.869999981	0.412718559	0.806933462	0.432465321	0.92364719
0.88999998	0.396573517	0.797956566	0.447172521	0.863939892
0.90999998	0.382973408	0.7803595	0.420725925	0.848623366
0.929999979	0.371478678	0.769294481	0.378081826	0.8157468
0.949999979	0.361564412	0.75828527	0.370027129	0.782377973
0.969999978	0.352658633	0.744339776	0.36421117	0.752145955
0.989999978	0.344244115	0.726547506	0.355040431	0.712401599
1.009999977	0.335829689	0.704504427	0.342345972	0.675630762
1.029999977	0.326986198	0.67825651	0.326456061	0.634403877
1.049999977	0.317353843	0.649755343	0.308650021	0.589114226
1.069999976	0.306664845	0.628494658	0.301097401	0.554631347
1.089999976	0.294766843	0.604355829	0.291506989	0.521551686
1.109999975	0.283221102	0.579209516	0.280371941	0.485982562
1.129999975	0.271479268	0.55205527	0.266928198	0.448596112
1.149999974	0.259011101	0.523188987	0.2532031	0.411616935
1.169999974	0.246256245	0.493021955	0.238215175	0.381890667
1.189999973	0.232613117	0.464915312	0.223127503	0.359055369
1.209999973	0.219628605	0.458665126	0.208025247	0.336025736
1.229999973	0.206529507	0.439980358	0.193233711	0.314197773
1.249999972	0.19349004	0.412973106	0.179107576	0.292696666

1.269999972	0.181245095	0.406548862	0.167145154	0.276818585
1.289999971	0.172256946	0.3937821	0.156868932	0.262310408
1.309999971	0.164195256	0.376662438	0.147119096	0.249154663
1.32999997	0.154009612	0.356596413	0.138268099	0.236732337
1.34999997	0.142484279	0.334333671	0.130143466	0.225058482
1.369999969	0.130744098	0.311079964	0.122682036	0.214200987
1.389999969	0.123100459	0.287757849	0.115902502	0.204184002
1.409999968	0.11638214	0.264531017	0.109796298	0.194997358
1.429999968	0.110411184	0.241643757	0.104334107	0.186605226
1.449999968	0.105137835	0.227743794	0.099471745	0.179118315
1.469999967	0.100500426	0.215260883	0.095155274	0.172351084
1.489999967	0.09643041	0.203163812	0.091325311	0.166159768
1.509999966	0.092856463	0.191361333	0.087920509	0.160478667
1.529999966	0.089707723	0.180073201	0.084880278	0.155241517
1.549999965	0.086916221	0.169153549	0.082146815	0.150384192
1.569999965	0.08441862	0.159199667	0.079666531	0.145846631
1.589999964	0.08215736	0.153821587	0.077390965	0.141574115
1.609999964	0.080081309	0.148913823	0.075277287	0.137518012
1.629999964	0.078146024	0.144400068	0.073288465	0.133636098
1.649999963	0.076313709	0.140212257	0.071393184	0.12989256
1.669999963	0.074552947	0.136290863	0.069565581	0.126257755
1.689999962	0.072838281	0.132584803	0.067784843	0.122737482
1.709999962	0.071149684	0.129051065	0.06605827	0.119406768
1.729999961	0.069471975	0.125654136	0.064396764	0.116120064
1.749999961	0.067794217	0.122365319	0.062743325	0.112867186
1.76999996	0.066109113	0.119161981	0.06109164	0.109641475
1.78999996	0.064412431	0.11612015	0.059437991	0.106439244
1.80999996	0.062708675	0.113140336	0.057780799	0.103259263
1.829999959	0.061060454	0.110202379	0.056120209	0.100102277
1.849999959	0.059396607	0.107299941	0.054457712	0.096970569
1.869999958	0.057719898	0.104429358	0.052795817	0.093867571
1.889999958	0.056034052	0.101589101	0.051137758	0.090797525
1.909999957	0.054343452	0.09877931	0.049487246	0.087765189
1.929999957	0.052652886	0.096001385	0.047848265	0.084848743
1.949999956	0.050967342	0.093257631	0.046224899	0.081988151
1.969999956	0.049291829	0.090550968	0.044621194	0.079171141
1.989999956	0.047631243	0.087884683	0.043068642	0.076402939

**Anexo D. DATOS DE ESPECTROS RESULTADO DEL PROGRAMA QUAKE/W
LOS DOS TIPOS DE MATERIAL, ESCENARIO 2, POISSON 0.20**

Period (sec)	Poisson=0.20			
	Qbo G=2000KPa	Qbg G=1000KPa	Qbo G=4000KPa	Qbg G=2000KPa
0.01	0.222381509	0.141660836	0.212818862	0.186104004
0.03	0.221955635	0.141454959	0.21257416	0.185954147
0.05	0.22441648	0.141835414	0.217228425	0.186410839
0.07	0.228290643	0.142299487	0.225183912	0.187157487
0.09	0.234032693	0.143192751	0.23856842	0.189206746
0.11	0.244426825	0.144339725	0.2657719	0.189666001
0.13	0.25683737	0.145409863	0.337325814	0.190833205
0.15	0.287070793	0.146823557	0.351083296	0.192789353
0.17	0.339205484	0.149543776	0.39879959	0.192971003
0.19	0.448156611	0.15064069	0.487459562	0.193852916
0.21	0.511578802	0.15186246	0.421840714	0.205369433
0.22999999	0.456185938	0.157806964	0.383299442	0.24964754
0.24999999	0.423332404	0.163391936	0.409458645	0.317459664
0.26999999	0.318468261	0.169535931	0.450969922	0.303552048
0.28999999	0.246522578	0.177052668	0.445695885	0.306590079
0.30999999	0.287315531	0.195826121	0.503315154	0.370829527
0.32999999	0.270792543	0.209334231	0.473919065	0.377038986
0.34999999	0.259001089	0.217242131	0.404986264	0.33852089
0.36999999	0.269178028	0.228452835	0.422053707	0.344838851
0.38999999	0.322833302	0.23765975	0.520870754	0.401033809
0.40999999	0.374585768	0.246397981	0.603920916	0.447697128
0.42999999	0.379676033	0.257621601	0.581939855	0.430830289
0.44999999	0.356621387	0.264781632	0.515878222	0.374401402
0.46999999	0.354487719	0.264922612	0.433612394	0.324960181
0.48999999	0.406406633	0.261820503	0.407830237	0.350359266
0.50999999	0.433233944	0.251139069	0.396262967	0.363667498
0.52999999	0.426686703	0.239797186	0.376042357	0.345363994
0.54999999	0.393173342	0.238101248	0.329230944	0.307046491

0.56999999	0.357065479	0.265589786	0.308600733	0.314377226
0.58999999	0.38662146	0.275126628	0.29346489	0.339022957
0.60999999	0.442081509	0.279154839	0.320287469	0.369292321
0.62999999	0.510098847	0.259133675	0.362090148	0.407320642
0.64999999	0.584613552	0.284754872	0.414075581	0.451860872
0.66999999	0.65331821	0.319341128	0.463393715	0.498655788
0.68999998	0.703478023	0.354352563	0.503843717	0.537383075
0.70999998	0.73130686	0.403241626	0.527031742	0.564859417
0.72999998	0.734865894	0.454987964	0.531975309	0.579094505
0.74999998	0.717450265	0.504955886	0.521862465	0.615547194
0.76999998	0.687101757	0.533550583	0.501222407	0.639184316
0.78999998	0.647540757	0.536371973	0.473785184	0.649765848
0.80999998	0.608009908	0.517353874	0.445171918	0.663102076
0.82999998	0.571677752	0.479298995	0.417976501	0.679634022
0.84999998	0.538918342	0.430249995	0.403428203	0.711723642
0.86999998	0.51265013	0.410744251	0.398989348	0.731369485
0.88999998	0.492138817	0.409644709	0.39518967	0.727053106
0.90999998	0.47495503	0.408629332	0.391597696	0.722957921
0.92999998	0.462008628	0.407284337	0.387450784	0.726915052
0.94999998	0.449280555	0.404995551	0.381867127	0.725643483
0.96999998	0.436952846	0.404890527	0.374032063	0.717809618
0.98999998	0.424671275	0.407041523	0.363378184	0.703289079
1.00999998	0.410781536	0.407664844	0.349732791	0.682559185
1.02999998	0.395178228	0.406436103	0.333374653	0.654829168
1.04999998	0.378521329	0.402530656	0.314956323	0.620979685
1.06999998	0.360944125	0.395855273	0.302991293	0.58342678
1.08999998	0.341917611	0.386444909	0.293594237	0.555675907
1.10999998	0.321770465	0.374449758	0.282936605	0.525002969
1.12999997	0.305427669	0.361125883	0.270466868	0.492700278
1.14999997	0.292596803	0.345881658	0.256653525	0.45944481
1.16999997	0.279037802	0.337445603	0.242763282	0.426510015
1.18999997	0.26453092	0.337996798	0.227852231	0.402646448
1.20999997	0.250406448	0.334131065	0.213328879	0.378173558
1.22999997	0.236465126	0.326892042	0.198749418	0.35459577
1.24999997	0.222551572	0.316974427	0.185781182	0.331268253
1.26999997	0.208977416	0.309109437	0.174708714	0.309069962
1.28999997	0.19629478	0.3004147	0.164002974	0.288207625
1.30999997	0.184574337	0.290058884	0.15383826	0.268201779

1.32999997	0.173589351	0.278563283	0.144335618	0.250165633
1.34999997	0.163433332	0.266352429	0.135568968	0.233450378
1.36999997	0.15415283	0.253883621	0.127572187	0.217956791
1.38999997	0.145755689	0.24197235	0.120362101	0.203767643
1.40999997	0.138219217	0.230117907	0.113993846	0.191245774
1.42999997	0.13149783	0.218758604	0.10829242	0.179781878
1.44999997	0.126265808	0.208118571	0.103213261	0.170745395
1.46999997	0.121369385	0.197721062	0.098701565	0.163517941
1.48999997	0.115562297	0.188200922	0.09469672	0.156928383
1.50999997	0.111407552	0.178730654	0.091135905	0.150924226
1.52999997	0.107703183	0.169972965	0.08795691	0.145446737
1.54999997	0.10437701	0.161194571	0.085100242	0.140434692
1.56999996	0.10136252	0.152826982	0.082510613	0.13584978
1.58999996	0.098599834	0.144476886	0.080137911	0.131737386
1.60999996	0.096036199	0.136442085	0.07793773	0.127908095
1.62999996	0.0936261	0.132880891	0.075871569	0.124314628
1.64999996	0.091352925	0.129445742	0.073906765	0.12091451
1.66999996	0.089216356	0.125699832	0.072016233	0.117670447
1.68999996	0.087139402	0.122029168	0.070178072	0.114550412
1.70999996	0.085101023	0.118105403	0.068375093	0.111527523
1.72999996	0.083085129	0.114076238	0.066594292	0.108579769
1.74999996	0.081079973	0.109979303	0.064826311	0.105726453
1.76999996	0.079077548	0.105634901	0.06306491	0.103014712
1.78999996	0.077072997	0.101389626	0.061306454	0.100329848
1.80999996	0.075064067	0.096988582	0.059549447	0.09766486
1.82999996	0.073050607	0.092470923	0.057794095	0.095015413
1.84999996	0.071034117	0.088103802	0.056087908	0.092379405
1.86999996	0.069017342	0.083669004	0.054398954	0.089756573
1.88999996	0.067003931	0.079215526	0.052713996	0.087148119
1.90999996	0.064998138	0.074897483	0.051036636	0.084651198
1.92999996	0.063004571	0.070684686	0.049370783	0.082177152
1.94999996	0.061048156	0.068459029	0.047720476	0.079718078
1.96999996	0.059147424	0.066916348	0.046089741	0.077278337
1.98999996	0.05726719	0.065340504	0.044482477	0.074862507

**Anexo E. DATOS DE ESPECTROS RESULTADO DEL PROGRAMA QUAKE/W
LOS DOS TIPOS DE MATERIAL, ESCENARIO 2, POISSON 0.35**

Period (sec)	Poisson=0.35			
	Qbo G=2000KPa	Qbg G=1000KPa	Qbo G=4000KPa	Qbg G=2000KPa
0.01	0.195955381	0.194646465	0.220740992	0.209688614
0.029999999	0.195445333	0.194526555	0.219675117	0.209579306
0.049999999	0.197091213	0.195038332	0.222979096	0.210361589
0.069999998	0.199599072	0.195792881	0.228514172	0.211462068
0.089999998	0.201160741	0.197230866	0.235111173	0.213437526
0.109999998	0.210909837	0.19832308	0.28523298	0.21460663
0.129999997	0.226336167	0.200303046	0.304763506	0.217286337
0.149999997	0.260004372	0.20342736	0.358390519	0.22542688
0.169999996	0.298011101	0.208758895	0.41223085	0.234502672
0.189999996	0.392620888	0.204163575	0.654199487	0.25260784
0.209999995	0.385800878	0.1967858	0.609987527	0.259275509
0.229999995	0.31926286	0.199893609	0.530992347	0.251253519
0.249999994	0.318031489	0.209319468	0.743024912	0.271022508
0.269999994	0.334807426	0.214749447	0.715743759	0.277483134
0.289999994	0.310367477	0.219210988	0.594413984	0.291703412
0.309999993	0.349515387	0.231534501	0.633624937	0.355343063
0.329999993	0.334921686	0.245554599	0.593898717	0.350501927
0.349999992	0.296103392	0.252267422	0.488389222	0.327224213
0.369999992	0.313993799	0.256199502	0.4729541	0.331930876
0.389999991	0.351117087	0.285415537	0.535737999	0.338158835
0.409999991	0.400619427	0.313995414	0.574163751	0.358966207
0.42999999	0.385534385	0.316929501	0.514473249	0.387101523
0.44999999	0.360714397	0.317231618	0.459441174	0.391120918
0.469999989	0.332545007	0.3089191	0.394095763	0.425204473
0.489999989	0.360301671	0.302563292	0.357550944	0.543708061
0.509999989	0.445476401	0.305499716	0.371684784	0.57687895
0.529999988	0.443847797	0.305513803	0.360209761	0.534333701
0.549999988	0.40847843	0.313122514	0.321954499	0.465077444
0.569999987	0.396715105	0.33414199	0.285771501	0.399525411
0.589999987	0.403003308	0.366684457	0.300377001	0.433603601

0.609999986	0.40702522	0.408223591	0.328080691	0.478375535
0.629999986	0.40483162	0.459881537	0.368762852	0.534128398
0.649999985	0.468336898	0.518812856	0.41739908	0.597239378
0.669999985	0.5292066	0.577441355	0.466779401	0.657819839
0.689999985	0.574402995	0.628825114	0.504508125	0.707891637
0.709999984	0.602137107	0.663548948	0.524398476	0.738778738
0.729999984	0.608057804	0.682248777	0.526116558	0.748759971
0.749999983	0.595022848	0.68356862	0.513571455	0.775322496
0.769999983	0.571564503	0.67240388	0.48926184	0.796256743
0.789999982	0.53920062	0.652079643	0.458829593	0.817454452
0.809999982	0.506622842	0.629713253	0.427855449	0.822659379
0.829999981	0.476922123	0.609128307	0.402542259	0.817052048
0.849999981	0.449939304	0.590682718	0.394177186	0.820302627
0.869999981	0.428417043	0.575403748	0.387775901	0.825606908
0.88999998	0.411285392	0.566775254	0.383255736	0.788429357
0.90999998	0.396571245	0.560331458	0.37974571	0.768644478
0.929999979	0.384675294	0.555362743	0.376026036	0.753046
0.949999979	0.374103237	0.552415342	0.370866294	0.733805655
0.969999978	0.3639503	0.548338951	0.363258944	0.709832673
0.989999978	0.353970923	0.542587937	0.35258046	0.680567837
1.009999977	0.343926432	0.53483908	0.338687091	0.646043163
1.029999977	0.3335837	0.525764096	0.321920552	0.612903387
1.049999977	0.322723195	0.51406791	0.312591557	0.585393034
1.069999976	0.311105386	0.499832917	0.303756038	0.554337382
1.089999976	0.298593198	0.483226935	0.293732746	0.520375192
1.109999975	0.287173025	0.464487055	0.281282416	0.485229331
1.129999975	0.275483186	0.443903487	0.267467958	0.45046795
1.149999974	0.262361784	0.422010279	0.25298551	0.426951484
1.169999974	0.249670752	0.401736743	0.237181897	0.402856809
1.189999973	0.236073994	0.389520077	0.222084756	0.378243515
1.209999973	0.222470701	0.375760498	0.206411809	0.354480286
1.229999973	0.209428489	0.35936526	0.192950679	0.330992717
1.249999972	0.19643094	0.341402886	0.181947243	0.308552986
1.269999972	0.183777609	0.323020734	0.171092746	0.287573277
1.289999971	0.172138745	0.304996921	0.160611187	0.267458216
1.309999971	0.161258521	0.293177258	0.150670223	0.249124505
1.32999997	0.151098688	0.278480895	0.141387008	0.234242701
1.34999997	0.141745772	0.262830541	0.133112296	0.222272968

1.369999969	0.133241008	0.246205281	0.125511326	0.211541241
1.389999969	0.125588488	0.229273025	0.118602216	0.201695432
1.409999968	0.121221732	0.212556717	0.112375787	0.19264294
1.429999968	0.120345625	0.198802616	0.106802092	0.184367823
1.449999968	0.117859808	0.189268273	0.10183631	0.17683114
1.469999967	0.11411138	0.180255025	0.097423885	0.169978075
1.489999967	0.109393486	0.171650532	0.093504835	0.16374396
1.509999966	0.104103199	0.163325968	0.090017242	0.158059184
1.529999966	0.098269533	0.155152682	0.086899978	0.152853073
1.549999965	0.091985731	0.147014908	0.08409474	0.148056823
1.569999965	0.086403328	0.138943851	0.081547471	0.143688164
1.589999964	0.084087594	0.130958494	0.079209282	0.139677532
1.609999964	0.08198491	0.124870059	0.07703695	0.135893776
1.629999964	0.080021326	0.116688901	0.074993083	0.13229134
1.649999963	0.078159363	0.11307185	0.073046042	0.128830902
1.669999963	0.07636789	0.110252534	0.071169665	0.12547933
1.689999962	0.074621695	0.107661562	0.069342874	0.122209419
1.709999962	0.072900972	0.105191307	0.067549196	0.11899948
1.729999961	0.071190735	0.102799973	0.065776244	0.115832841
1.749999961	0.069480213	0.100461335	0.064018158	0.112697281
1.76999996	0.067762258	0.098155075	0.06233368	0.109585716
1.78999996	0.066032763	0.095866073	0.060648786	0.106633001
1.80999996	0.064290128	0.093583694	0.058961768	0.103686319
1.829999959	0.062534765	0.091301097	0.057272655	0.100745462
1.849999959	0.060768659	0.089014593	0.055582837	0.097812084
1.869999958	0.059011927	0.086723045	0.053894731	0.094889284
1.889999958	0.057301413	0.084480048	0.052211486	0.091981233
1.909999957	0.055586306	0.082275519	0.050536744	0.089092848
1.929999957	0.053871455	0.080066123	0.04887442	0.086229515
1.949999956	0.052161896	0.077856124	0.047228541	0.08339685
1.969999956	0.050462681	0.075650373	0.045603099	0.080640434
1.989999956	0.048778743	0.073454054	0.044001945	0.077965168

**Anexo F. DATOS DE ESPECTROS RESULTADO DEL PROGRAMA QUAKE/W
LOS DOS TIPOS DE MATERIAL, ESCENARIO 3, POISSON 0.20.**

Period (sec)	Poisson=0.2			
	Qbo G=2000Kpa	Qbg G=1000kpa	Qbo G=4000kpa	Qbg G=2000kpa
0.01	0.21597169	0.144125924	0.216892909	0.215537082
0.03	0.215571065	0.143786971	0.216303119	0.214897004
0.05	0.217537419	0.144773645	0.221760451	0.216360603
0.07	0.2211322	0.146443312	0.231362792	0.218898724
0.09	0.227186109	0.148830214	0.249785382	0.220580502
0.11	0.23094471	0.152684407	0.276879545	0.226713953
0.13	0.243920024	0.156849761	0.364599372	0.225653913
0.15	0.249073566	0.163358104	0.351116811	0.261862361
0.17	0.278853861	0.171991546	0.436109614	0.297763268
0.19	0.340386154	0.196757163	0.490439043	0.333895529
0.21	0.414460888	0.212156325	0.401747713	0.312863885
0.22999999	0.375891485	0.253902808	0.388717915	0.3226756
0.24999999	0.371622781	0.290195013	0.421129844	0.452266249
0.26999999	0.29092063	0.263539597	0.459623675	0.551569213
0.28999999	0.249715037	0.241908739	0.459581072	0.464219137
0.30999999	0.272335968	0.244926422	0.518349477	0.420416044
0.32999999	0.262355755	0.223954048	0.490615292	0.352705934
0.34999999	0.238459156	0.198092715	0.421043402	0.351866565
0.36999999	0.25775455	0.213738275	0.435687519	0.386853844
0.38999999	0.323227952	0.265256174	0.532589242	0.446401841
0.40999999	0.375474505	0.304907479	0.617264225	0.499343086
0.42999999	0.379164832	0.304905006	0.593621957	0.432988601
0.44999999	0.354904087	0.292725605	0.518204845	0.382794057
0.46999999	0.402257638	0.326250349	0.440957399	0.351812685
0.48999999	0.458930509	0.362339548	0.437870128	0.327509638
0.50999999	0.480143183	0.371900464	0.386594264	0.305082462
0.52999999	0.49698227	0.350603192	0.360625846	0.287764913
0.54999999	0.485754281	0.317267223	0.344771735	0.287404292
0.56999999	0.461934096	0.283467699	0.325679637	0.297767931
0.58999999	0.45559125	0.276790169	0.341394493	0.314742798

0.60999999	0.447783766	0.294730538	0.393353347	0.34506392
0.62999999	0.480574342	0.308597652	0.360900216	0.398763585
0.64999999	0.553666936	0.314748553	0.38977868	0.467709164
0.66999999	0.621222798	0.33320556	0.439155603	0.541733669
0.68999998	0.670573879	0.338790971	0.480354393	0.609419308
0.70999998	0.697402355	0.334065734	0.505021156	0.657659001
0.72999998	0.700389005	0.322793702	0.512068445	0.684543604
0.74999998	0.683213699	0.314841959	0.504539873	0.687944695
0.76999998	0.652512403	0.367354213	0.485997749	0.682594069
0.78999998	0.613620516	0.408218743	0.460933117	0.689802769
0.80999998	0.576194348	0.437872064	0.434605383	0.703007533
0.82999998	0.560162204	0.458976248	0.409300648	0.729444459
0.84999998	0.575857809	0.469170803	0.407104939	0.762028001
0.86999998	0.598865444	0.470204334	0.405526738	0.778804002
0.88999998	0.596732977	0.458489686	0.404023081	0.787609656
0.90999998	0.567436614	0.436048501	0.402362999	0.78608897
0.92999998	0.501419637	0.408913082	0.399834111	0.777774428
0.94999998	0.429223775	0.423498591	0.395623295	0.760300594
0.96999998	0.418323061	0.434203877	0.389543913	0.735118287
0.98999998	0.407468571	0.443097834	0.380362185	0.69978022
1.00999998	0.395036001	0.449066501	0.367931242	0.658202206
1.02999998	0.380978769	0.450699565	0.352557253	0.610632515
1.04999998	0.365372642	0.447904006	0.334896704	0.559008517
1.06999998	0.35373871	0.440817908	0.315965725	0.505931065
1.08999998	0.344139327	0.429767109	0.304746984	0.453595483
1.10999998	0.317119009	0.415275663	0.29407067	0.403662229
1.12999997	0.295433488	0.398298795	0.282200783	0.358601166
1.14999997	0.28319141	0.378678722	0.268562331	0.317863662
1.16999997	0.270109895	0.357026891	0.254406509	0.284269361
1.18999997	0.256061932	0.333955917	0.239797769	0.26155119
1.20999997	0.242514623	0.310053111	0.224722107	0.241113687
1.22999997	0.228963098	0.291286947	0.210311739	0.222908417
1.24999997	0.215423425	0.286614339	0.195840863	0.207276344
1.26999997	0.20220675	0.277436266	0.182406417	0.19374679
1.28999997	0.189992955	0.265446898	0.169495156	0.181800488
1.30999997	0.178576393	0.257409494	0.157396765	0.171216058
1.32999997	0.167881915	0.262554318	0.146488571	0.161780711
1.34999997	0.166562989	0.259485408	0.137253287	0.153306354

1.36999997	0.168359669	0.250499522	0.129328859	0.14612614
1.38999997	0.167094143	0.248179755	0.122107405	0.140597737
1.40999997	0.163225041	0.243255631	0.115583447	0.135716487
1.42999997	0.161471607	0.235831602	0.109729657	0.131407151
1.44999997	0.161419073	0.226150801	0.104502906	0.127606233
1.46999997	0.159590931	0.214914121	0.099849543	0.124257981
1.48999997	0.156317171	0.202693408	0.095709847	0.121311031
1.50999997	0.151504052	0.189914414	0.092021652	0.118715971
1.52999997	0.145439297	0.176891274	0.08872319	0.116423844
1.54999997	0.138567881	0.164164574	0.085755227	0.114385522
1.56999996	0.130645713	0.151787652	0.083062578	0.112551762
1.58999996	0.12224802	0.139791755	0.080595098	0.110873769
1.60999996	0.113298913	0.128736837	0.078308242	0.109304051
1.62999996	0.104255023	0.118317539	0.076163279	0.107797413
1.64999996	0.095080922	0.108764825	0.074127249	0.106428489
1.66999996	0.089255807	0.100177059	0.072172719	0.105084744
1.68999996	0.08478955	0.09352074	0.070277405	0.103695711
1.70999996	0.082860201	0.087856798	0.068423707	0.102232201
1.72999996	0.080947864	0.082608873	0.066598199	0.100670468
1.74999996	0.07904103	0.077714699	0.064791096	0.099033011
1.76999996	0.077131918	0.073175477	0.063047749	0.097415968
1.78999996	0.075215894	0.069060109	0.061325882	0.09565773
1.80999996	0.07329092	0.065272015	0.059606284	0.093754189
1.82999996	0.071357052	0.061784902	0.05788838	0.091763311
1.84999996	0.06941599	0.058594823	0.056173023	0.089760516
1.86999996	0.067470673	0.055700509	0.05446216	0.087614848
1.88999996	0.065524939	0.053102704	0.052758536	0.085336114
1.90999996	0.063583222	0.050834049	0.051065438	0.08362824
1.92999996	0.061650306	0.049814416	0.049386481	0.090394011
1.94999996	0.05974603	0.048827858	0.047725431	0.093388018
1.96999996	0.057900018	0.047860276	0.046086061	0.09606061
1.98999996	0.056071603	0.046898799	0.044472037	0.098234581

**Anexo G. DATOS DE ESPECTROS RESULTADO DEL PROGRAMA QUAKE/W
LOS DOS TIPOS DE MATERIAL, ESCENARIO 3, POISSON 0.35.**

Period (sec)	Poisson=0.35			
	Qbo G=2000kpa	Qbg G=1000kpa	Qbo G=4000kpa	Qbg G=2000kpa
0.01	0.178458796	0.198426539	0.225317342	0.202126963
0.03	0.178222755	0.198197123	0.224373927	0.201631633
0.05	0.179113708	0.198686416	0.227968866	0.202304733
0.07	0.180588009	0.199531023	0.234212006	0.203268247
0.09	0.183898846	0.200681876	0.245791843	0.203190003
0.11	0.189299958	0.20137309	0.282884274	0.225926529
0.13	0.212531957	0.203103643	0.299546493	0.264972938
0.15	0.241873258	0.205843099	0.367392285	0.27567387
0.17	0.285666982	0.208668307	0.418828436	0.262840594
0.19	0.364809737	0.209303621	0.636364893	0.297528979
0.21	0.349253275	0.20887812	0.607093555	0.297433439
0.22999999	0.320150677	0.208928703	0.557701193	0.368392466
0.24999999	0.305345705	0.218362769	0.77779205	0.51758849
0.26999999	0.330747188	0.223009229	0.736248342	0.487162334
0.28999999	0.313315353	0.228340415	0.613888618	0.458382162
0.30999999	0.354684057	0.236453454	0.655812203	0.50729356
0.32999999	0.337884964	0.244811394	0.610549421	0.485377957
0.34999999	0.299442335	0.248458304	0.500982739	0.430817301
0.36999999	0.316710562	0.257737883	0.484175601	0.423996876
0.38999999	0.349510977	0.292152767	0.54420885	0.443833452
0.40999999	0.407184775	0.316529107	0.579364645	0.464064038
0.42999999	0.389671953	0.316386871	0.518943655	0.47302875
0.44999999	0.349522233	0.305061255	0.468130207	0.443873608
0.46999999	0.322202635	0.300782324	0.394658104	0.417008397
0.48999999	0.342368758	0.305678135	0.364351477	0.455148281
0.50999999	0.408467705	0.308395123	0.430010054	0.474677588
0.52999999	0.406943042	0.310327076	0.409157959	0.443541276
0.54999999	0.387273764	0.323044871	0.356831496	0.402206249
0.56999999	0.37366073	0.352541622	0.306687006	0.385073462
0.58999999	0.378986812	0.385514529	0.322624001	0.396915124

0.60999999	0.408123799	0.431012719	0.351474964	0.421623796
0.62999999	0.401486328	0.487348322	0.392848641	0.470887331
0.64999999	0.464818952	0.551049938	0.441946987	0.552524735
0.66999999	0.524979226	0.61353157	0.490324869	0.639386157
0.68999998	0.570775673	0.664759193	0.527379219	0.717119088
0.70999998	0.598570111	0.701536597	0.546931118	0.776185975
0.72999998	0.604370342	0.717834372	0.547344217	0.810786393
0.74999998	0.590905758	0.718186563	0.533269597	0.819729594
0.76999998	0.568245644	0.703577359	0.507141785	0.80965709
0.78999998	0.537036125	0.682126661	0.475643974	0.833973112
0.80999998	0.504257164	0.657165851	0.446897202	0.922184091
0.82999998	0.474760538	0.632638391	0.435245193	0.986471745
0.84999998	0.44926208	0.611397176	0.42440218	1.033473069
0.86999998	0.427294697	0.596718433	0.415541824	1.078833013
0.88999998	0.410963759	0.58750481	0.408571547	1.078476648
0.90999998	0.397451569	0.581260528	0.402586546	1.038016032
0.92999998	0.385623652	0.575583632	0.396318745	0.960832221
0.94999998	0.37505268	0.569202421	0.388516333	0.855220857
0.96999998	0.365484533	0.563186833	0.378231731	0.733395321
0.98999998	0.356214437	0.556856806	0.366017648	0.607802065
1.00999998	0.347186268	0.548077403	0.350510551	0.532363007
1.02999998	0.337838562	0.536733679	0.331954879	0.494206389
1.04999998	0.327727458	0.522837149	0.319555767	0.454532226
1.06999998	0.316488443	0.507357167	0.310622492	0.414619993
1.08999998	0.303902302	0.489600857	0.299033154	0.382389599
1.10999998	0.290254908	0.469805512	0.286054289	0.353219143
1.12999997	0.276621247	0.448304398	0.27182719	0.323647607
1.14999997	0.26429687	0.425443731	0.256109932	0.310555487
1.16999997	0.251400908	0.401573094	0.240601421	0.303258765
1.18999997	0.237615697	0.377929211	0.224123606	0.289973361
1.20999997	0.224583031	0.354184779	0.208606321	0.277470479
1.22999997	0.211352249	0.337680081	0.196373774	0.270015369
1.24999997	0.198179609	0.340319157	0.185053425	0.260253418
1.26999997	0.185678001	0.337806539	0.174323011	0.247497147
1.28999997	0.174047825	0.329413551	0.163930107	0.234335837
1.30999997	0.163010224	0.317772397	0.154044239	0.220082453
1.32999997	0.152704187	0.302857328	0.144783623	0.206440143
1.34999997	0.143215718	0.28589268	0.13622102	0.193102447

1.36999997	0.134585556	0.267839048	0.128409814	0.180091539
1.38999997	0.126989709	0.249408617	0.121482658	0.168088552
1.40999997	0.126559293	0.231100096	0.115217706	0.158751163
1.42999997	0.124218842	0.214430493	0.10958819	0.153936958
1.44999997	0.120358028	0.204448907	0.104552328	0.149291867
1.46999997	0.115304605	0.194825117	0.100058399	0.145048214
1.48999997	0.109335939	0.185467987	0.096049022	0.141091778
1.50999997	0.102690069	0.176274739	0.092464623	0.137023369
1.52999997	0.095572207	0.167145189	0.089246158	0.13676541
1.54999997	0.089668968	0.1582655	0.086337141	0.137319714
1.56999996	0.087090798	0.151564681	0.083685084	0.137965634
1.58999996	0.084751807	0.146912115	0.081242426	0.138876605
1.60999996	0.082600842	0.139331757	0.07896705	0.139660271
1.62999996	0.080593419	0.129541937	0.076822472	0.140193797
1.64999996	0.078691681	0.118139184	0.074777777	0.140361364
1.66999996	0.076864137	0.111264405	0.072807367	0.140316082
1.68999996	0.075085247	0.108426219	0.070890586	0.139919911
1.70999996	0.073334892	0.105775475	0.069011263	0.138911309
1.72999996	0.071597798	0.103211412	0.067157204	0.137434307
1.74999996	0.069862931	0.100708652	0.065319677	0.135572214
1.76999996	0.0681229	0.098247606	0.063492905	0.133004573
1.78999996	0.066373374	0.095813737	0.061673575	0.130056732
1.80999996	0.064612549	0.093396847	0.059860386	0.126606981
1.82999996	0.062840655	0.091081013	0.05811725	0.122541862
1.84999996	0.061064989	0.088777215	0.056378058	0.118307284
1.86999996	0.059347183	0.086473727	0.054644399	0.113517075
1.88999996	0.057621681	0.084170928	0.052919271	0.108471677
1.90999996	0.055892803	0.081870753	0.051206147	0.103168077
1.92999996	0.054165279	0.079576292	0.049508765	0.097947228
1.94999996	0.052444038	0.077291449	0.047830964	0.098443647
1.96999996	0.050734034	0.075020648	0.046176548	0.098612147
1.98999996	0.049040113	0.072768596	0.044549179	0.098343286

**Anexo H. DATOS DE ESPECTROS RESULTADO DEL PROGRAMA QUAKE/W
LOS DOS TIPOS DE MATERIAL, LOS TRES ESCENARIOS, POISSON 0.20.**

1G					
Suelo natural		Con proyecto		Con obras	
Qbo G=2000KPa	Qbg G=1000KPa	Qbo G=2000KPa	Qbg G=1000KPa	Qbo G=2000KPa	Qbg G=1000KPa
0.221404411	0.194638033	0.222381509	0.141660836	0.21597169	0.144125924
0.22120474	0.194416357	0.221955635	0.141454959	0.215571065	0.143786971
0.223704756	0.194943695	0.22441648	0.141835414	0.217537419	0.144773645
0.227630196	0.195700894	0.228290643	0.142299487	0.2211322	0.146443312
0.233545041	0.196561126	0.234032693	0.143192751	0.227186109	0.148830214
0.244045591	0.198368344	0.244426825	0.144339725	0.23094471	0.152684407
0.257045776	0.19984885	0.25683737	0.145409863	0.243920024	0.156849761
0.287618701	0.201572783	0.287070793	0.146823557	0.249073566	0.163358104
0.340923384	0.205483205	0.339205484	0.149543776	0.278853861	0.171991546
0.450625401	0.208997695	0.448156611	0.15064069	0.340386154	0.196757163
0.515987684	0.213625948	0.511578802	0.15186246	0.414460888	0.212156325
0.464551329	0.221900378	0.456185938	0.157806964	0.375891485	0.253902808
0.427460399	0.223177172	0.423332404	0.163391936	0.371622781	0.290195013
0.314497369	0.227523928	0.318468261	0.169535931	0.29092063	0.263539597
0.242611871	0.236471503	0.246522578	0.177052668	0.249715037	0.241908739
0.284999605	0.249160634	0.287315531	0.195826121	0.272335968	0.244926422
0.265872514	0.256267338	0.270792543	0.209334231	0.262355755	0.223954048
0.25761654	0.263353639	0.259001089	0.217242131	0.238459156	0.198092715
0.265904582	0.279081291	0.269178028	0.228452835	0.25775455	0.213738275
0.315848168	0.29122513	0.322833302	0.23765975	0.323227952	0.265256174
0.366725987	0.282700782	0.374585768	0.246397981	0.375474505	0.304907479
0.371052589	0.275278587	0.379676033	0.257621601	0.379164832	0.304905006
0.347706304	0.279275567	0.356621387	0.264781632	0.354904087	0.292725605
0.388846514	0.283268138	0.354487719	0.264922612	0.402257638	0.326250349
0.406265446	0.292400881	0.406406633	0.261820503	0.458930509	0.362339548
0.432980408	0.300694854	0.433233944	0.251139069	0.480143183	0.371900464
0.432483646	0.304345487	0.426686703	0.239797186	0.49698227	0.350603192
0.392238722	0.31107805	0.393173342	0.238101248	0.485754281	0.317267223
0.348902883	0.326370724	0.357065479	0.265589786	0.461934096	0.283467699
0.399115362	0.349520504	0.38662146	0.275126628	0.45559125	0.276790169
0.436807919	0.379814038	0.442081509	0.279154839	0.447783766	0.294730538
0.5055318	0.417350884	0.510098847	0.259133675	0.480574342	0.308597652

0.580187558	0.461605285	0.584613552	0.284754872	0.553666936	0.314748553
0.648230054	0.509174062	0.65331821	0.319341128	0.621222798	0.33320556
0.698453174	0.553230265	0.703478023	0.354352563	0.670573879	0.338790971
0.725187301	0.588006496	0.73130686	0.403241626	0.697402355	0.334065734
0.728164168	0.608909644	0.734865894	0.454987964	0.700389005	0.322793702
0.710697816	0.618391563	0.717450265	0.504955886	0.683213699	0.314841959
0.678795864	0.630334283	0.687101757	0.533550583	0.652512403	0.367354213
0.638919617	0.641774641	0.647540757	0.536371973	0.613620516	0.408218743
0.599946732	0.642250069	0.608009908	0.517353874	0.576194348	0.437872064
0.562799365	0.638296052	0.571677752	0.479298995	0.560162204	0.458976248
0.529295701	0.6325972	0.538918342	0.430249995	0.575857809	0.469170803
0.504009411	0.628292021	0.51265013	0.410744251	0.598865444	0.470204334
0.482803322	0.626405712	0.492138817	0.409644709	0.596732977	0.458489686
0.466468231	0.62534782	0.47495503	0.408629332	0.567436614	0.436048501
0.452914704	0.624136403	0.462008628	0.407284337	0.501419637	0.408913082
0.439722855	0.62165526	0.449280555	0.404995551	0.429223775	0.423498591
0.428099536	0.616889787	0.436952846	0.404890527	0.418323061	0.434203877
0.415454342	0.609063308	0.424671275	0.407041523	0.407468571	0.443097834
0.401330864	0.597696044	0.410781536	0.407664844	0.395036001	0.449066501
0.38561134	0.582610726	0.395178228	0.406436103	0.380978769	0.450699565
0.369505995	0.563904886	0.378521329	0.402530656	0.365372642	0.447904006
0.351878136	0.548451026	0.360944125	0.395855273	0.35373871	0.440817908
0.332894641	0.534121233	0.341917611	0.386444909	0.344139327	0.429767109
0.313980302	0.516469274	0.321770465	0.374449758	0.317119009	0.415275663
0.301643599	0.495884616	0.305427669	0.361125883	0.295433488	0.398298795
0.288699521	0.474585001	0.292596803	0.345881658	0.28319141	0.378678722
0.27530186	0.45126168	0.279037802	0.337445603	0.270109895	0.357026891
0.26094946	0.426301664	0.26453092	0.337996798	0.256061932	0.333955917
0.246750436	0.407344003	0.250406448	0.334131065	0.242514623	0.310053111
0.232951374	0.406842989	0.236465126	0.326892042	0.228963098	0.291286947
0.219174727	0.401000243	0.222551572	0.316974427	0.215423425	0.286614339
0.205732286	0.389775272	0.208977416	0.309109437	0.20220675	0.277436266
0.192998173	0.374157019	0.19629478	0.3004147	0.189992955	0.265446898
0.181399411	0.355077202	0.184574337	0.290058884	0.178576393	0.257409494
0.17053176	0.334294194	0.173589351	0.278563283	0.167881915	0.262554318
0.160488791	0.312022227	0.163433332	0.266352429	0.166562989	0.259485408
0.151317117	0.294329388	0.15415283	0.253883621	0.168359669	0.250499522
0.143024655	0.278122118	0.145755689	0.24197235	0.167094143	0.248179755
0.135588793	0.262460821	0.138219217	0.230117907	0.163225041	0.243255631
0.128964033	0.247433804	0.13149783	0.218758604	0.161471607	0.235831602
0.123088845	0.233150099	0.126265808	0.208118571	0.161419073	0.226150801
0.11789159	0.219640691	0.121369385	0.197721062	0.159590931	0.214914121

0.113295451	0.206669258	0.115562297	0.188200922	0.156317171	0.202693408
0.109222401	0.196502579	0.111407552	0.178730654	0.151504052	0.189914414
0.105596269	0.187426476	0.107703183	0.169972965	0.145439297	0.176891274
0.102344994	0.178691193	0.10437701	0.161194571	0.138567881	0.164164574
0.099402181	0.170088446	0.10136252	0.152826982	0.130645713	0.151787652
0.096708072	0.161707108	0.098599834	0.144476886	0.12224802	0.139791755
0.094210033	0.153324666	0.096036199	0.136442085	0.113298913	0.128736837
0.091862669	0.145152006	0.0936261	0.132880891	0.104255023	0.118317539
0.08962766	0.136877782	0.091352925	0.129445742	0.095080922	0.108764825
0.087473378	0.128890966	0.089216356	0.125699832	0.089255807	0.100177059
0.085426226	0.12079293	0.087139402	0.122029168	0.08478955	0.09352074
0.083442425	0.113006152	0.085101023	0.118105403	0.082860201	0.087856798
0.081478817	0.108982473	0.083085129	0.114076238	0.080947864	0.082608873
0.079523753	0.10671384	0.081079973	0.109979303	0.07904103	0.077714699
0.077569321	0.104494372	0.079077548	0.105634901	0.077131918	0.073175477
0.075610755	0.102363081	0.077072997	0.101389626	0.075215894	0.069060109
0.073645893	0.100293	0.075064067	0.096988582	0.07329092	0.065272015
0.071674671	0.098225664	0.073050607	0.092470923	0.071357052	0.061784902
0.069698669	0.096153618	0.071034117	0.088103802	0.06941599	0.058594823
0.067720715	0.09407244	0.069017342	0.083669004	0.067470673	0.055700509
0.065744535	0.09198021	0.067003931	0.079215526	0.065524939	0.053102704
0.063774455	0.089877014	0.064998138	0.074897483	0.063583222	0.050834049
0.061815156	0.087764517	0.063004571	0.070684686	0.061650306	0.049814416
0.059871461	0.085645574	0.061048156	0.068459029	0.05974603	0.048827858
0.057948178	0.083523901	0.059147424	0.066916348	0.057900018	0.047860276
0.056089259	0.081455975	0.05726719	0.065340504	0.056071603	0.046898799

**Anexo I. DATOS DE ESPECTROS RESULTADO DEL PROGRAMA QUAKE/W
LOS DOS TIPOS DE MATERIAL, LOS TRES ESCENARIOS, POISSON 0.20.**

2G					
Suelo natural		Con proyecto		Con obras	
Qbo G=4000KPa	Qbg G=2000KPa	Qbo G=4000KPa	Qbg G=2000KPa	Qbo G=4000KPa	Qbg G=2000KPa
0.211162396	0.202380306	0.212818862	0.186104004	0.216892909	0.215537082
0.211043372	0.202221973	0.21257416	0.185954147	0.216303119	0.214897004
0.215798264	0.202670666	0.217228425	0.186410839	0.221760451	0.216360603
0.223993022	0.203232473	0.225183912	0.187157487	0.231362792	0.218898724
0.237643886	0.204949951	0.23856842	0.189206746	0.249785382	0.220580502
0.265707557	0.204780126	0.2657719	0.189666001	0.276879545	0.226713953
0.33882575	0.205920173	0.337325814	0.190833205	0.364599372	0.225653913
0.350686505	0.208196502	0.351083296	0.192789353	0.351116811	0.261862361
0.412007802	0.212111893	0.39879959	0.192971003	0.436109614	0.297763268
0.501094247	0.217679692	0.487459562	0.193852916	0.490439043	0.333895529
0.417888839	0.265427451	0.421840714	0.205369433	0.401747713	0.312863885
0.376279527	0.302091318	0.383299442	0.24964754	0.388717915	0.3226756
0.426724798	0.344143369	0.409458645	0.317459664	0.421129844	0.452266249
0.440487384	0.446802886	0.450969922	0.303552048	0.459623675	0.551569213
0.439776294	0.349643486	0.445695885	0.306590079	0.459581072	0.464219137
0.500087614	0.34599401	0.503315154	0.370829527	0.518349477	0.420416044
0.471116834	0.369356135	0.473919065	0.377038986	0.490615292	0.352705934
0.40228482	0.310336035	0.404986264	0.33852089	0.421043402	0.351866565
0.41875458	0.311805036	0.422053707	0.344838851	0.435687519	0.386853844
0.518983182	0.330334377	0.520870754	0.401033809	0.532589242	0.446401841
0.608086816	0.392115511	0.603920916	0.447697128	0.617264225	0.499343086
0.589614074	0.363629939	0.581939855	0.430830289	0.593621957	0.432988601
0.512091359	0.400111904	0.515878222	0.374401402	0.518204845	0.382794057
0.435453811	0.454660503	0.433612394	0.324960181	0.440957399	0.351812685
0.429842403	0.51210942	0.407830237	0.350359266	0.437870128	0.327509638
0.43135676	0.518211111	0.396262967	0.363667498	0.386594264	0.305082462
0.408239995	0.472900862	0.376042357	0.345363994	0.360625846	0.287764913
0.349751788	0.412407828	0.329230944	0.307046491	0.344771735	0.287404292

0.325563952	0.39086203	0.308600733	0.314377226	0.325679637	0.297767931
0.381612195	0.429939758	0.29346489	0.339022957	0.341394493	0.314742798
0.396155479	0.476477559	0.320287469	0.369292321	0.393353347	0.34506392
0.354630591	0.533526011	0.362090148	0.407320642	0.360900216	0.398763585
0.399350656	0.597687698	0.414075581	0.451860872	0.38977868	0.467709164
0.449813685	0.660269119	0.463393715	0.498655788	0.439155603	0.541733669
0.489016487	0.711199891	0.503843717	0.537383075	0.480354393	0.609419308
0.513103327	0.743520873	0.527031742	0.564859417	0.505021156	0.657659001
0.518027637	0.760044187	0.531975309	0.579094505	0.512068445	0.684543604
0.506396319	0.790304731	0.521862465	0.615547194	0.504539873	0.687944695
0.487081793	0.800156865	0.501222407	0.639184316	0.485997749	0.682594069
0.459372782	0.818869097	0.473785184	0.649765848	0.460933117	0.689802769
0.430849351	0.897374029	0.445171918	0.663102076	0.434605383	0.703007533
0.405851816	0.943038424	0.417976501	0.679634022	0.409300648	0.729444459
0.384096866	0.995037539	0.403428203	0.711723642	0.407104939	0.762028001
0.38001396	0.995309918	0.398989348	0.731369485	0.405526738	0.778804002
0.378228029	0.949554966	0.39518967	0.727053106	0.404023081	0.787609656
0.376553989	0.864412887	0.391597696	0.722957921	0.402362999	0.78608897
0.374264917	0.811277943	0.387450784	0.726915052	0.399834111	0.777774428
0.370521978	0.798911685	0.381867127	0.725643483	0.395623295	0.760300594
0.364540356	0.781908597	0.374032063	0.717809618	0.389543913	0.735118287
0.355754673	0.75784581	0.363378184	0.703289079	0.380362185	0.69978022
0.343962064	0.72667992	0.349732791	0.682559185	0.367931242	0.658202206
0.329385984	0.690034642	0.333374653	0.654829168	0.352557253	0.610632515
0.312613535	0.648251412	0.314956323	0.620979685	0.334896704	0.559008517
0.296167252	0.603791235	0.302991293	0.58342678	0.315965725	0.505931065
0.287260294	0.570971314	0.293594237	0.555675907	0.304746984	0.453595483
0.277421273	0.536477024	0.282936605	0.525002969	0.29407067	0.403662229
0.265888067	0.50004294	0.270466868	0.492700278	0.282200783	0.358601166
0.252779023	0.46249065	0.256653525	0.45944481	0.268562331	0.317863662
0.239347271	0.427625353	0.242763282	0.426510015	0.254406509	0.284269361
0.22536292	0.403156324	0.227852231	0.402646448	0.239797769	0.26155119
0.21095909	0.377446792	0.213328879	0.378173558	0.224722107	0.241113687
0.197240971	0.353597422	0.198749418	0.35459577	0.210311739	0.222908417
0.18338744	0.329653722	0.185781182	0.331268253	0.195840863	0.207276344
0.171656784	0.307249038	0.174708714	0.309069962	0.182406417	0.19374679
0.161103881	0.286168415	0.164002974	0.288207625	0.169495156	0.181800488
0.151078875	0.266103889	0.15383826	0.268201779	0.157396765	0.171216058

0.141704161	0.247789063	0.144335618	0.250165633	0.146488571	0.161780711
0.133054886	0.231148419	0.135568968	0.233450378	0.137253287	0.153306354
0.125166028	0.218386814	0.127572187	0.217956791	0.129328859	0.14612614
0.118039787	0.207880317	0.120362101	0.203767643	0.122107405	0.140597737
0.111669624	0.198111255	0.113993846	0.191245774	0.115583447	0.135716487
0.106056353	0.189088825	0.10829242	0.179781878	0.109729657	0.131407151
0.101059167	0.180795532	0.103213261	0.170745395	0.104502906	0.127606233
0.096623886	0.173194442	0.098701565	0.163517941	0.099849543	0.124257981
0.092690456	0.166235408	0.09469672	0.156928383	0.095709847	0.121311031
0.08919655	0.159860264	0.091135905	0.150924226	0.092021652	0.118715971
0.086080399	0.154007001	0.08795691	0.145446737	0.08872319	0.116423844
0.083282901	0.148692392	0.085100242	0.140434692	0.085755227	0.114385522
0.080749115	0.143855183	0.082510613	0.13584978	0.083062578	0.112551762
0.078429235	0.13934767	0.080137911	0.131737386	0.080595098	0.110873769
0.076279128	0.13512009	0.07793773	0.127908095	0.078308242	0.109304051
0.074260534	0.131127318	0.075871569	0.124314628	0.076163279	0.107797413
0.072341003	0.127329362	0.073906765	0.12091451	0.074127249	0.106428489
0.070493638	0.123691544	0.072016233	0.117670447	0.072172719	0.105084744
0.068696708	0.120184435	0.070178072	0.114550412	0.070277405	0.103695711
0.066933171	0.116783624	0.068375093	0.111527523	0.068423707	0.102232201
0.065190155	0.113469357	0.066594292	0.108579769	0.066598199	0.100670468
0.063458421	0.110226105	0.064826311	0.105726453	0.064791096	0.099033011
0.061731832	0.10705547	0.06306491	0.103014712	0.063047749	0.097415968
0.060006849	0.104047627	0.061306454	0.100329848	0.061325882	0.09565773
0.058282057	0.101076316	0.059549447	0.09766486	0.059606284	0.093754189
0.056557741	0.098138103	0.057794095	0.095015413	0.05788838	0.091763311
0.054835497	0.095231506	0.056087908	0.092379405	0.056173023	0.089760516
0.053171166	0.092356619	0.054398954	0.089756573	0.05446216	0.087614848
0.051514877	0.089514762	0.052713996	0.087148119	0.052758536	0.085336114
0.049865225	0.086708177	0.051036636	0.084651198	0.051065438	0.0837362824
0.048226167	0.08393976	0.049370783	0.082177152	0.049386481	0.090394011
0.046601786	0.08121283	0.047720476	0.079718078	0.047725431	0.093388018
0.044996148	0.078530939	0.046089741	0.077278337	0.046086061	0.09606061
0.043413189	0.075897704	0.044482477	0.074862507	0.044472037	0.098234581

**Anexo J. DATOS DE ESPECTROS RESULTADO DEL PROGRAMA QUAKE/W
LOS DOS TIPOS DE MATERIAL, LOS TRES ESCENARIOS, POISSON 0.35.**

1G					
Suelo natural		Con proyecto		Con obras	
Qbo G=2000KPa	Qbg G=1000KPa	Qbo G=2000KPa	Qbg G=1000KPa	Qbo G=2000KPa	Qbg G=1000KPa
0.191883279	0.257231376	0.195955381	0.194646465	0.178458796	0.198426539
0.191351247	0.256928973	0.195445333	0.194526555	0.178222755	0.198197123
0.192984878	0.257627237	0.197091213	0.195038332	0.179113708	0.198686416
0.195477521	0.258712086	0.199599072	0.195792881	0.180588009	0.199531023
0.197046301	0.260435026	0.201160741	0.197230866	0.183898846	0.200681876
0.206934219	0.261718406	0.210909837	0.19832308	0.189299958	0.20137309
0.222397987	0.264087031	0.226336167	0.200303046	0.212531957	0.203103643
0.256471547	0.267491845	0.260004372	0.20342736	0.241873258	0.205843099
0.294356793	0.273097489	0.298011101	0.208758895	0.285666982	0.208668307
0.388766446	0.273122812	0.392620888	0.204163575	0.364809737	0.209303621
0.380786986	0.273422082	0.385800878	0.1967858	0.349253275	0.20887812
0.317466056	0.2805382	0.31926286	0.199893609	0.320150677	0.208928703
0.316990352	0.299868913	0.318031489	0.209319468	0.305345705	0.218362769
0.325448904	0.310284203	0.334807426	0.214749447	0.330747188	0.223009229
0.302144493	0.323902645	0.310367477	0.219210988	0.313315353	0.228340415
0.344264825	0.345526724	0.349515387	0.231534501	0.354684057	0.236453454
0.333981836	0.349057104	0.334921686	0.245554599	0.337884964	0.244811394
0.292509658	0.354234317	0.296103392	0.252267422	0.299442335	0.248458304
0.311912953	0.402873608	0.313993799	0.256199502	0.316710562	0.257737883
0.348352211	0.46137035	0.351117087	0.285415537	0.349510977	0.292152767
0.404944176	0.495569371	0.400619427	0.313995414	0.407184775	0.316529107
0.389288072	0.485932939	0.385534385	0.316929501	0.389671953	0.316386871
0.352922473	0.458529999	0.360714397	0.317231618	0.349522233	0.305061255
0.32334374	0.442426731	0.332545007	0.3089191	0.322202635	0.300782324
0.365932772	0.441431797	0.360301671	0.302563292	0.342368758	0.305678135
0.449964682	0.486696291	0.445476401	0.305499716	0.408467705	0.308395123
0.448507314	0.495580045	0.443847797	0.305513803	0.406943042	0.310327076
0.412709294	0.469422856	0.40847843	0.313122514	0.387273764	0.323044871

0.397426742	0.490369007	0.396715105	0.33414199	0.37366073	0.352541622
0.408345477	0.538364915	0.403003308	0.366684457	0.378986812	0.385514529
0.417609522	0.598916615	0.40702522	0.408223591	0.408123799	0.431012719
0.399458732	0.673804619	0.40483162	0.459881537	0.401486328	0.487348322
0.45091391	0.757189916	0.468336898	0.518812856	0.464818952	0.551049938
0.511253781	0.836479671	0.5292066	0.577441355	0.524979226	0.61353157
0.55608683	0.901508631	0.574402995	0.628825114	0.570775673	0.664759193
0.58384311	0.940773569	0.602137107	0.663548948	0.598570111	0.701536597
0.589839114	0.957828286	0.608057804	0.682248777	0.604370342	0.717834372
0.576845677	0.949069033	0.595022848	0.68356862	0.590905758	0.718186563
0.55400678	0.923983431	0.571564503	0.67240388	0.568245644	0.703577359
0.522317819	0.890875394	0.53920062	0.652079643	0.537036125	0.682126661
0.489438857	0.869590443	0.506622842	0.629713253	0.504257164	0.657165851
0.460455078	0.846356626	0.476922123	0.609128307	0.474760538	0.632638391
0.434355817	0.824876222	0.449939304	0.590682718	0.44926208	0.611397176
0.412718559	0.806933462	0.428417043	0.575403748	0.427294697	0.596718433
0.396573517	0.797956566	0.411285392	0.566775254	0.410963759	0.58750481
0.382973408	0.7803595	0.396571245	0.560331458	0.397451569	0.581260528
0.371478678	0.769294481	0.384675294	0.555362743	0.385623652	0.575583632
0.361564412	0.75828527	0.374103237	0.552415342	0.37505268	0.569202421
0.352658633	0.744339776	0.3639503	0.548338951	0.365484533	0.563186833
0.344244115	0.726547506	0.353970923	0.542587937	0.356214437	0.556856806
0.335829689	0.704504427	0.343926432	0.53483908	0.347186268	0.548077403
0.326986198	0.67825651	0.3335837	0.525764096	0.337838562	0.536733679
0.317353843	0.649755343	0.322723195	0.51406791	0.327727458	0.522837149
0.306664845	0.628494658	0.311105386	0.499832917	0.316488443	0.507357167
0.294766843	0.604355829	0.298593198	0.483226935	0.303902302	0.489600857
0.283221102	0.579209516	0.287173025	0.464487055	0.290254908	0.469805512
0.271479268	0.55205527	0.275483186	0.443903487	0.276621247	0.448304398
0.259011101	0.523188987	0.262361784	0.422010279	0.26429687	0.425443731
0.246256245	0.493021955	0.249670752	0.401736743	0.251400908	0.401573094
0.232613117	0.464915312	0.236073994	0.389520077	0.237615697	0.377929211
0.219628605	0.458665126	0.222470701	0.375760498	0.224583031	0.354184779
0.206529507	0.439980358	0.209428489	0.35936526	0.211352249	0.337680081
0.19349004	0.412973106	0.19643094	0.341402886	0.198179609	0.340319157
0.181245095	0.406548862	0.183777609	0.323020734	0.185678001	0.337806539
0.172256946	0.3937821	0.172138745	0.304996921	0.174047825	0.329413551
0.164195256	0.376662438	0.161258521	0.293177258	0.163010224	0.317772397

0.154009612	0.356596413	0.151098688	0.278480895	0.152704187	0.302857328
0.142484279	0.334333671	0.141745772	0.262830541	0.143215718	0.28589268
0.130744098	0.311079964	0.133241008	0.246205281	0.134585556	0.267839048
0.123100459	0.287757849	0.125588488	0.229273025	0.126989709	0.249408617
0.11638214	0.264531017	0.121221732	0.212556717	0.126559293	0.231100096
0.110411184	0.241643757	0.120345625	0.198802616	0.124218842	0.214430493
0.105137835	0.227743794	0.117859808	0.189268273	0.120358028	0.204448907
0.100500426	0.215260883	0.114111138	0.180255025	0.115304605	0.194825117
0.09643041	0.203163812	0.109393486	0.171650532	0.109335939	0.185467987
0.092856463	0.191361333	0.104103199	0.163325968	0.102690069	0.176274739
0.089707723	0.180073201	0.098269533	0.155152682	0.095572207	0.167145189
0.086916221	0.169153549	0.091985731	0.147014908	0.089668968	0.1582655
0.08441862	0.159199667	0.086403328	0.138943851	0.087090798	0.151564681
0.08215736	0.153821587	0.084087594	0.130958494	0.084751807	0.146912115
0.080081309	0.148913823	0.08198491	0.124870059	0.082600842	0.139331757
0.078146024	0.144400068	0.080021326	0.116688901	0.080593419	0.129541937
0.076313709	0.140212257	0.078159363	0.11307185	0.078691681	0.118139184
0.074552947	0.136290863	0.07636789	0.110252534	0.076864137	0.111264405
0.072838281	0.132584803	0.074621695	0.107661562	0.075085247	0.108426219
0.071149684	0.129051065	0.072900972	0.105191307	0.073334892	0.105775475
0.069471975	0.125654136	0.071190735	0.102799973	0.071597798	0.103211412
0.067794217	0.122365319	0.069480213	0.100461335	0.069862931	0.100708652
0.066109113	0.119161981	0.067762258	0.098155075	0.0681229	0.098247606
0.064412431	0.11612015	0.066032763	0.095866073	0.066373374	0.095813737
0.062708675	0.113140336	0.064290128	0.093583694	0.064612549	0.093396847
0.061060454	0.110202379	0.062534765	0.091301097	0.062840655	0.091081013
0.059396607	0.107299941	0.060768659	0.089014593	0.061064989	0.088777215
0.057719898	0.104429358	0.059011927	0.086723045	0.059347183	0.086473727
0.056034052	0.101589101	0.057301413	0.084480048	0.057621681	0.084170928
0.054343452	0.09877931	0.055586306	0.082275519	0.055892803	0.081870753
0.052652886	0.096001385	0.053871455	0.080066123	0.054165279	0.079576292
0.050967342	0.093257631	0.052161896	0.077856124	0.052444038	0.077291449
0.049291829	0.090550968	0.050462681	0.075650373	0.050734034	0.075020648
0.047631243	0.087884683	0.048778743	0.073454054	0.049040113	0.072768596

**Anexo K. DATOS DE ESPECTROS RESULTADO DEL PROGRAMA QUAKE/W
LOS DOS TIPOS DE MATERIAL, LOS TRES ESCENARIOS, POISSON 0.35.**

2G					
Suelo natural		Con proyecto		Con obras	
Qbo G=4000KPa	Qbg G=2000KPa	Qbo G=4000KPa	Qbg G=2000KPa	Qbo G=4000KPa	Qbg G=2000KPa
0.211114919	0.219688787	0.220740992	0.209688614	0.225317342	0.202126963
0.210323856	0.219622723	0.219675117	0.209579306	0.224373927	0.201631633
0.21338628	0.220183171	0.222979096	0.210361589	0.227968866	0.202304733
0.218582437	0.221031279	0.228514172	0.211462068	0.234212006	0.203268247
0.223971276	0.222197832	0.235111173	0.213437526	0.245791843	0.203190003
0.273953998	0.223623497	0.28523298	0.21460663	0.282884274	0.225926529
0.295175958	0.224801352	0.304763506	0.217286337	0.299546493	0.264972938
0.345034089	0.226609729	0.358390519	0.22542688	0.367392285	0.27567387
0.405508902	0.227203676	0.41223085	0.234502672	0.418828436	0.262840594
0.632651391	0.266305644	0.654199487	0.25260784	0.636364893	0.297528979
0.593478792	0.283673717	0.609987527	0.259275509	0.607093555	0.297433439
0.517053692	0.341336829	0.530992347	0.251253519	0.557701193	0.368392466
0.717406067	0.460904316	0.743024912	0.271022508	0.77779205	0.51758849
0.704786083	0.487571046	0.715743759	0.277483134	0.736248342	0.487162334
0.590288825	0.433119998	0.594413984	0.291703412	0.613888618	0.458382162
0.636988723	0.433224447	0.633624937	0.355343063	0.655812203	0.50729356
0.604793676	0.441314335	0.593898717	0.350501927	0.610549421	0.485377957
0.502799959	0.395180316	0.488389222	0.327224213	0.500982739	0.430817301
0.48848459	0.390981935	0.4729541	0.331930876	0.484175601	0.423996876
0.554961559	0.453348992	0.535737999	0.338158835	0.54420885	0.443833452
0.596860712	0.497800136	0.574163751	0.358966207	0.579364645	0.464064038
0.537161059	0.491077756	0.514473249	0.387101523	0.518943655	0.47302875
0.478421254	0.506919521	0.459441174	0.391120918	0.468130207	0.443873608
0.416661454	0.565897758	0.394095763	0.425204473	0.394658104	0.417008397
0.352616318	0.657631921	0.357550944	0.543708061	0.364351477	0.455148281
0.345792392	0.713122758	0.371684784	0.57687895	0.430010054	0.474677588
0.350820595	0.653802144	0.360209761	0.534333701	0.409157959	0.443541276
0.319448042	0.584529479	0.321954499	0.465077444	0.356831496	0.402206249

0.285628808	0.517433661	0.285771501	0.399525411	0.306687006	0.385073462
0.283923319	0.469316326	0.300377001	0.433603601	0.322624001	0.396915124
0.308136937	0.519813063	0.328080691	0.478375535	0.351474964	0.421623796
0.345242108	0.590436659	0.368762852	0.534128398	0.392848641	0.470887331
0.390915698	0.672964435	0.41739908	0.597239378	0.441946987	0.552524735
0.437481559	0.751868693	0.466779401	0.657819839	0.490324869	0.639386157
0.473595937	0.814054273	0.504508125	0.707891637	0.527379219	0.717119088
0.493005313	0.852830141	0.524398476	0.738778738	0.546931118	0.776185975
0.494863352	0.863104393	0.526116558	0.748759971	0.547344217	0.810786393
0.482854447	0.851869789	0.513571455	0.775322496	0.533269597	0.819729594
0.459431521	0.843084558	0.48926184	0.796256743	0.507141785	0.80965709
0.430808324	0.868848844	0.458829593	0.817454452	0.475643974	0.833973112
0.401857388	0.922425389	0.427855449	0.822659379	0.446897202	0.922184091
0.388204169	0.941595449	0.402542259	0.817052048	0.435245193	0.986471745
0.395606971	0.959495711	0.394177186	0.820302627	0.42440218	1.033473069
0.432465321	0.92364719	0.387775901	0.825606908	0.415541824	1.078833013
0.447172521	0.863939892	0.383255736	0.788429357	0.408571547	1.078476648
0.420725925	0.848623366	0.37974571	0.768644478	0.402586546	1.038016032
0.378081826	0.8157468	0.376026036	0.753046	0.396318745	0.960832221
0.370027129	0.782377973	0.370866294	0.733805655	0.388516333	0.855220857
0.36421117	0.752145955	0.363258944	0.709832673	0.378231731	0.733395321
0.355040431	0.712401599	0.35258046	0.680567837	0.366017648	0.607802065
0.342345972	0.675630762	0.338687091	0.646043163	0.350510551	0.532363007
0.326456061	0.634403877	0.321920552	0.612903387	0.331954879	0.494206389
0.308650021	0.589114226	0.312591557	0.585393034	0.319555767	0.454532226
0.301097401	0.554631347	0.303756038	0.554337382	0.310622492	0.414619993
0.291506989	0.521551686	0.293732746	0.520375192	0.299033154	0.382389599
0.280371941	0.485982562	0.281282416	0.485229331	0.286054289	0.353219143
0.266928198	0.448596112	0.267467958	0.45046795	0.27182719	0.323647607
0.2532031	0.411616935	0.25298551	0.426951484	0.256109932	0.310555487
0.238215175	0.381890667	0.237181897	0.402856809	0.240601421	0.303258765
0.223127503	0.359055369	0.222084756	0.378243515	0.224123606	0.289973361
0.208025247	0.336025736	0.206411809	0.354480286	0.208606321	0.277470479
0.193233711	0.314197773	0.192950679	0.330992717	0.196373774	0.270015369
0.179107576	0.292696666	0.181947243	0.308552986	0.185053425	0.260253418
0.167145154	0.276818585	0.171092746	0.287573277	0.174323011	0.247497147
0.156868932	0.262310408	0.160611187	0.267458216	0.163930107	0.234335837
0.147119096	0.249154663	0.150670223	0.249124505	0.154044239	0.220082453

0.138268099	0.236732337	0.141387008	0.234242701	0.144783623	0.206440143
0.130143466	0.225058482	0.133112296	0.222272968	0.13622102	0.193102447
0.122682036	0.214200987	0.125511326	0.211541241	0.128409814	0.180091539
0.115902502	0.204184002	0.118602216	0.201695432	0.121482658	0.168088552
0.109796298	0.194997358	0.112375787	0.19264294	0.115217706	0.158751163
0.104334107	0.186605226	0.106802092	0.184367823	0.10958819	0.153936958
0.099471745	0.179118315	0.10183631	0.17683114	0.104552328	0.149291867
0.095155274	0.172351084	0.097423885	0.169978075	0.100058399	0.145048214
0.091325311	0.166159768	0.093504835	0.16374396	0.096049022	0.141091778
0.087920509	0.160478667	0.090017242	0.158059184	0.092464623	0.137023369
0.084880278	0.155241517	0.086899978	0.152853073	0.089246158	0.13676541
0.082146815	0.150384192	0.08409474	0.148056823	0.086337141	0.137319714
0.079666531	0.145846631	0.081547471	0.143688164	0.083685084	0.137965634
0.077390965	0.141574115	0.079209282	0.139677532	0.081242426	0.138876605
0.075277287	0.137518012	0.07703695	0.135893776	0.07896705	0.139660271
0.073288465	0.133636098	0.074993083	0.13229134	0.076822472	0.140193797
0.071393184	0.12989256	0.073046042	0.128830902	0.074777777	0.140361364
0.069565581	0.126257755	0.071169665	0.12547933	0.072807367	0.140316082
0.067784843	0.122737482	0.069342874	0.122209419	0.070890586	0.139919911
0.06605827	0.119406768	0.067549196	0.11899948	0.069011263	0.138911309
0.064396764	0.116120064	0.065776244	0.115832841	0.067157204	0.137434307
0.062743325	0.112867186	0.064018158	0.112697281	0.065319677	0.135572214
0.06109164	0.109641475	0.06233368	0.109585716	0.063492905	0.133004573
0.059437991	0.106439244	0.060648786	0.106633001	0.061673575	0.130056732
0.057780799	0.103259263	0.058961768	0.103686319	0.059860386	0.126606981
0.056120209	0.100102277	0.057272655	0.100745462	0.05811725	0.122541862
0.054457712	0.096970569	0.055582837	0.097812084	0.056378058	0.118307284
0.052795817	0.093867571	0.053894731	0.094889284	0.054644399	0.113517075
0.051137758	0.090797525	0.052211486	0.091981233	0.052919271	0.108471677
0.049487246	0.087765189	0.050536744	0.089092848	0.051206147	0.103168077
0.047848265	0.084848743	0.04887442	0.086229515	0.049508765	0.097947228
0.046224899	0.081988151	0.047228541	0.08339685	0.047830964	0.098443647
0.044621194	0.079171141	0.045603099	0.080640434	0.046176548	0.098612147
0.043068642	0.076402939	0.044001945	0.077965168	0.044549179	0.098343286