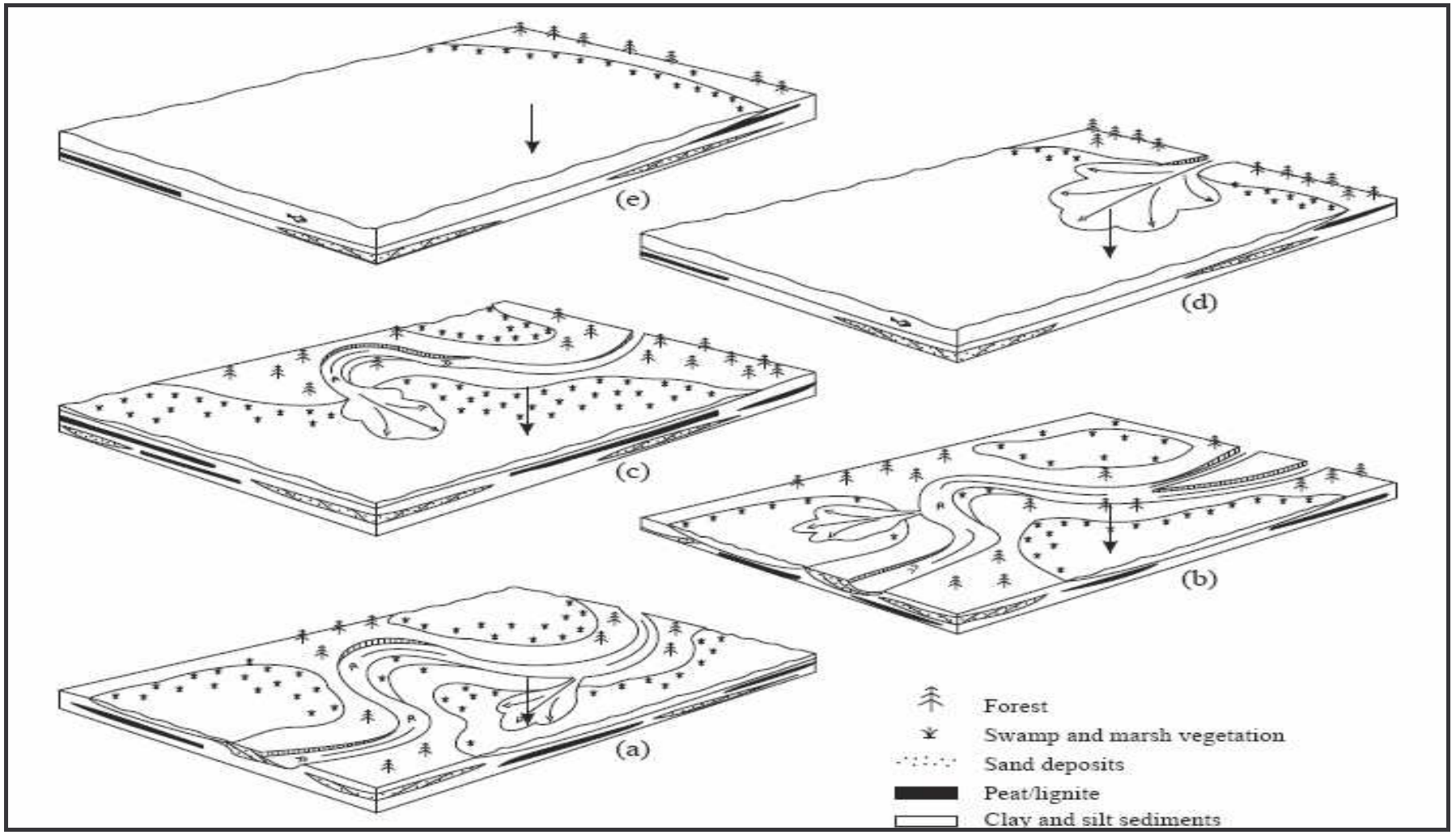


Figura 2.1 Geomorfología y origen de los suelos de la Sabana. Bloque Diagrama de las fases de depositación en la Sabana inferidas de los cambios estratigráficos en la perforación Funza 2 (Torres et al, 2005)

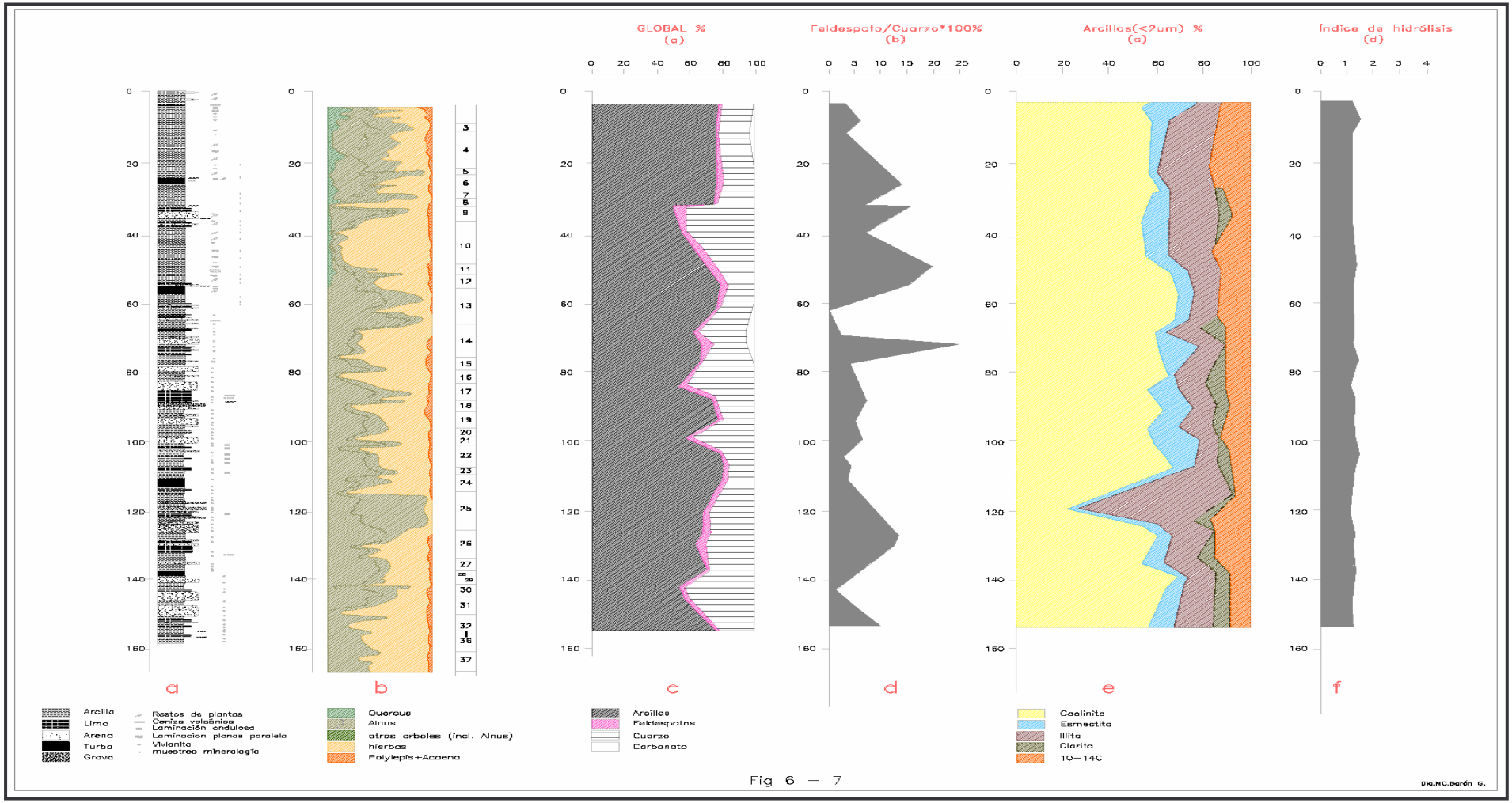


Figura 2.2 Geomorfología y origen de los suelos de la Sabana. Bloque Diagrama de las fases de depositación en la Sabana inferidas de los cambios estratigráficos en la perforación Funza 2 (Torres et al, 2005)

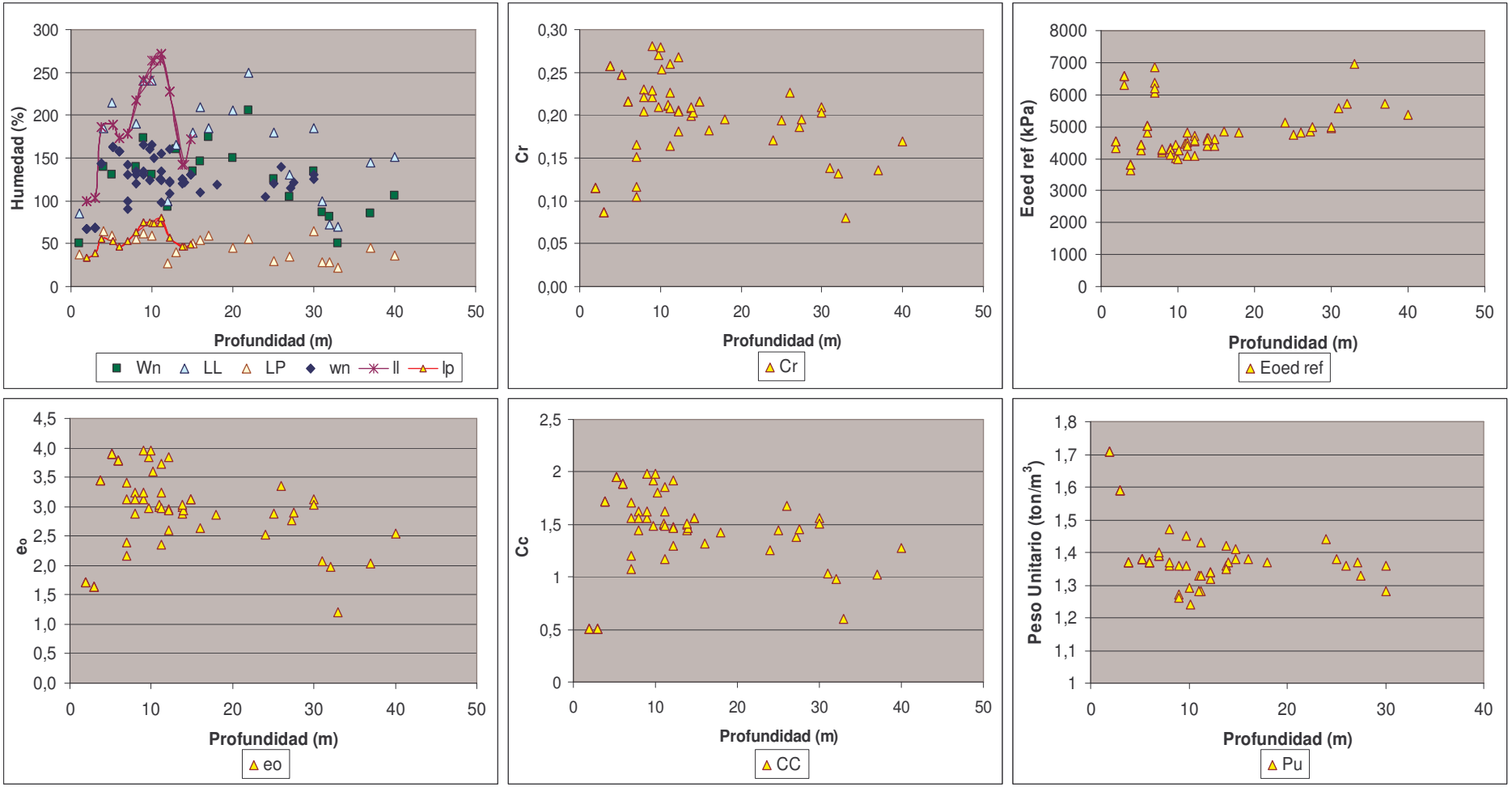


Figura 2.3 Propiedades de suelos típicas en el norte de Bogotá. De izquierda a derecha y de arriba abajo. Límites de consistencia, índice de plasticidad y humedad natural. Índice de recompresión (a partir de correlaciones y ensayos de consolidación), Módulo edométrico en KPa para presión de referencia de 100 kPa, relación de vacíos, Índice de recompresión (a partir de correlaciones y ensayos de consolidación), peso unitario total (kN/m3).

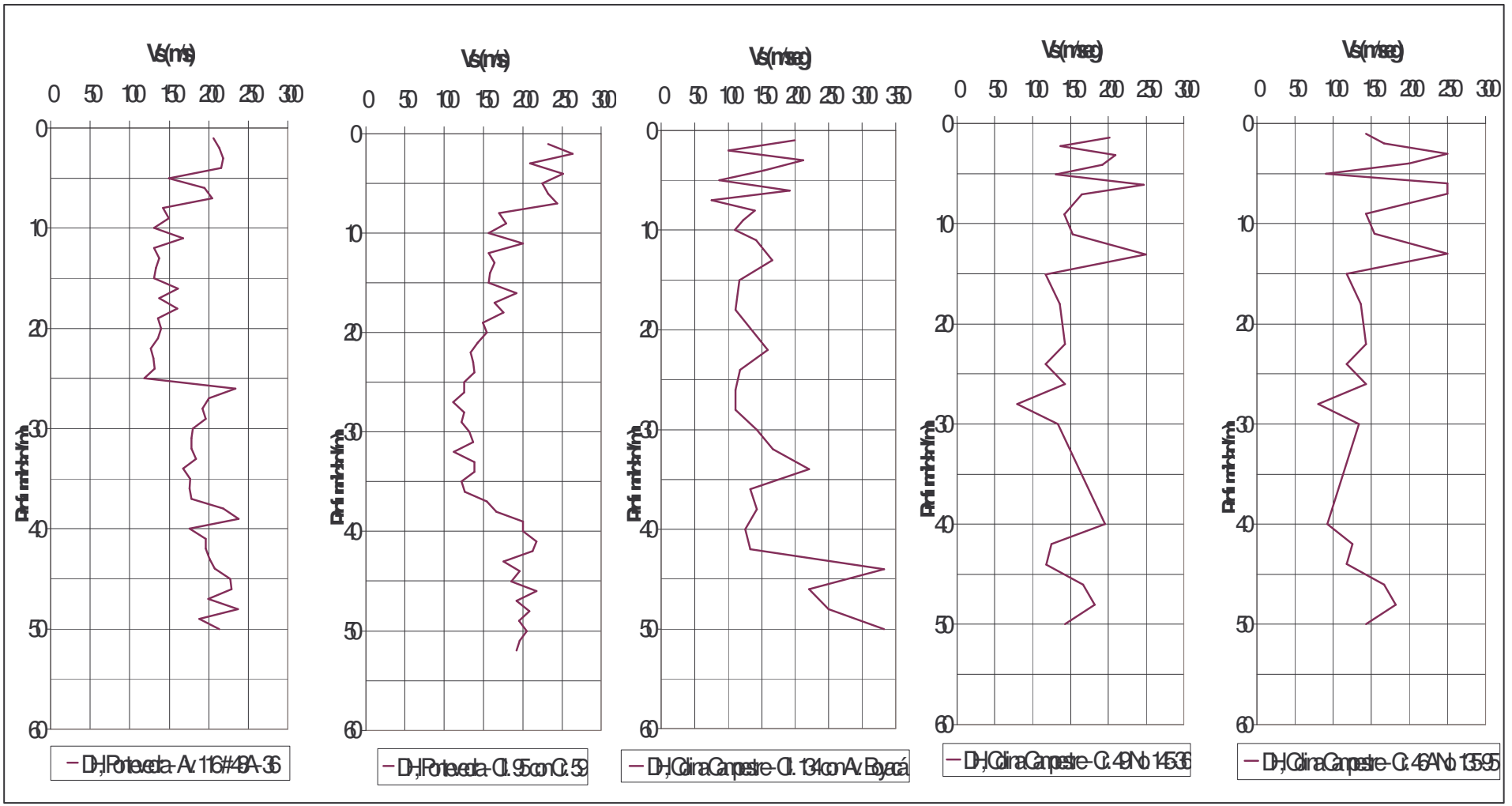


Figura 2.4 Resultados de down hole. Se aprecia de izquierda a derecha la variación del perfil de VS a medida que se aleja del piedemonte de los cerros de Suba hacia la parte mas profunda del valle. Se aprecia la presencia de los suelos más rígidos superficiales, y como se va profundizando el comienzo de los suelos arenosos más rígidos de la formación Subachoque.

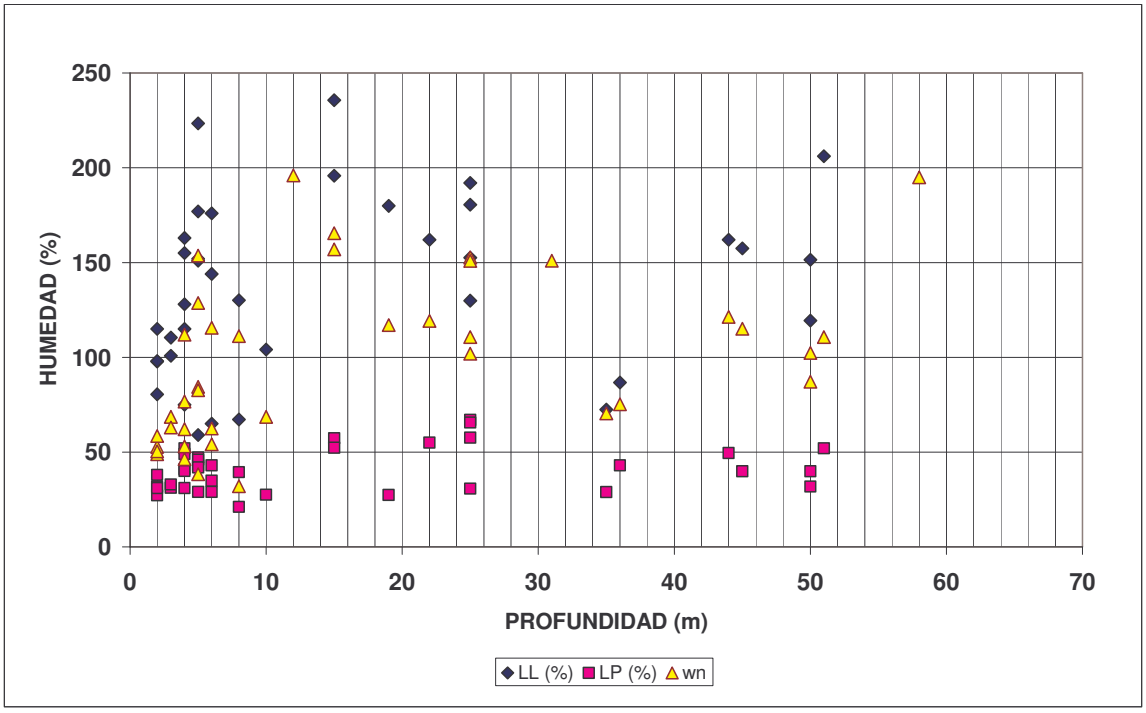


Figura 2.5. Variación típica de las propiedades índice con la profundidad (zonas 3 y 4)

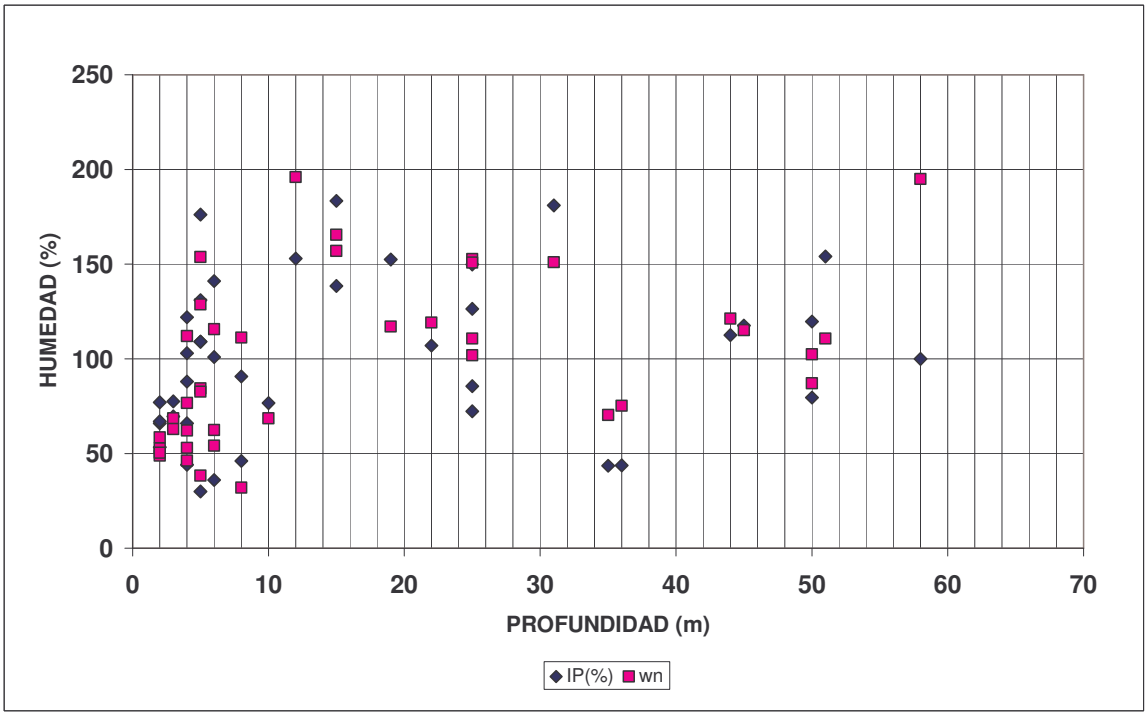


Figura 2.6. Variación típica de la humedad y del índice de plasticidad con la profundidad (zonas 3 y 4)

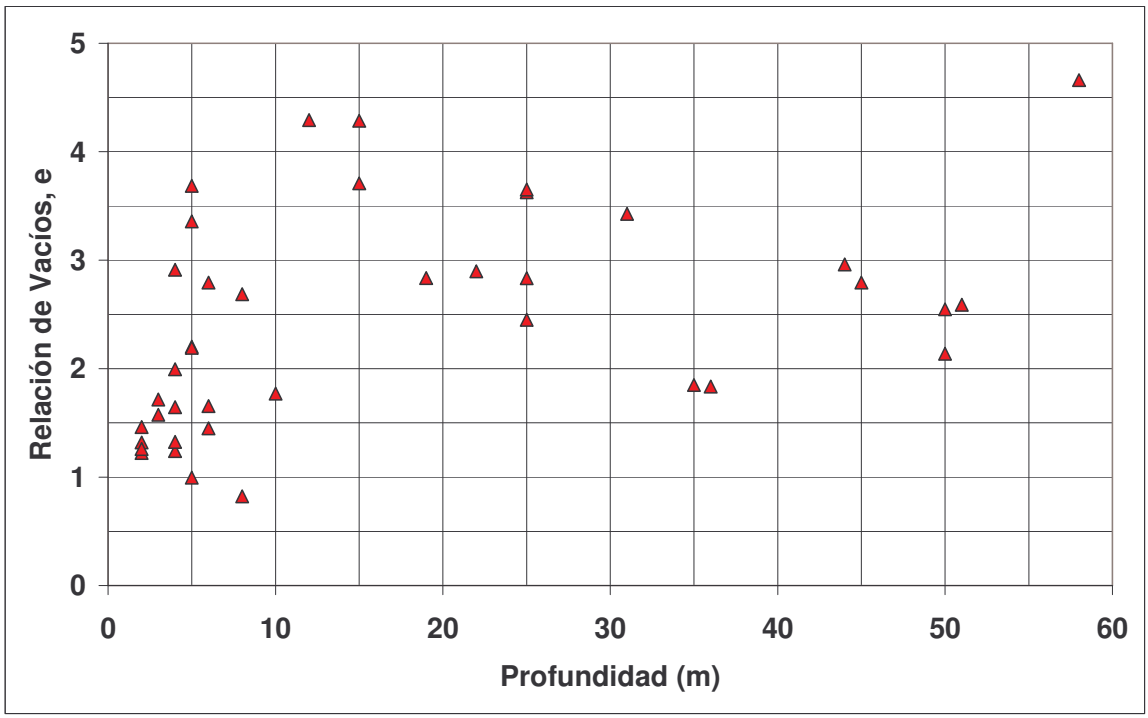


Figura 2.7. Variación típica de la relación de vacíos con la profundidad (zonas 3 y 4)

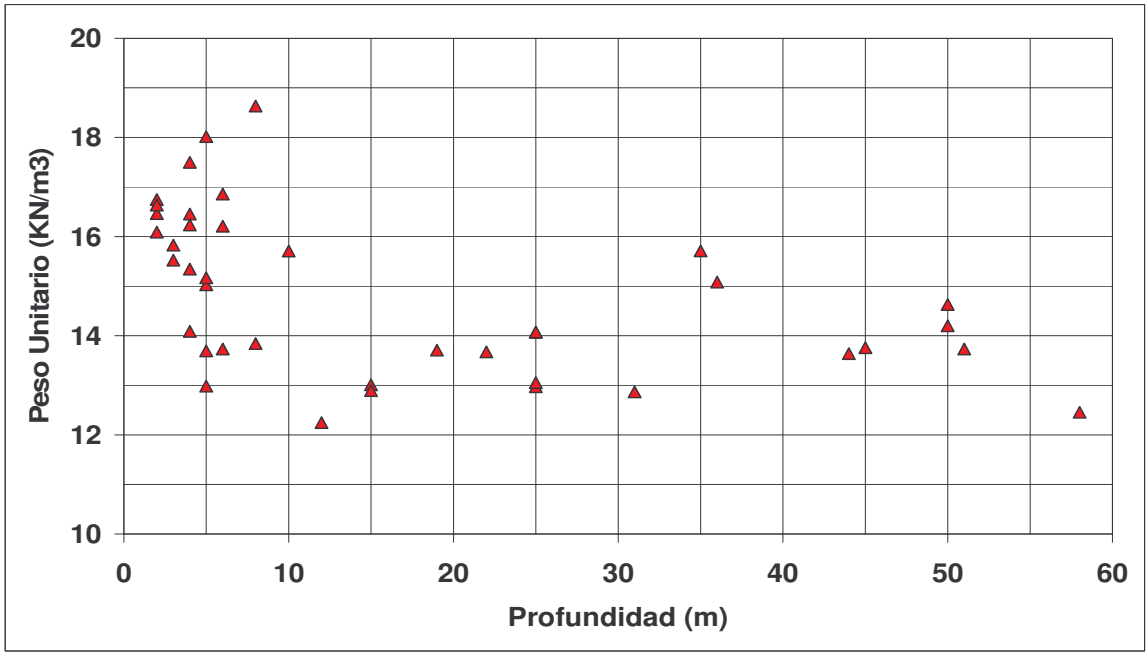


Figura 2.8. Variación del peso unitario con la profundidad (zonas 3 y 4)

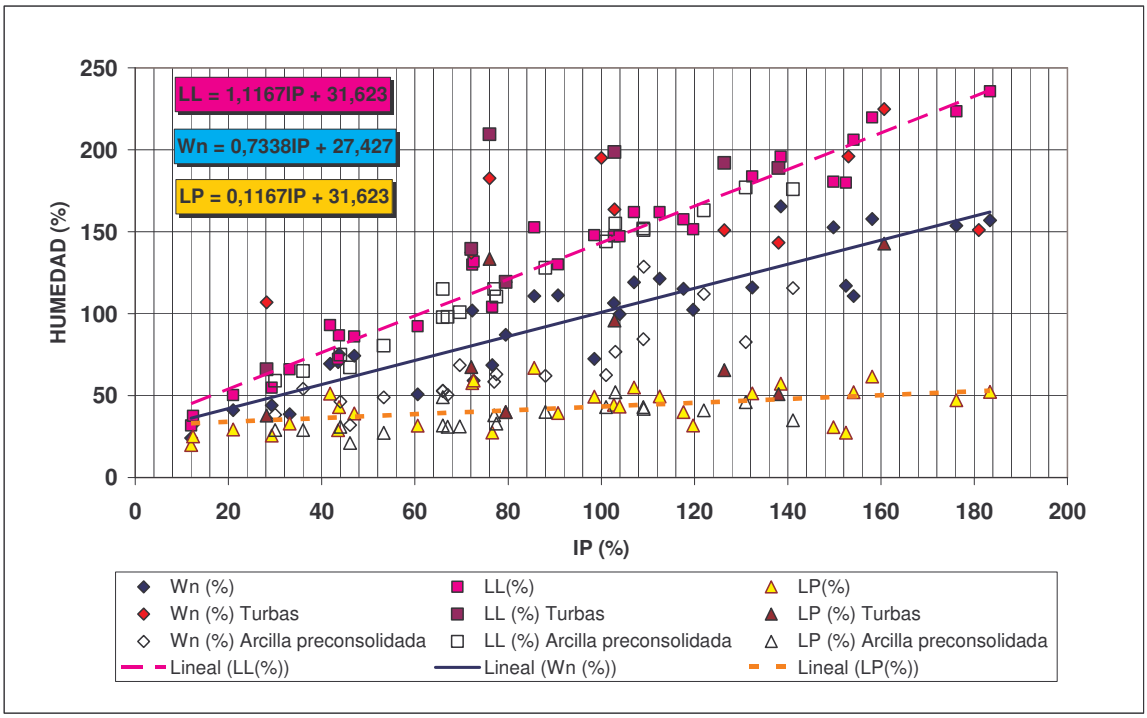


Figura 2.9. Correlaciones entre las propiedades índice y el índice de plasticidad (zonas 2, 3 y 4)

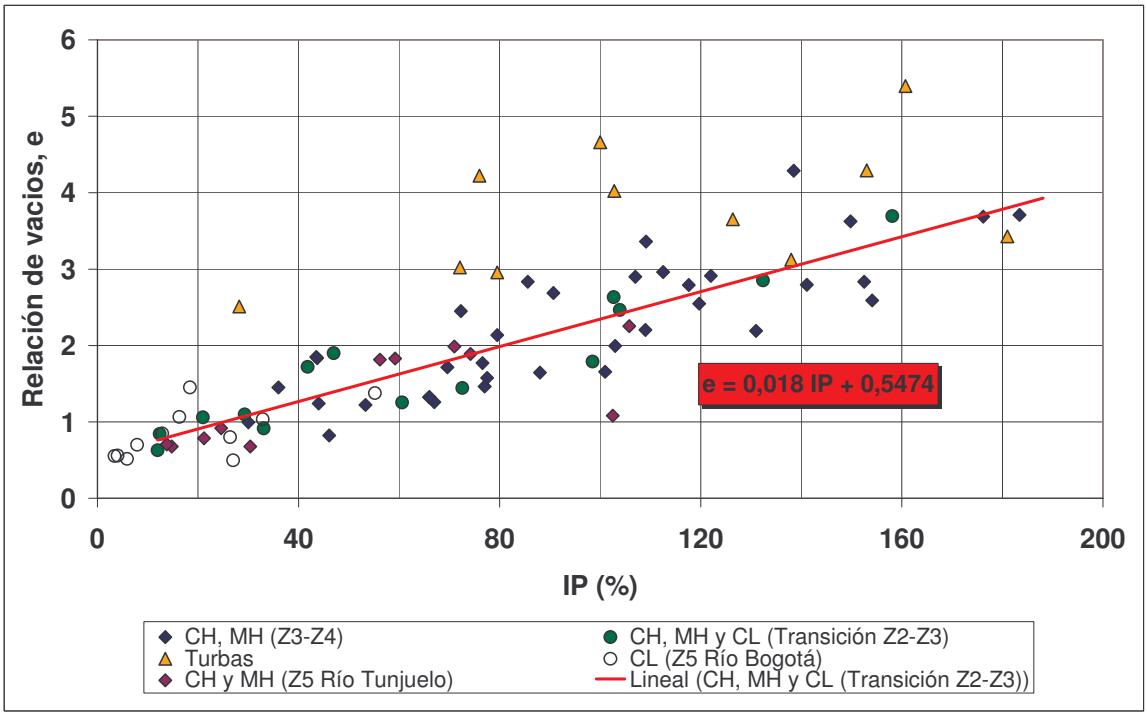


Figura 2.10. Correlación entre la relación de vacíos y el índice de plasticidad

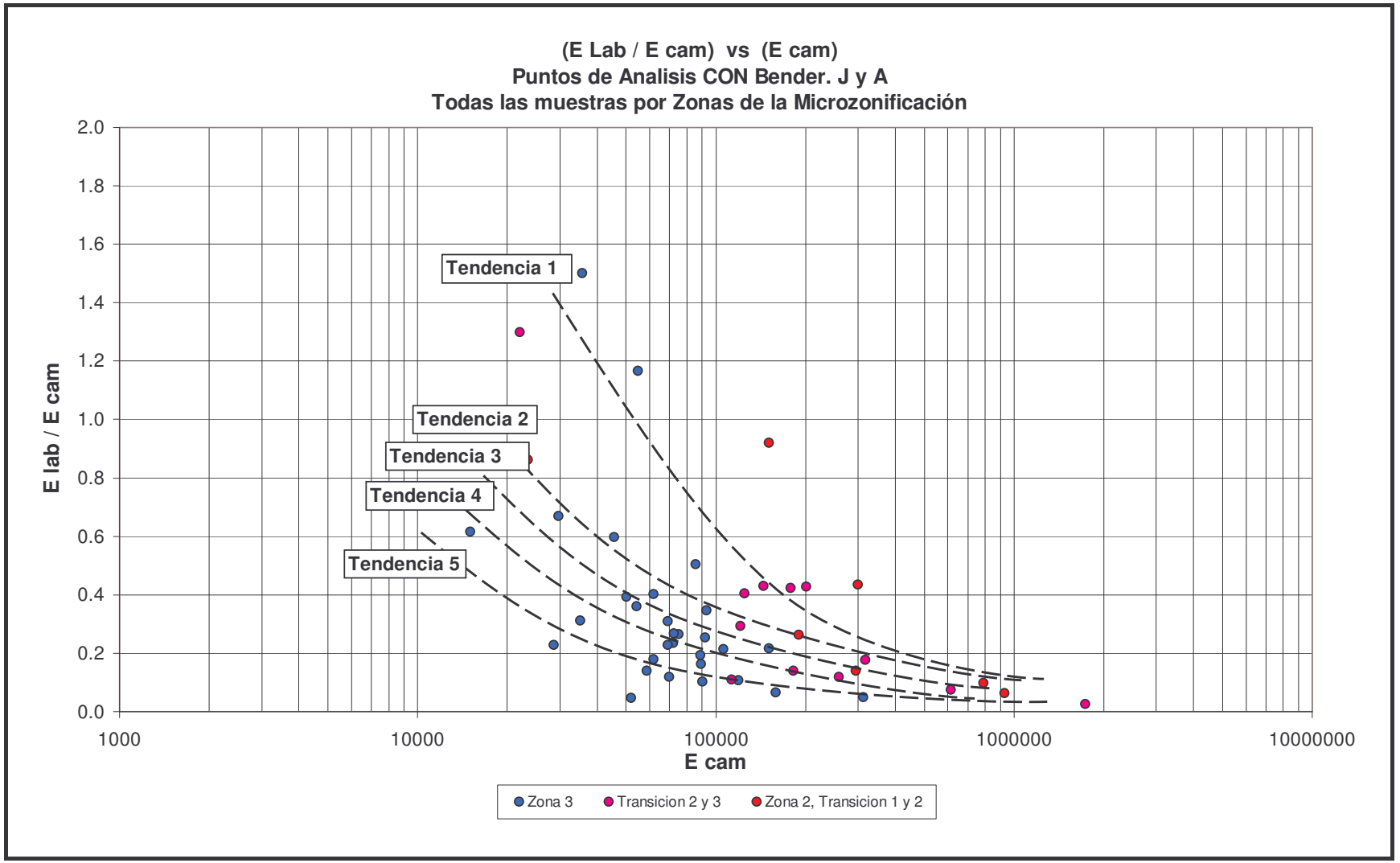


Figura 2.11. Elab / Ecam normalizado por el Ecam, por zonas de la microzonificación sísmica

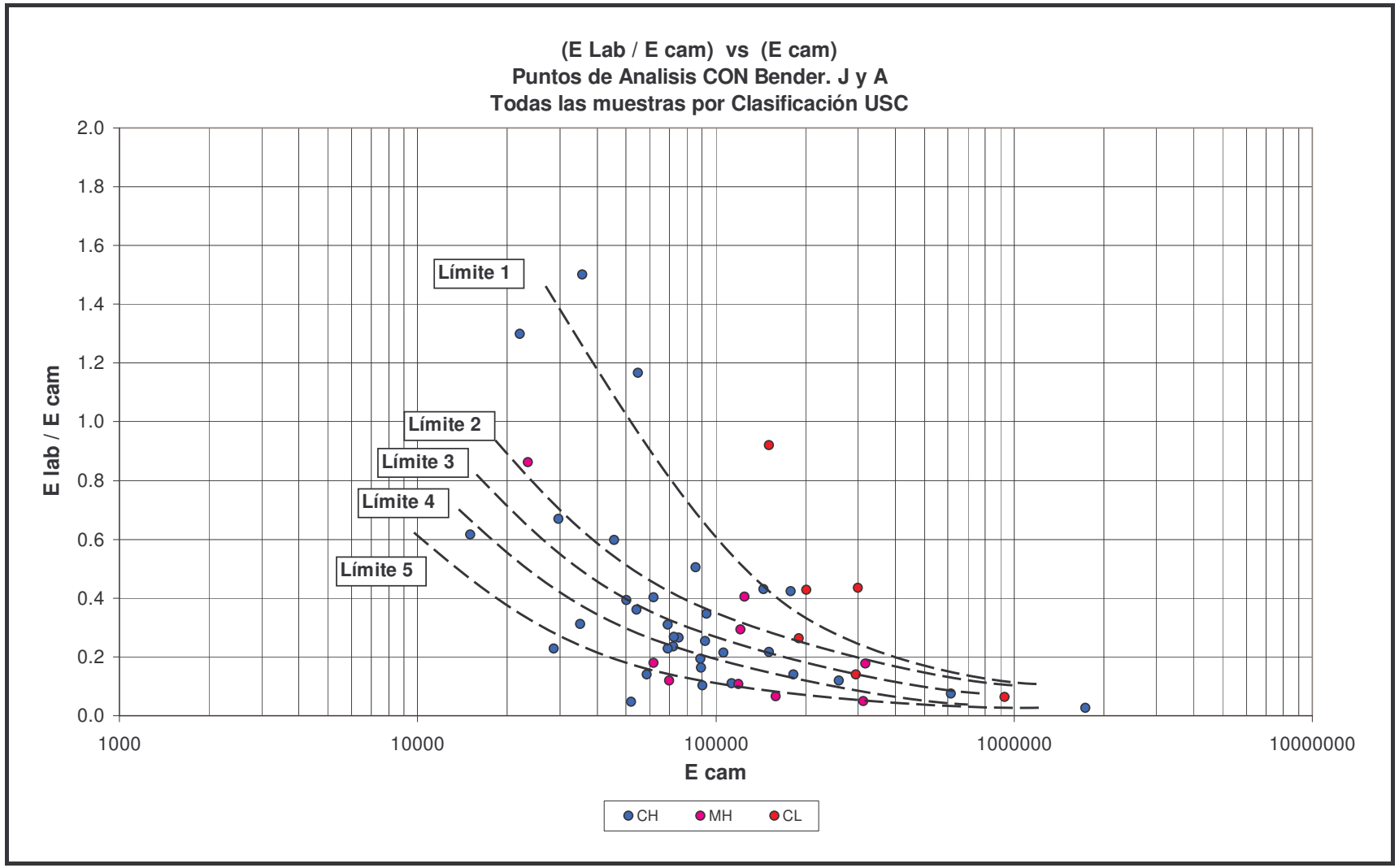


Figura 2.12. Elab / Ecam normalizado por el Ecam, por clasificación usc

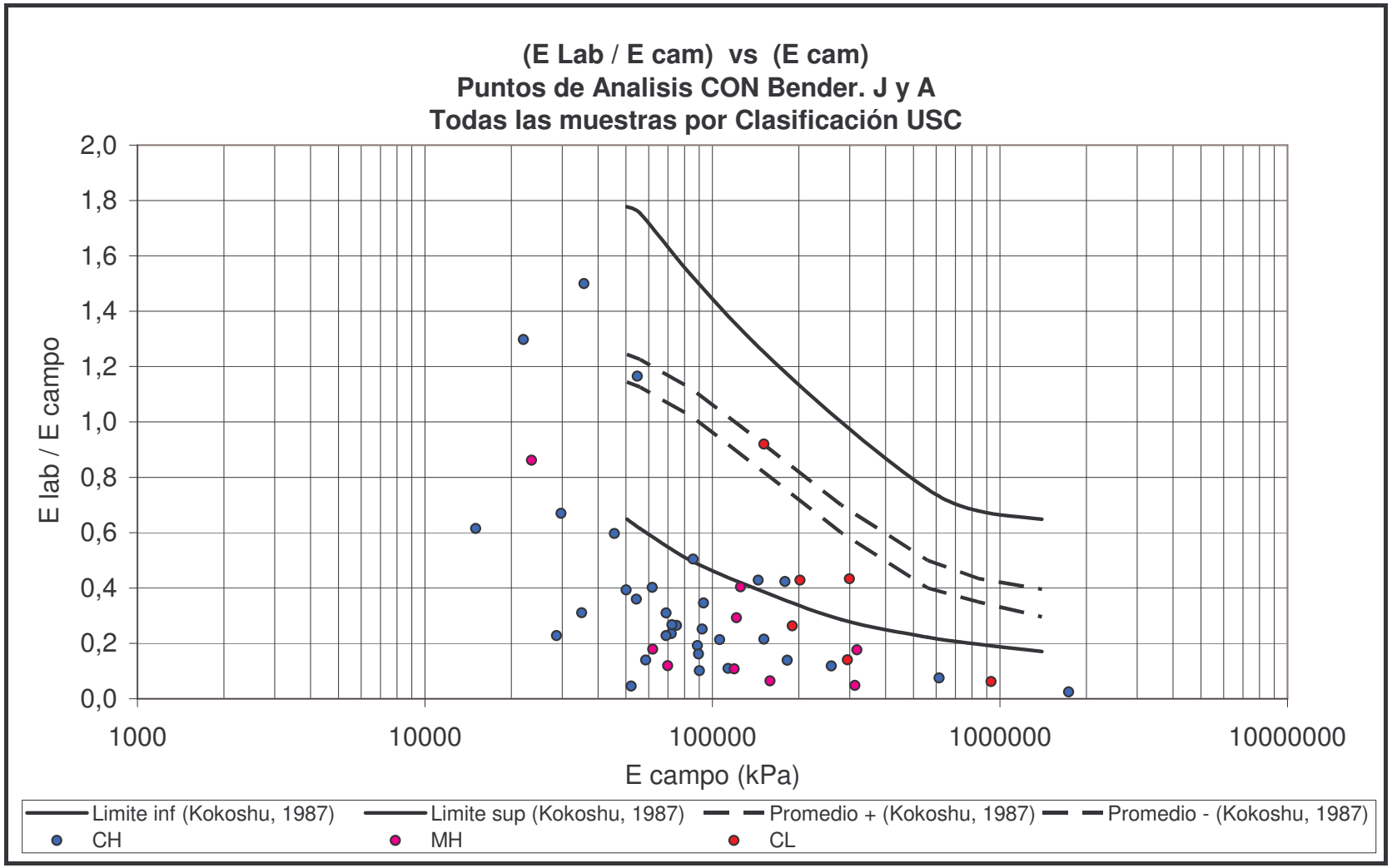


Figura 2.13. Eo (lab)/Eo (campo) contra Eo (campo) de los ensayos triaxiales cíclicos realizados para estudios de respuesta local en Bogotá, comparación con las tendencias encontradas por Kokoshu (1987).

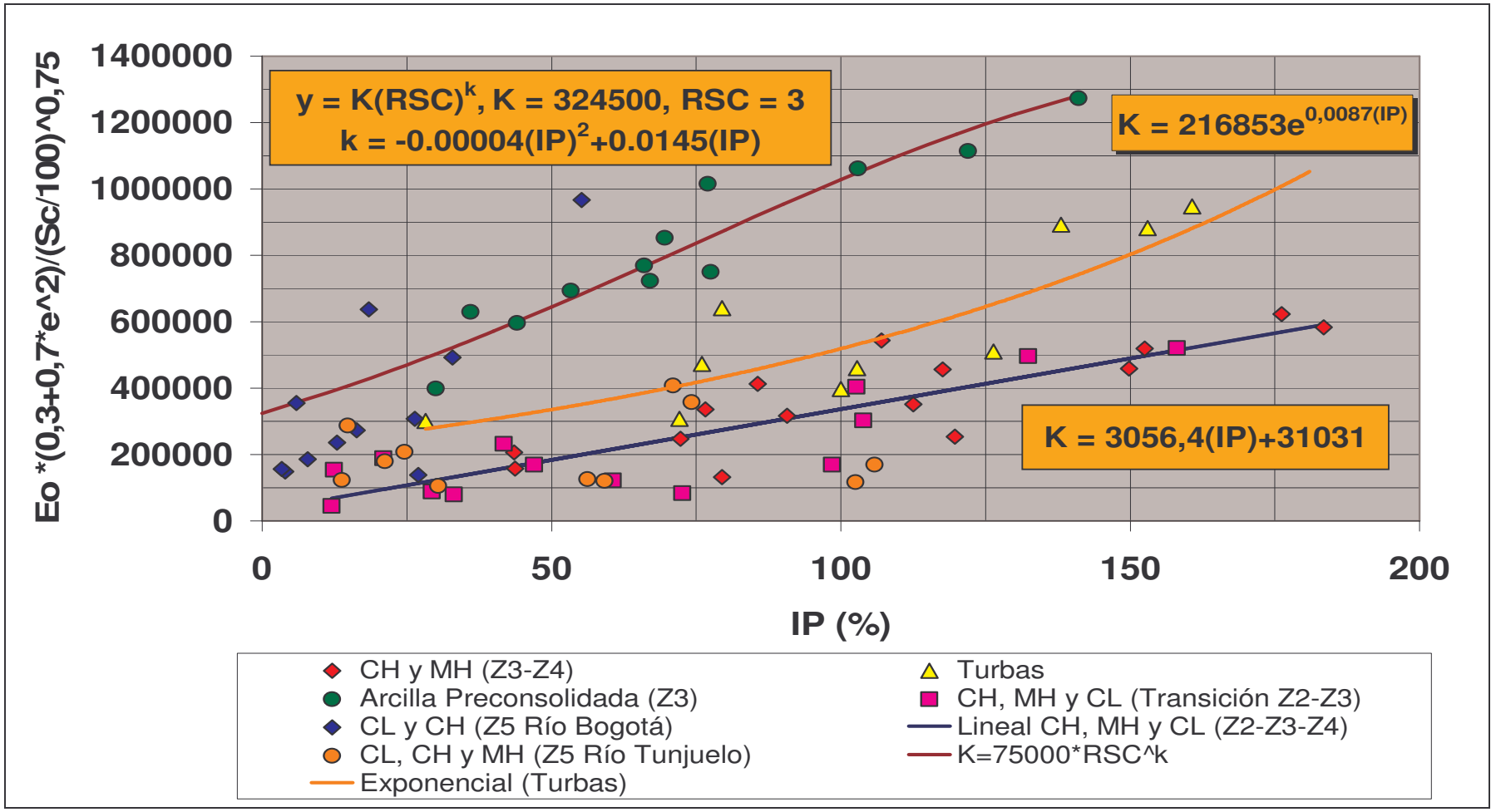


Figura 2.14. Correlación entre K y el índice de plasticidad (Tomada de Rodriguez y Escallón, 2006 a)

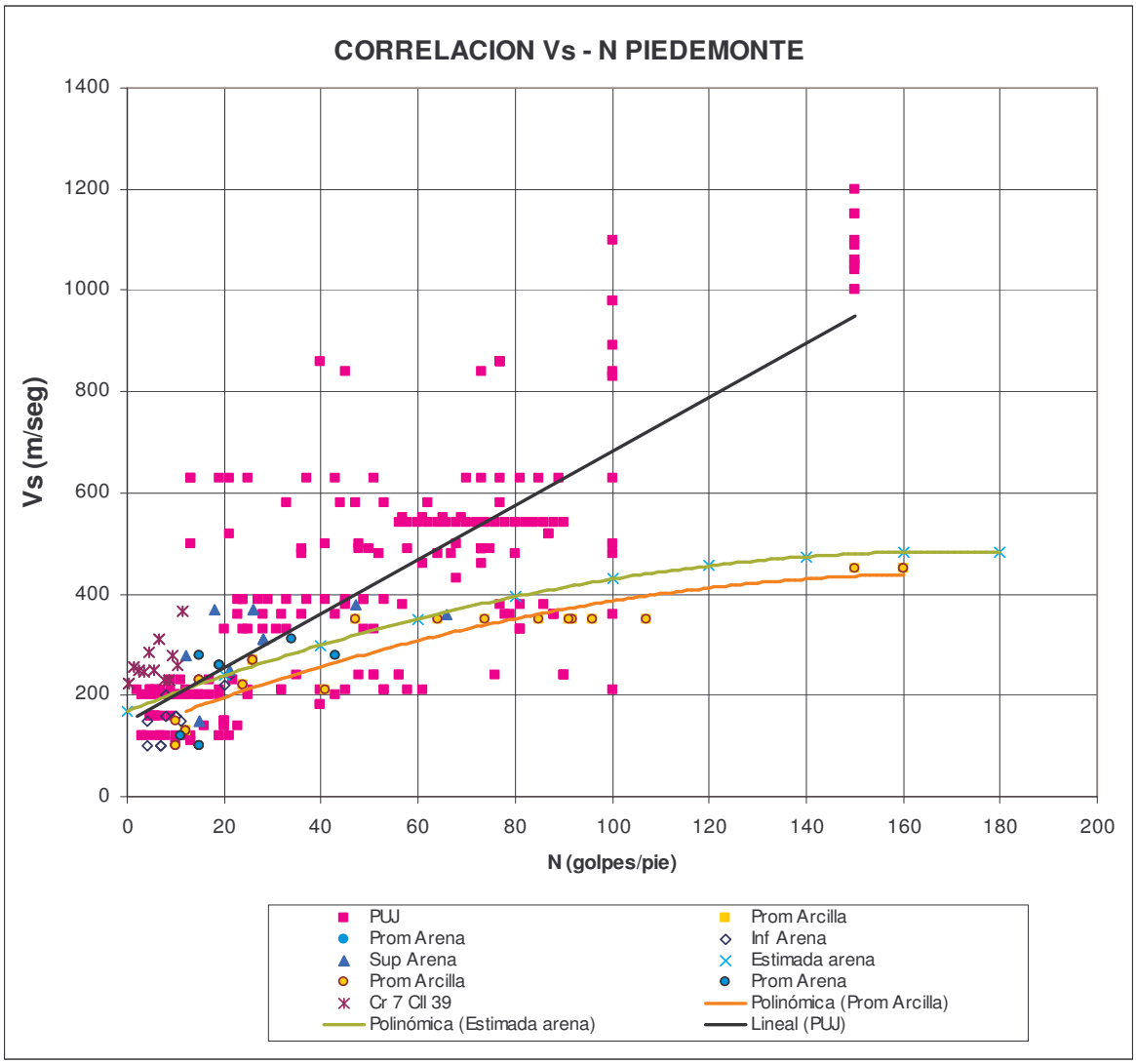


Figura 2.15. Correlación de los ensayos down hole y SPT

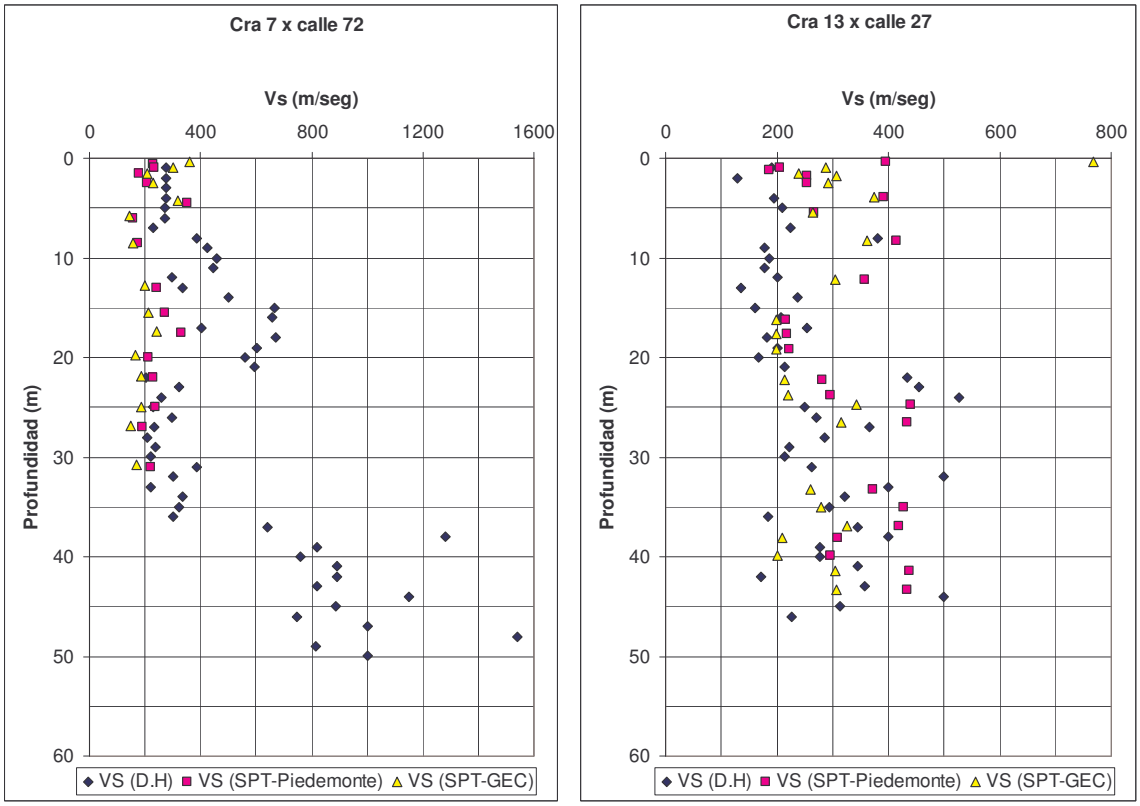


Figura 2.16. Datos de Vs obtenidos de ensayos down hole (rombos), datos de Vs correlación suelos granulares zona de piedemonte (cuadrados), y datos de Vs correlación GEC (triángulos).

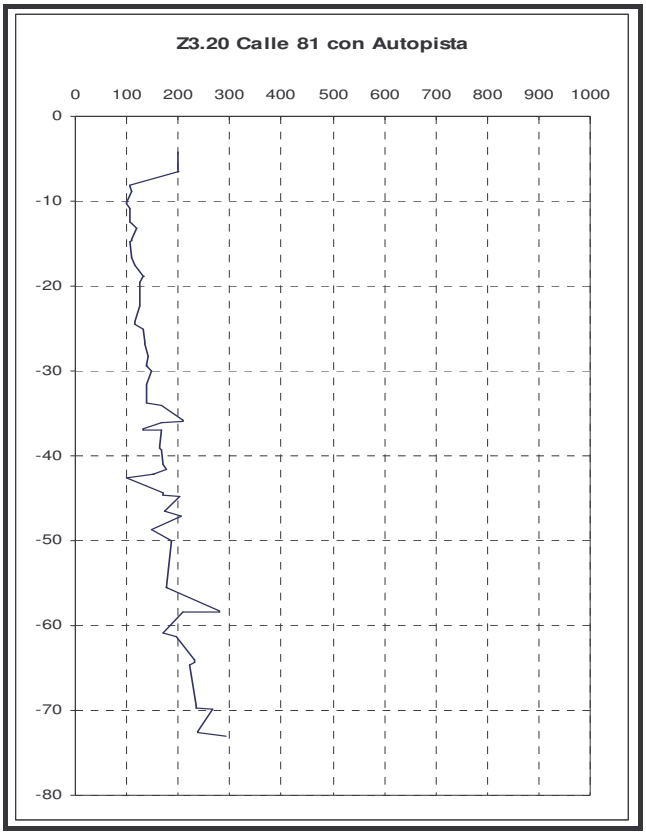


Figura 2.17.Perfil de Vs supuesto del punto de análisis Z3.20

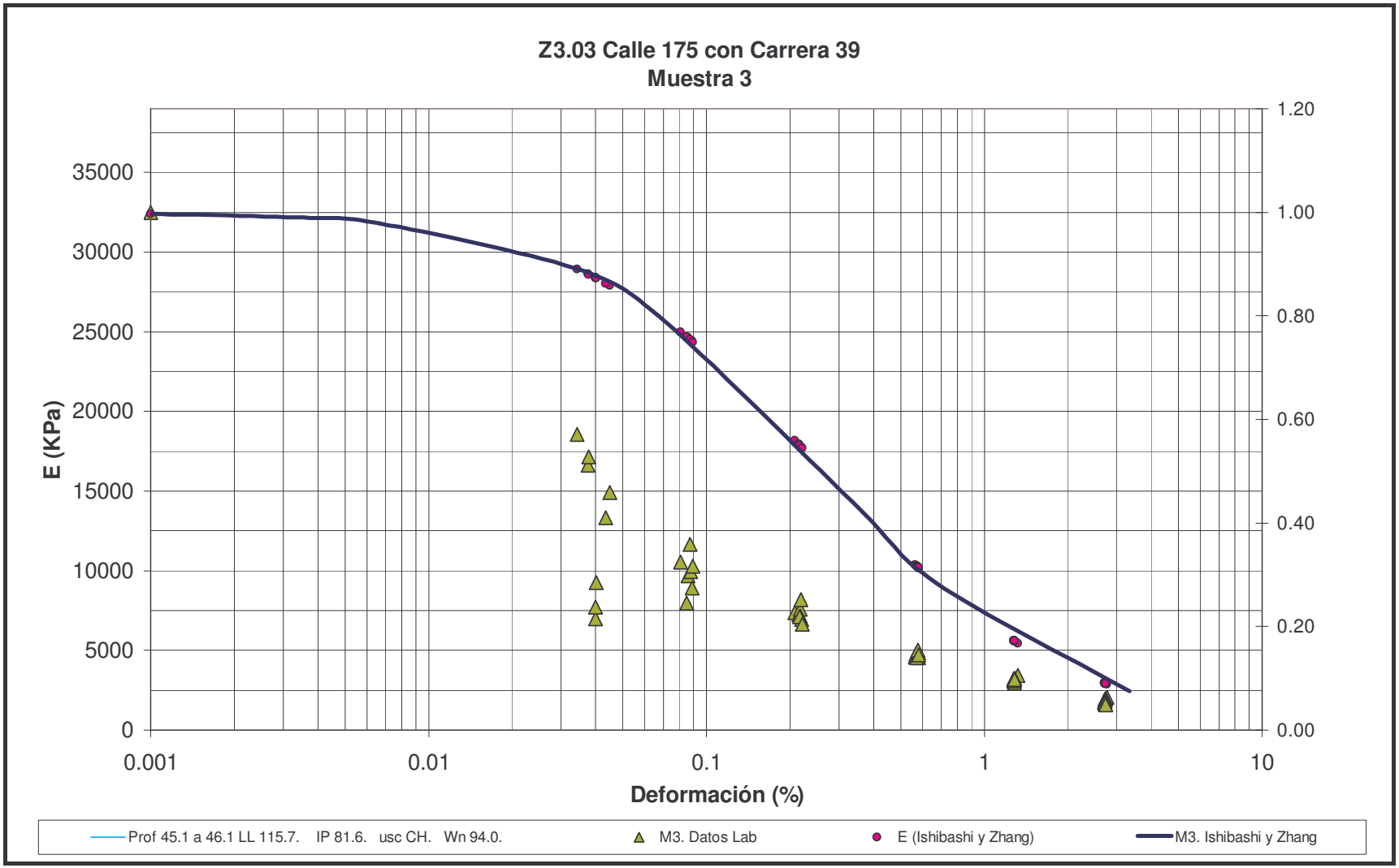


Figura 2.18 Comparación curva teórica (Ishibashi y Zang) y curva resultado del ensayo triaxial; para la muestra 3 del punto de análisis.

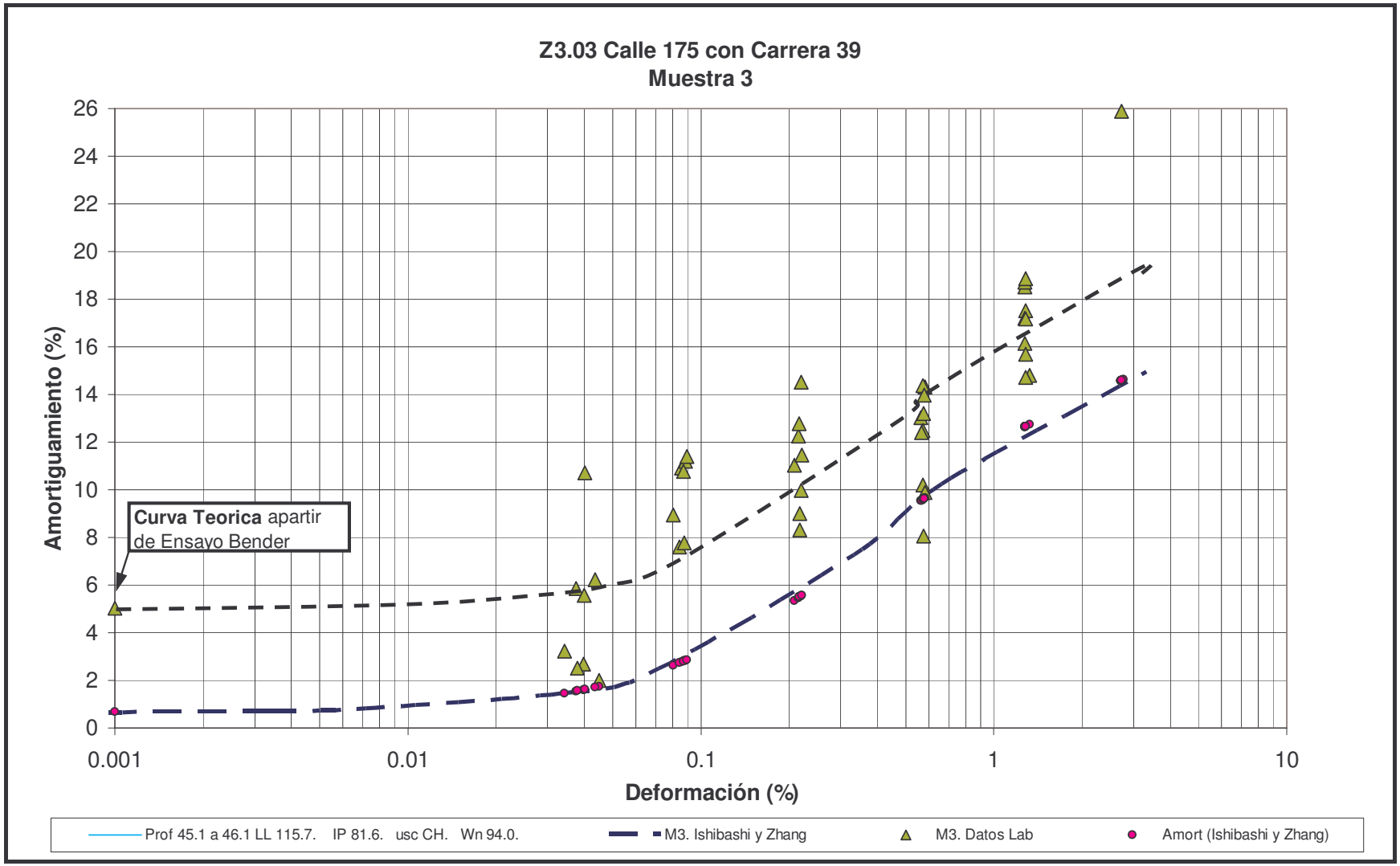


Figura 2.19 Comparación curva teórica (Ishibashi y Zang) y curva resultado del ensayo triaxial; para la muestra 3 del punto de análisis.

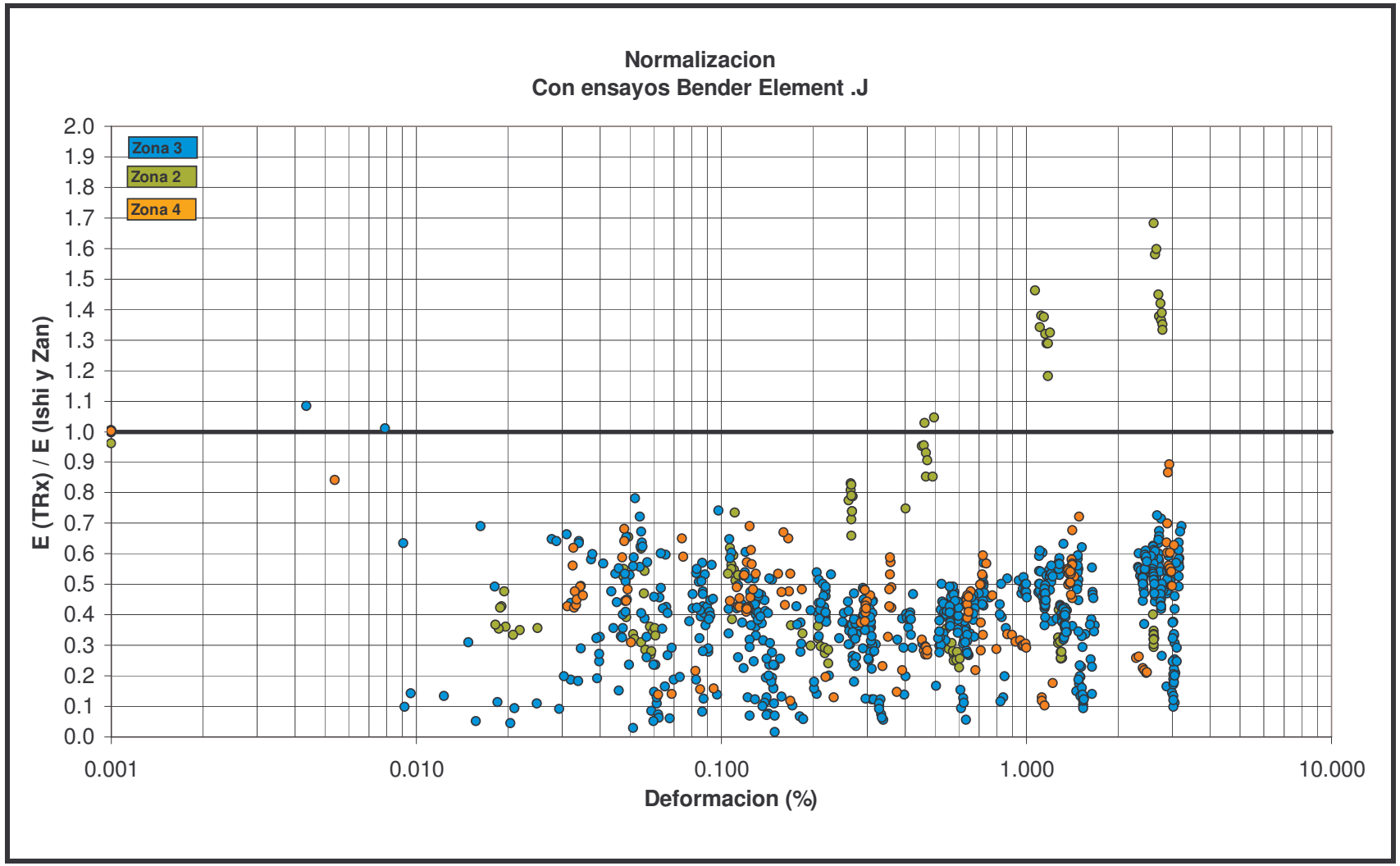


Figura 2.20. Normalización Curvas de Rigidez. Ensayos triaxiales Universidad Javeriana.

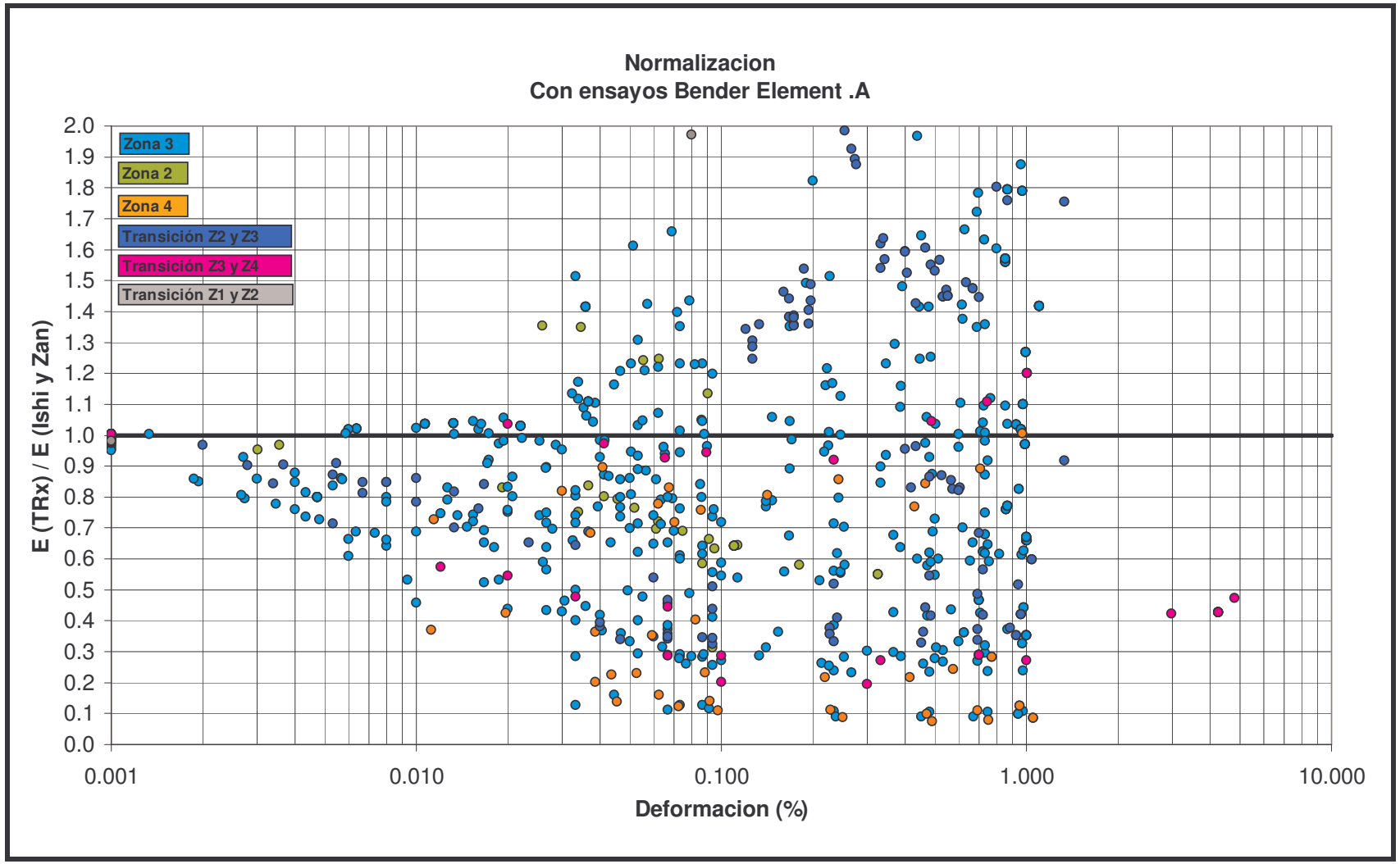


Figura 2.21. Normalización Curvas de Rigidez. Ensayos triaxiales Universidad de los Andes.

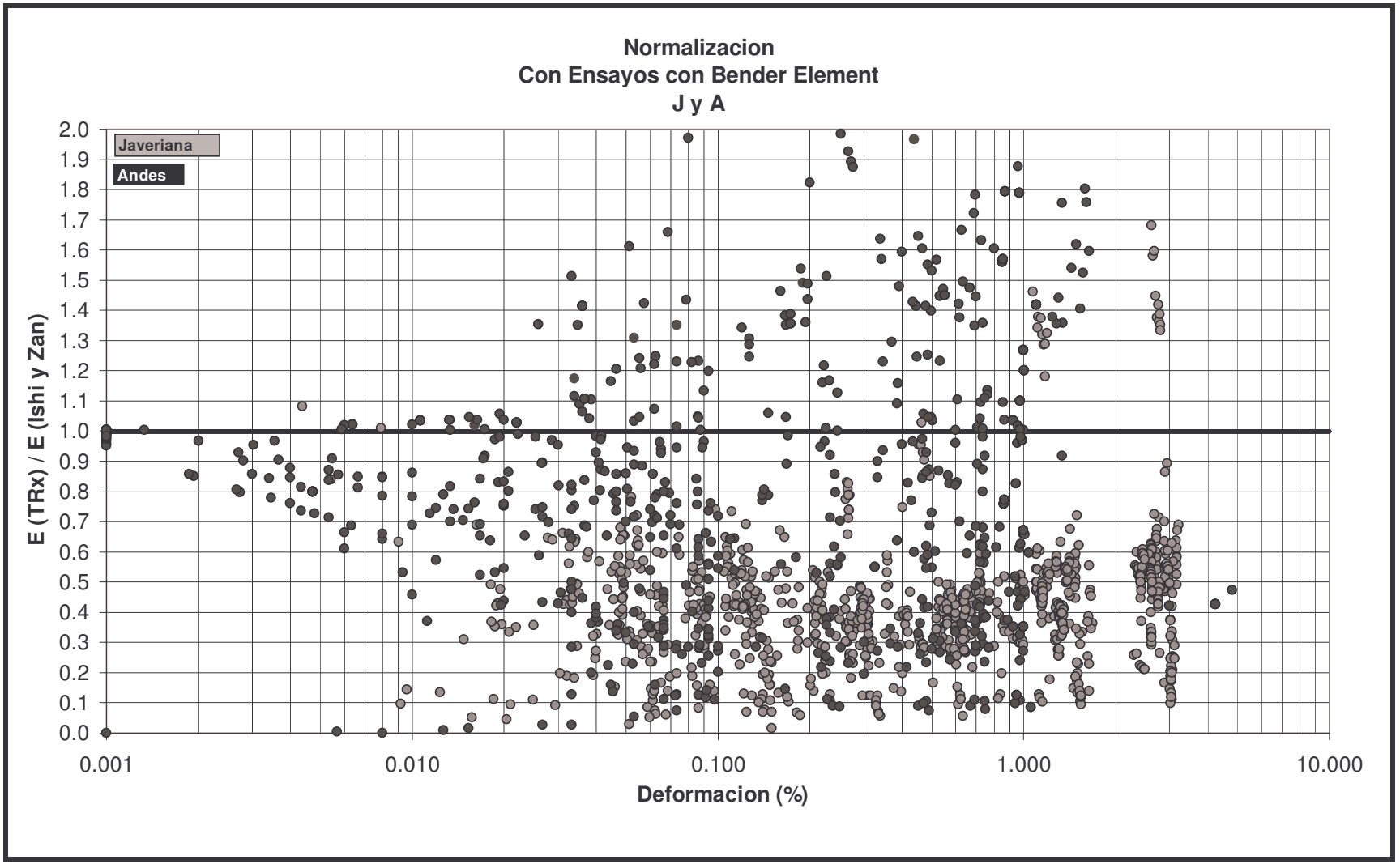


Figura 2.22. Normalización Curvas de Rigidez. Todos los Ensayos

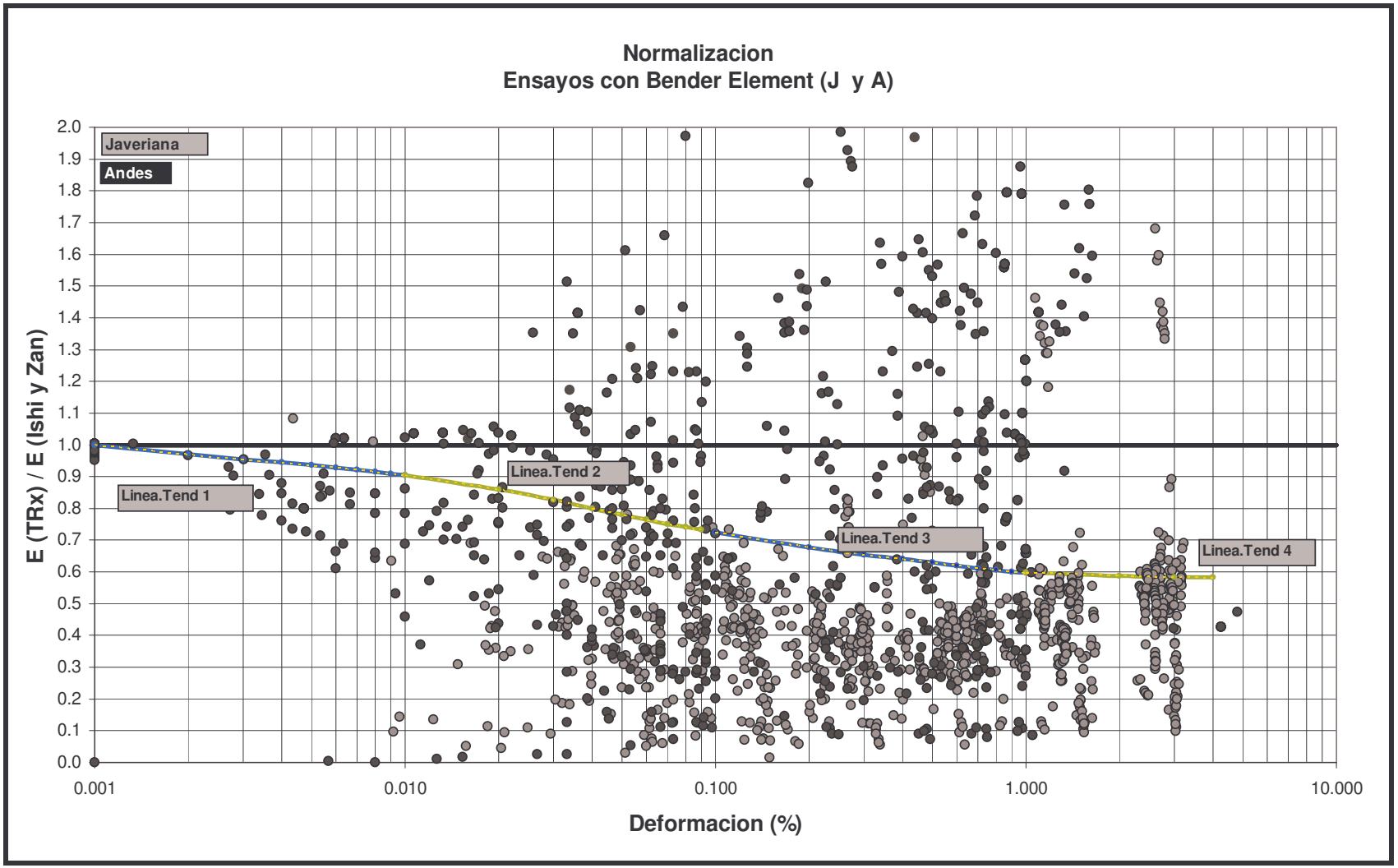


Figura 2.23. Normalización Curvas de Rigidez.Tendencia

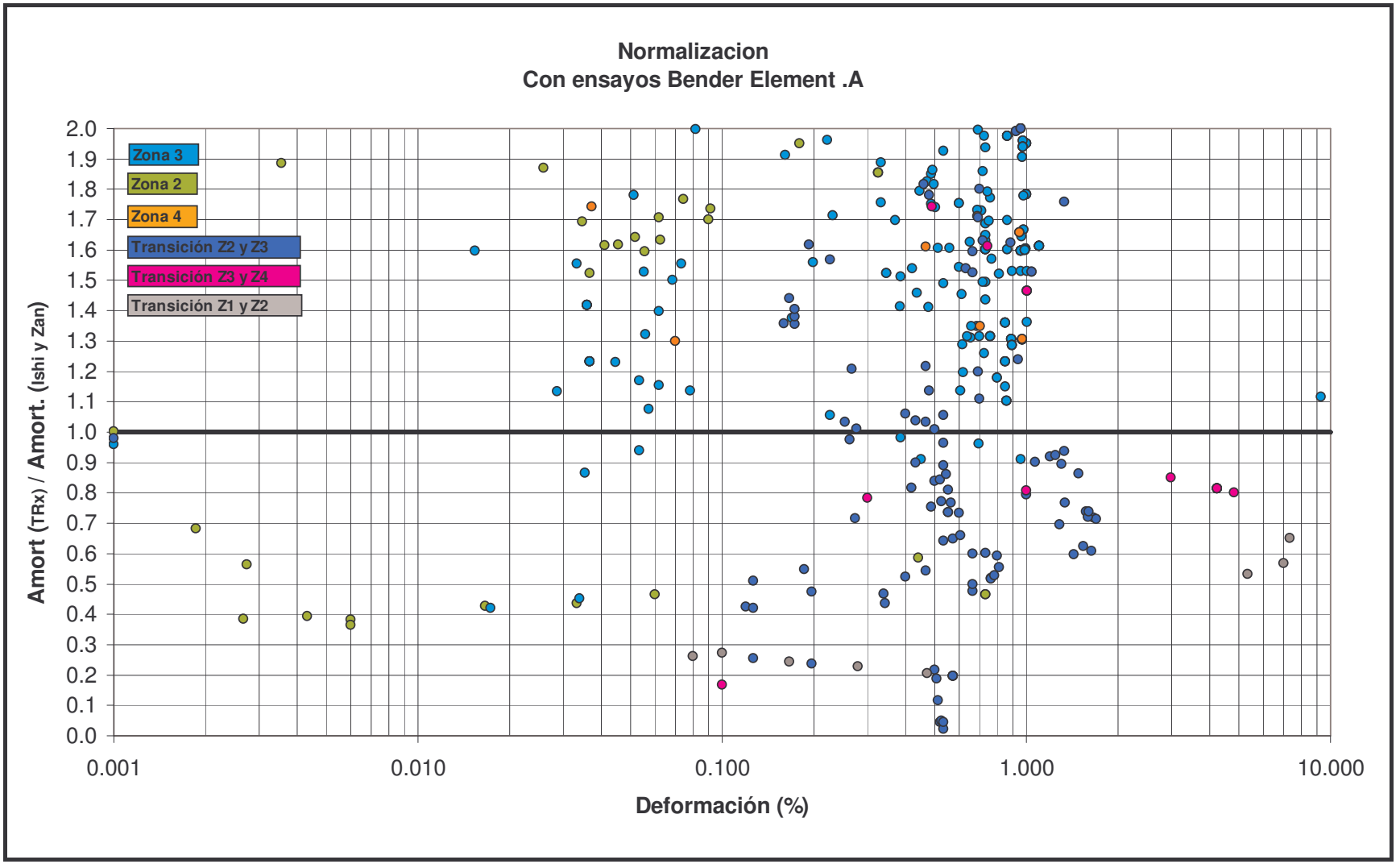


Figura 2.24. Normalización Curvas de la Relación de Amortiguamiento. Ensayos triaxiales Universidad de los Andes.

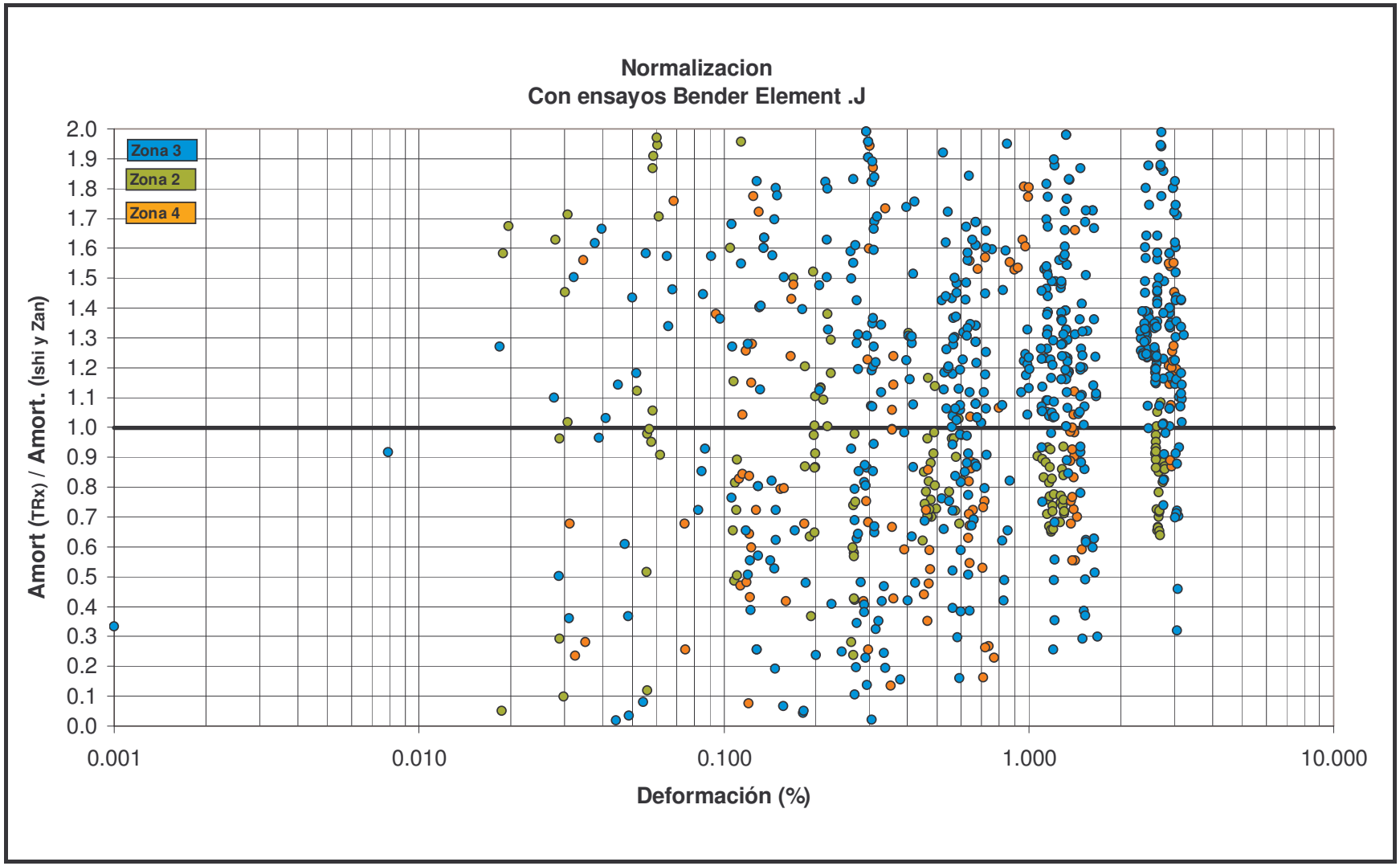


Figura 2.25..Normalización Curvas de la Relación de Amortiguamiento. Ensayos triaxiales Universidad Javeriana.

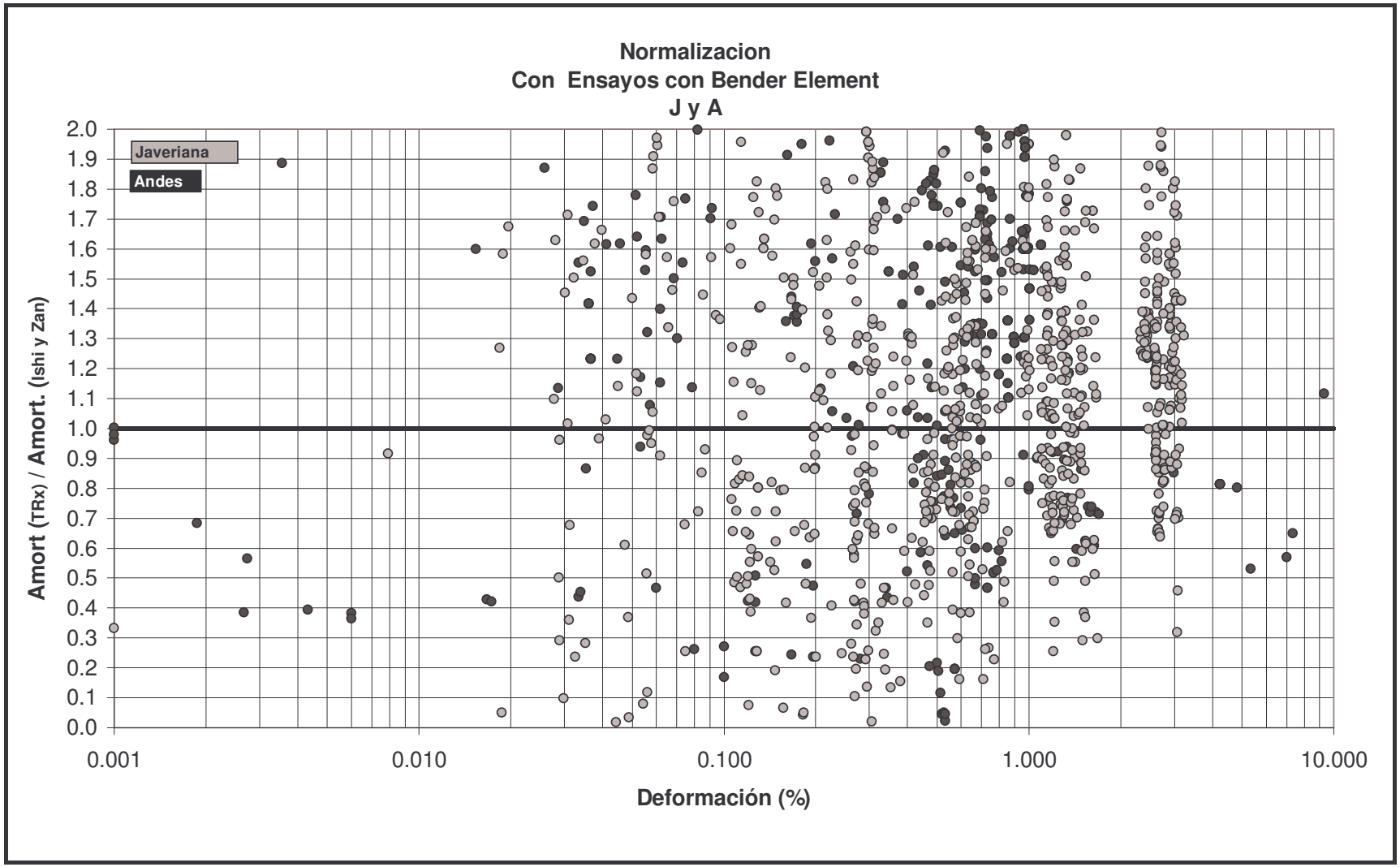


Figura 2.26. Normalización Curvas de la Relación de Amortiguamiento. Todos los Ensayos

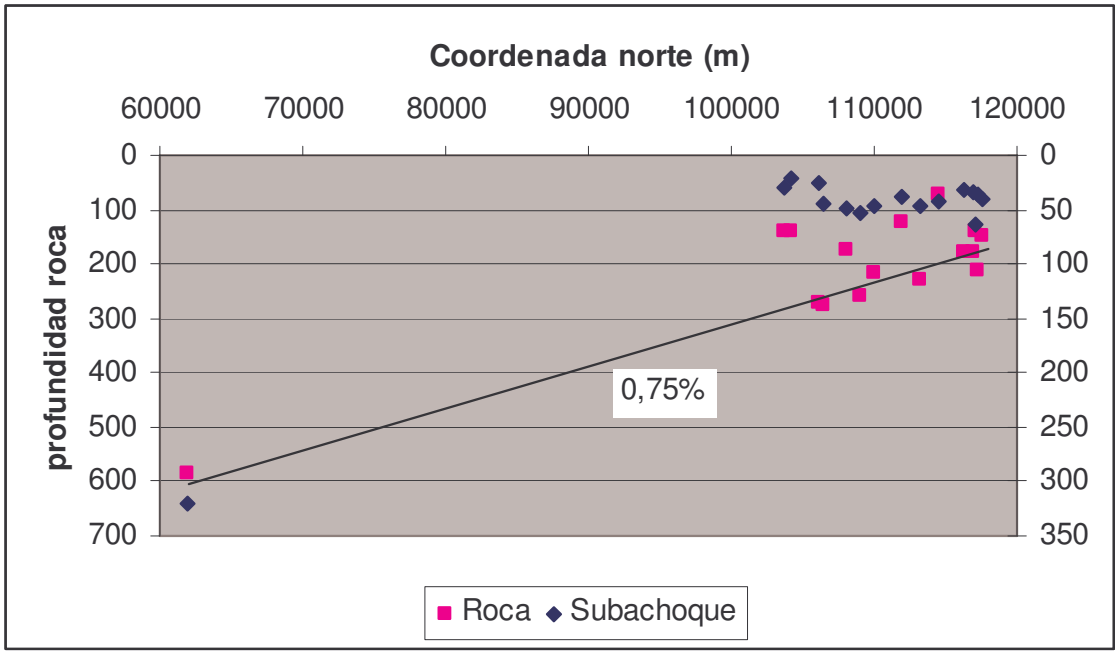


Figura 2.27. Variación de los espesores total y de la formación Sabana en dirección norte

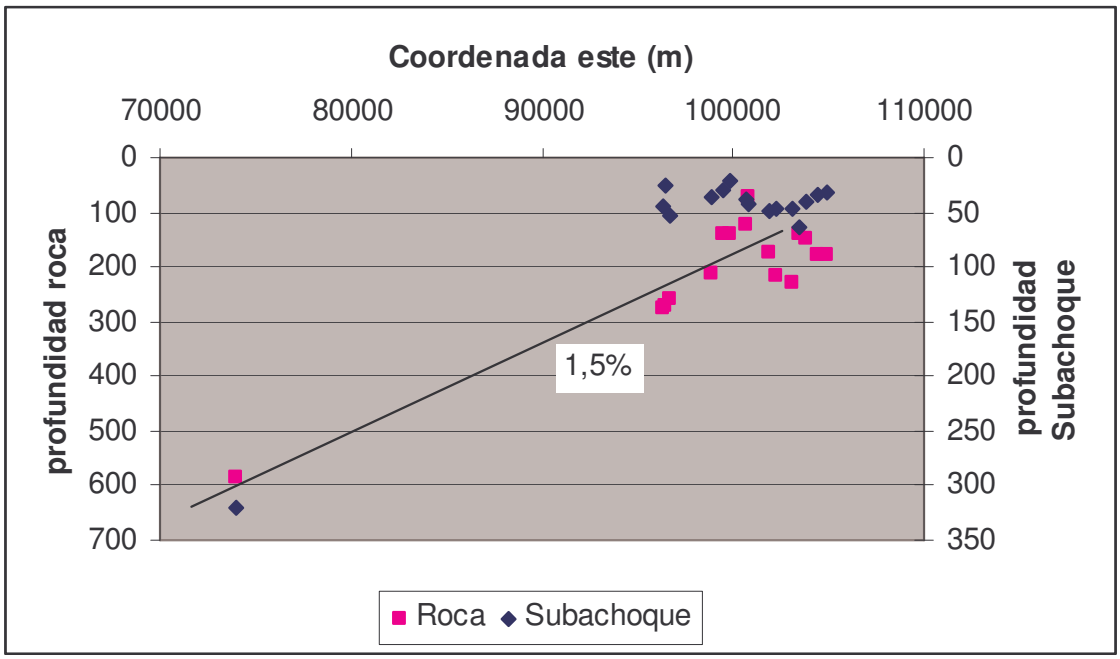


Figura 2.28. Variación de los espesores total y de la formación Sabana en dirección este

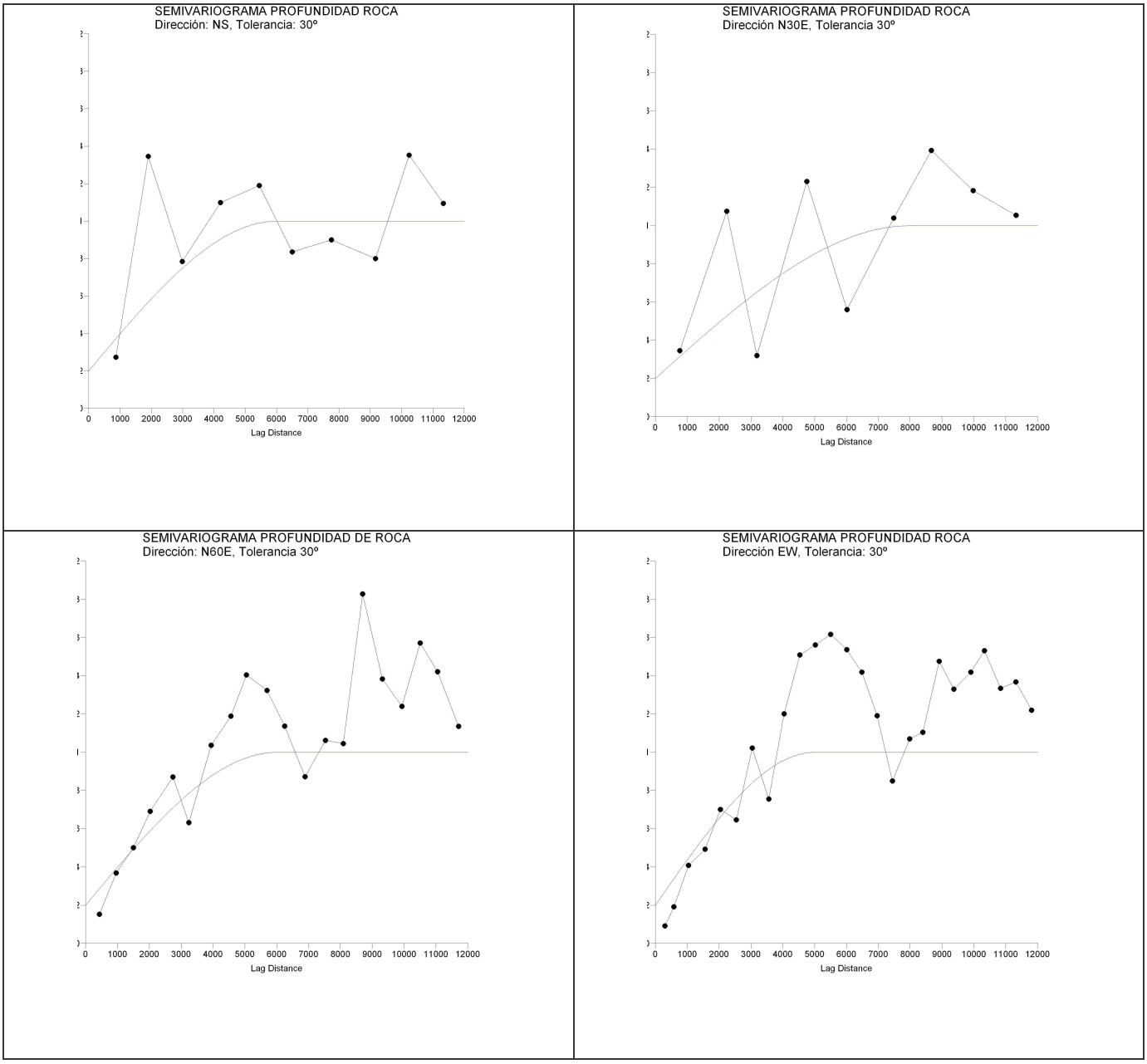


Figura 2.29. Semivariogramas experimentales de la profundidad de roca y su respectivo modelo de ajuste. a) Dirección NS b) Dirección N30E c) Dirección N60E d) Dirección EW

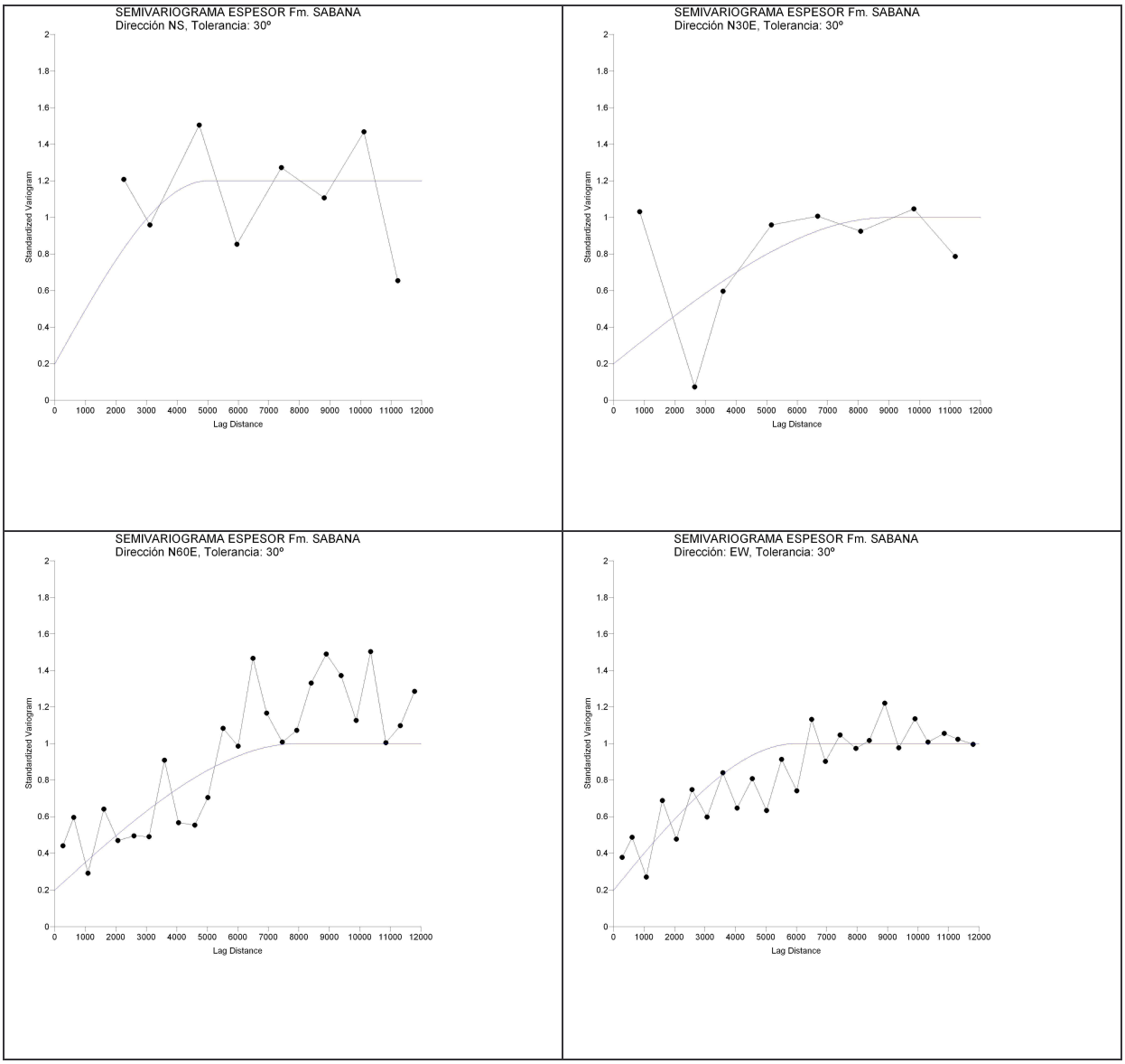


Figura 2.30. Semivariogramas experimentales de la profundidad de roca y su respectivo modelo de ajuste. a) Dirección NS b) Dirección N30E c) Dirección N60E d) Dirección EW

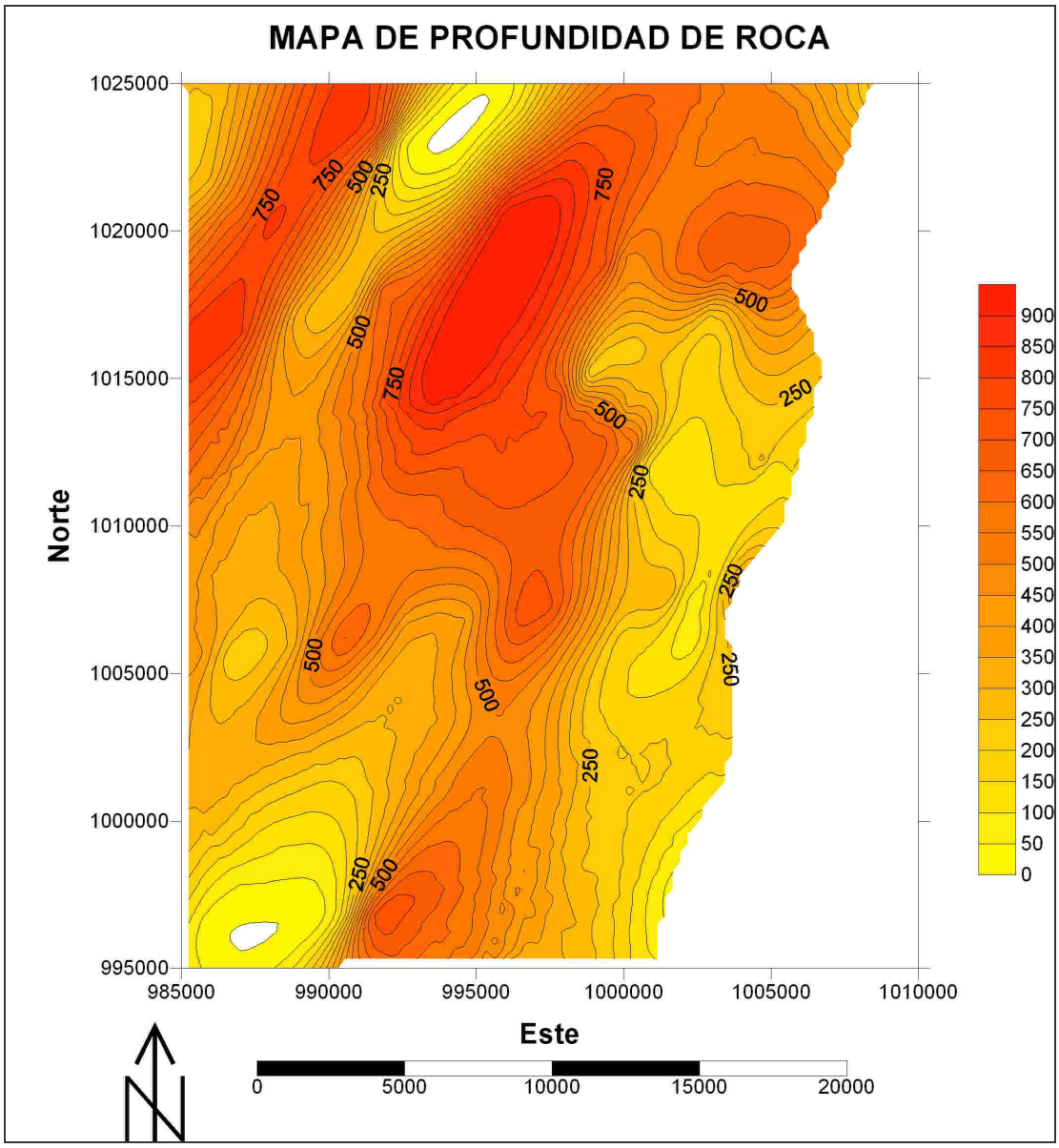


Figura 2.31. Mapa de profundidad de roca para la ciudad de Bogotá.

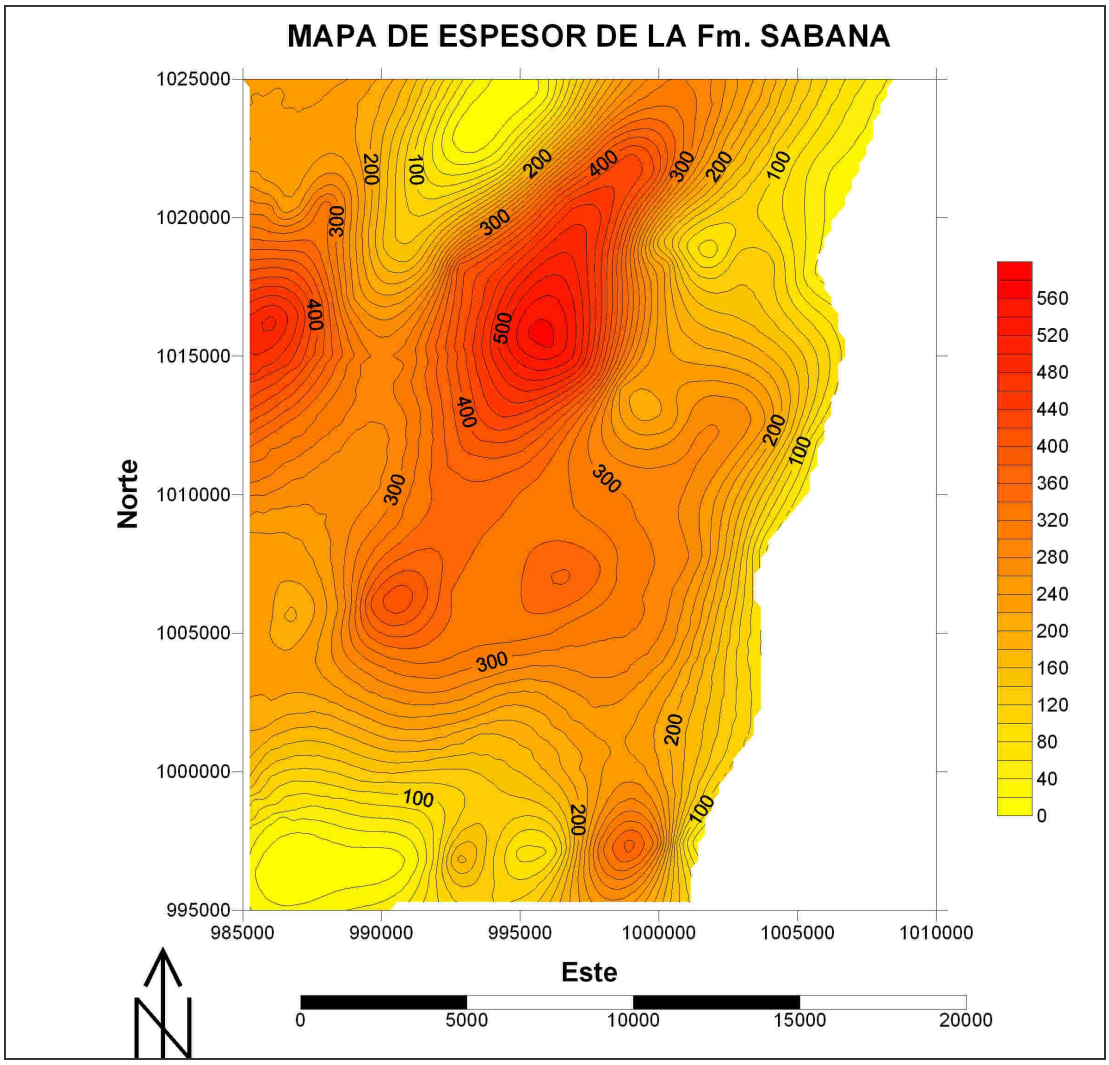


Figura 2.32. Mapa de espesor de la formación Sabana para la ciudad de Bogotá.

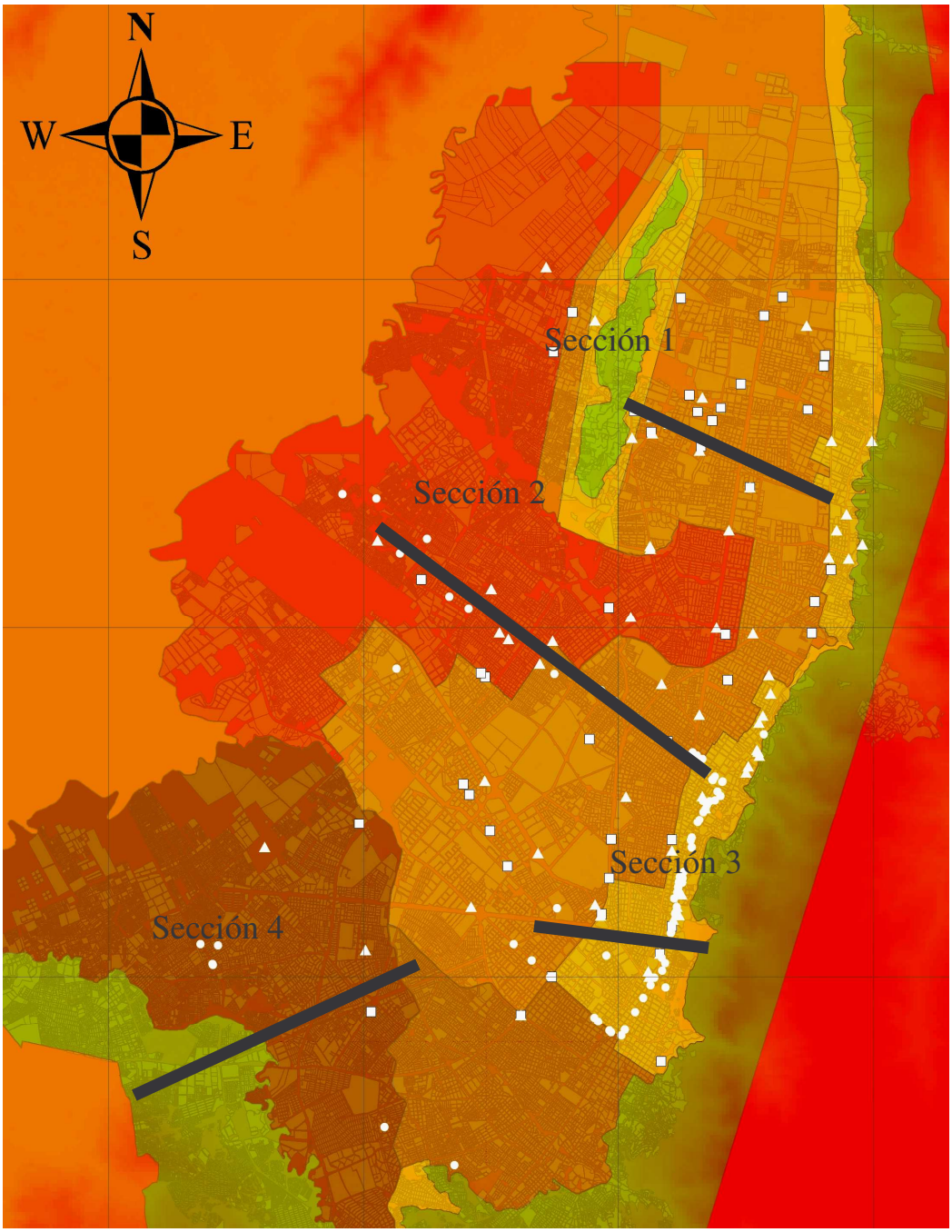


Figura 3.1. Esquema de localización de las secciones de análisis

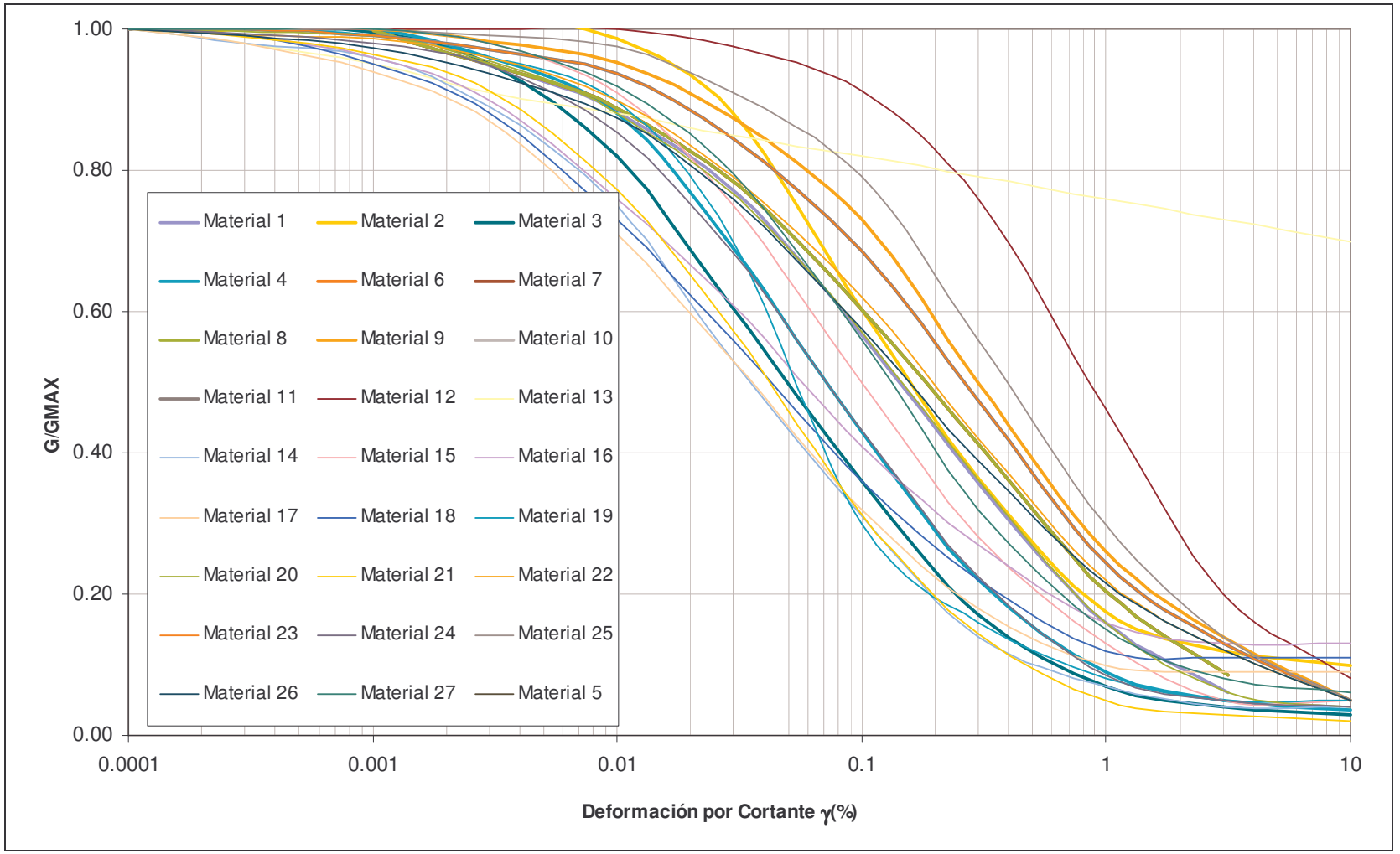


Figura 3.2. Curvas de Reducción del Modulo de Corte

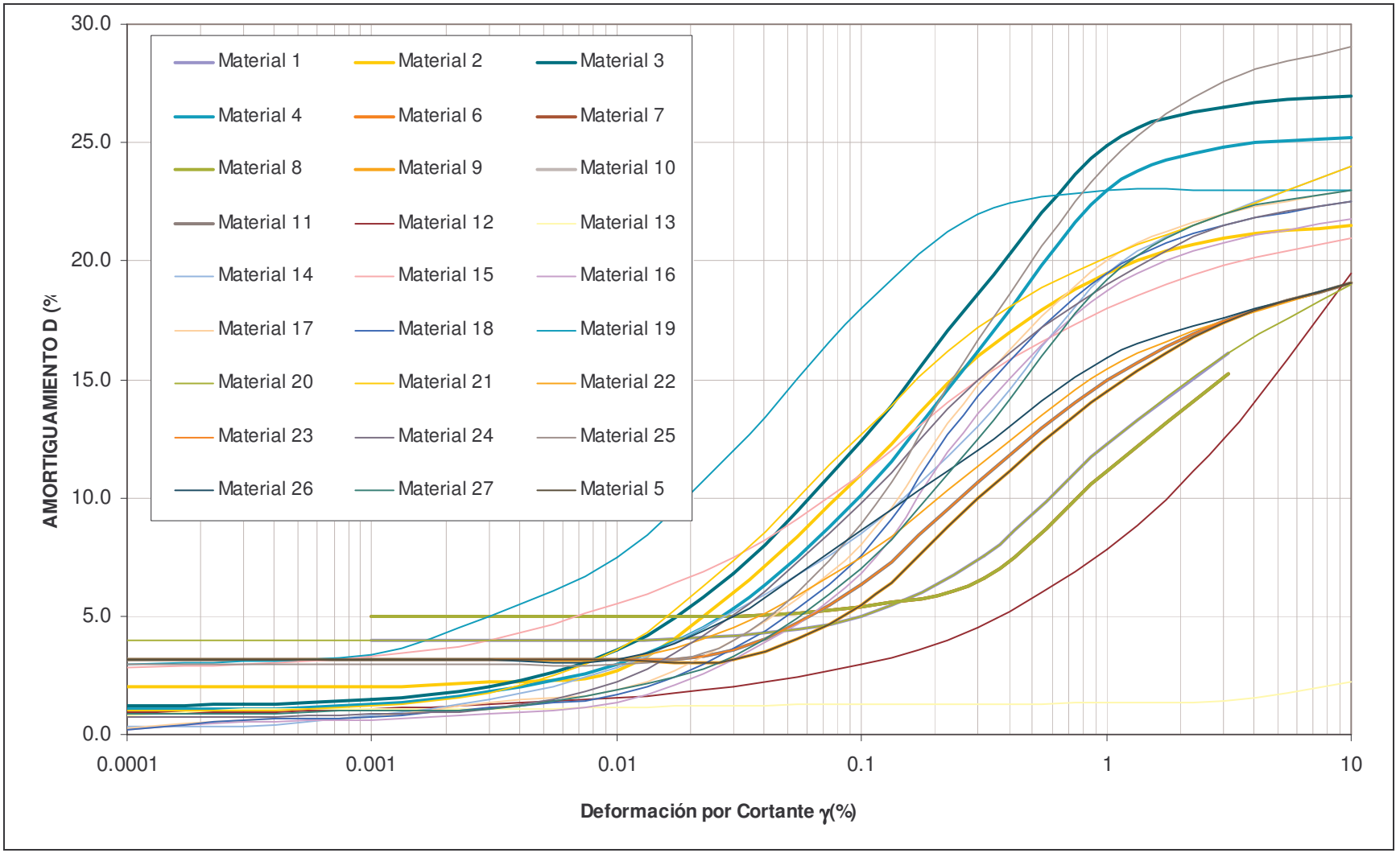


Figura 3.3. Curvas de Amortiguamiento

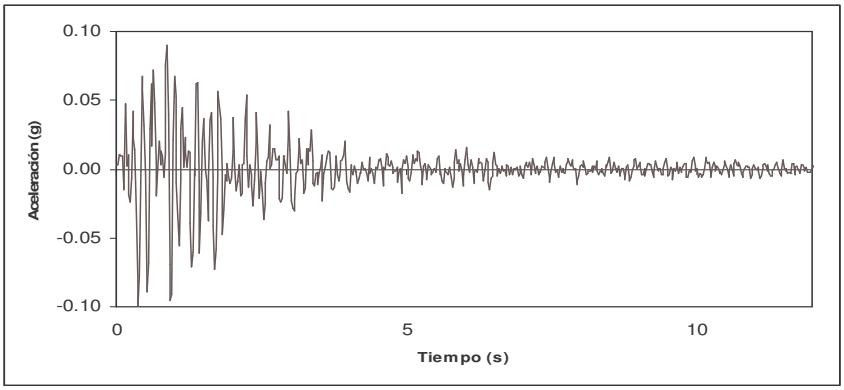


Figura 3.4. Acelerograma Sismo Oroville Fuente Cercana

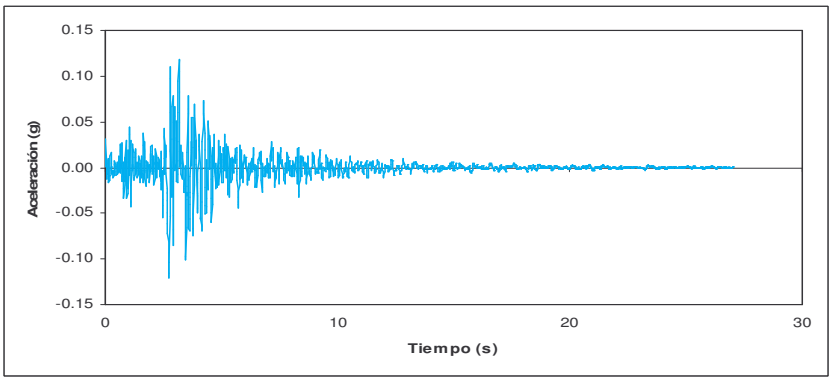


Figura 3.5. Acelerograma Sismo Coyote Fuente Cercana

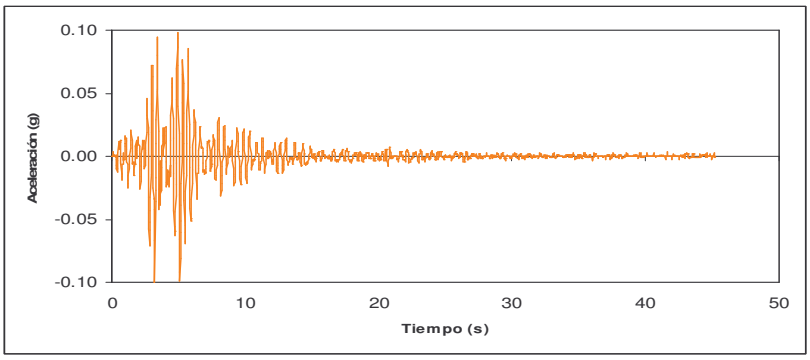


Figura 3.6. Acelerograma Sismo Mamoth Fuente Cercana

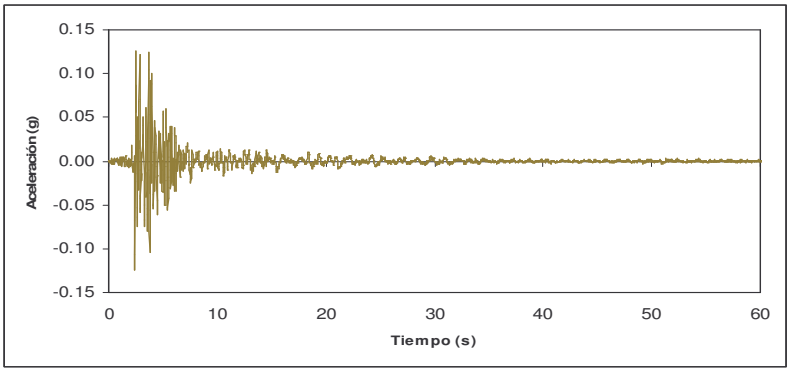


Figura 3.7. Acelerograma Sismo Coalinga Fuente Cercana

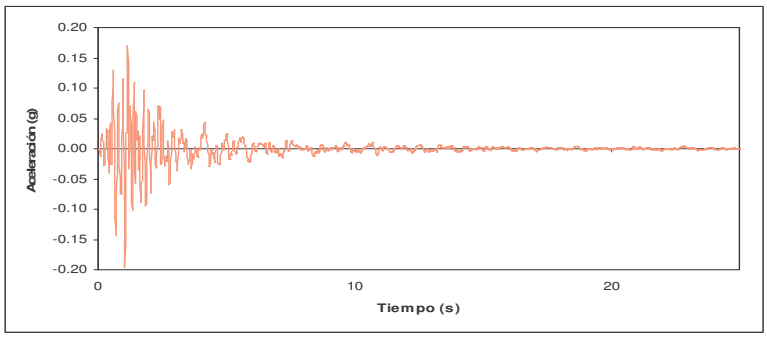


Figura 3.8. Acelerograma Sismo Umbría Fuente Cercana

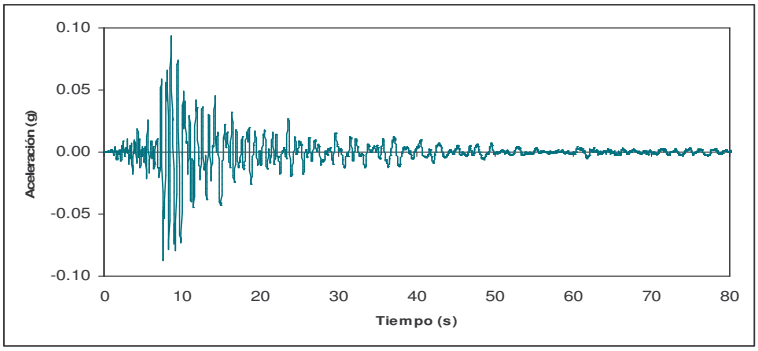


Figura 3.9. Acelerograma Sismo La Uribe Fuente Cercana

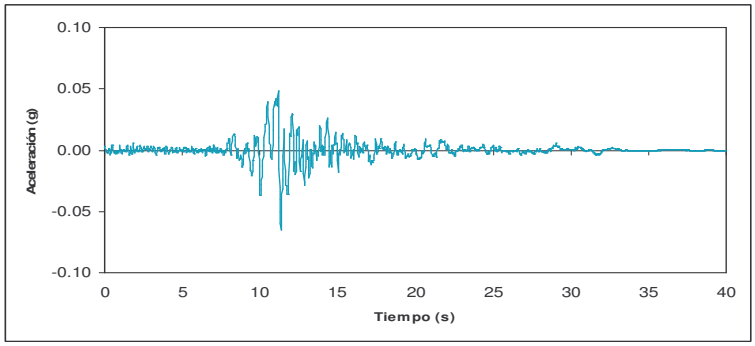


Figura 3.10. Acelerograma Sismo Yerbabuena Fuente Frontal

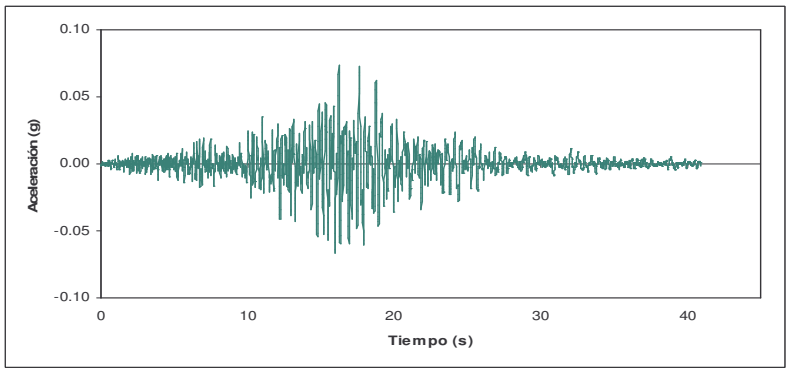


Figura 3.11. Acelerograma Sismo Mt. Baldy Fuente Frontal

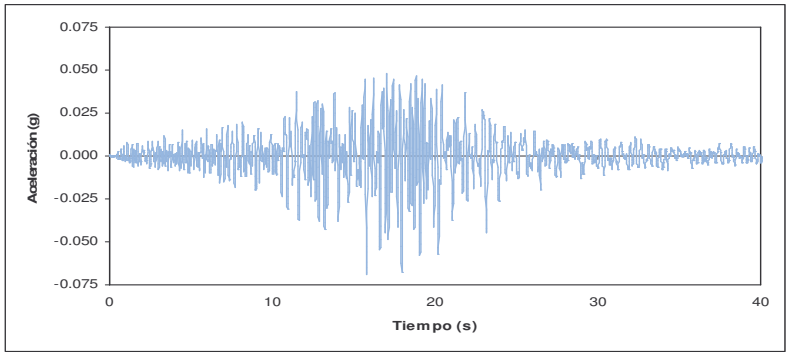


Figura 3.12. Acelerograma Sismo Deer Canyon Fuente Frontal

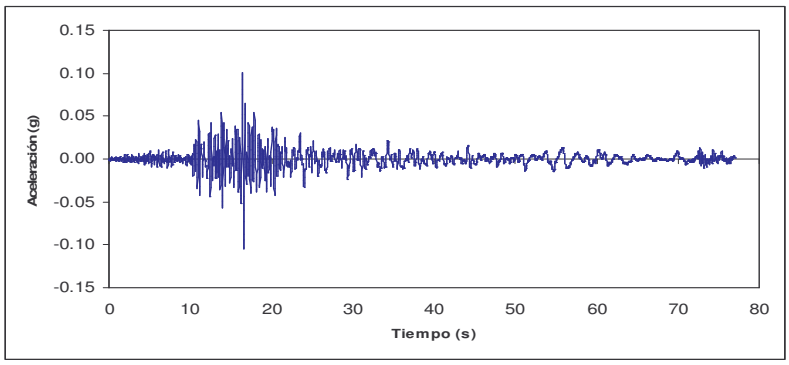


Figura 3.13. Acelerograma Sismo Newport Fuente Frontal

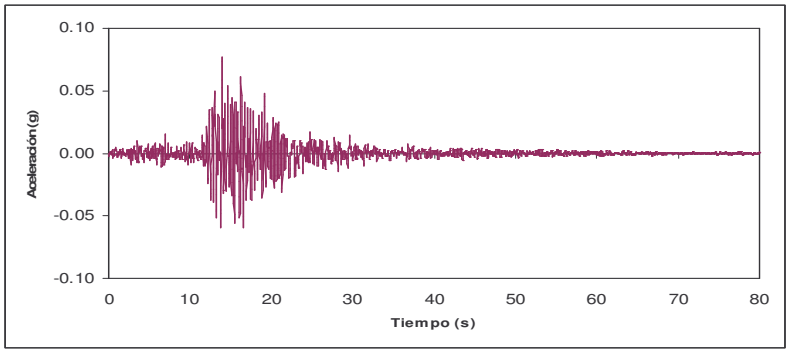


Figura 3.14. Acelerograma Sismo Okayama Fuente Frontal

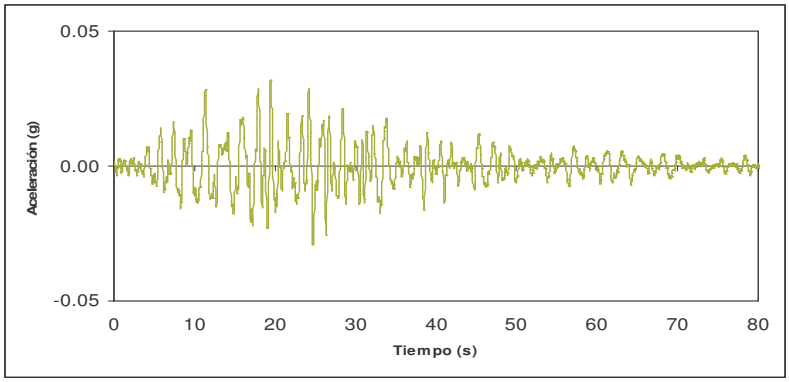


Figura 3.15. Acelerograma Sismo México CU01 Fuente Lejana

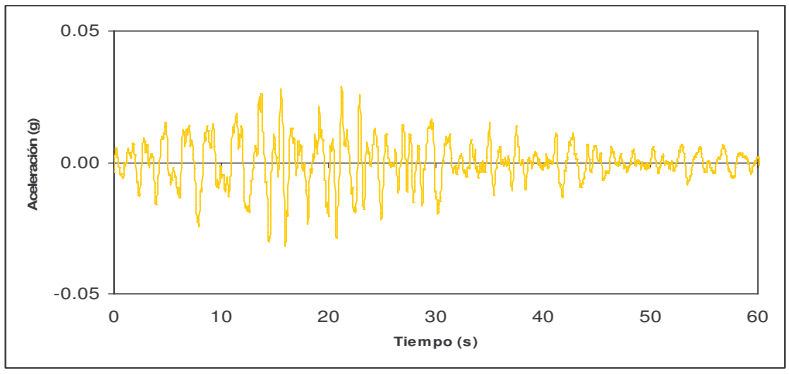


Figura 3.16. Acelerograma Sismo México CUIP Fuente Lejana

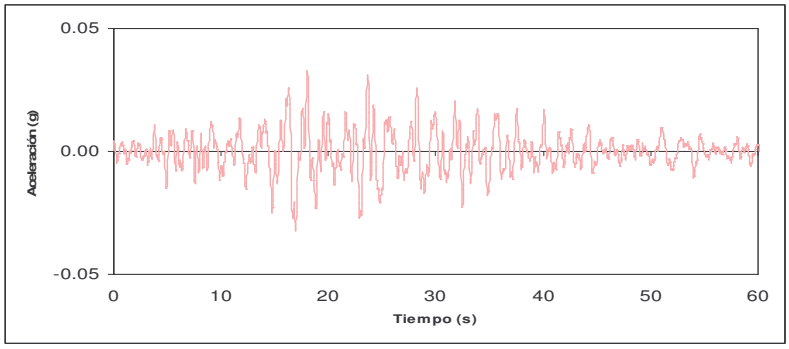


Figura 3.17. Acelerograma Sismo México CUMV Fuente Lejana

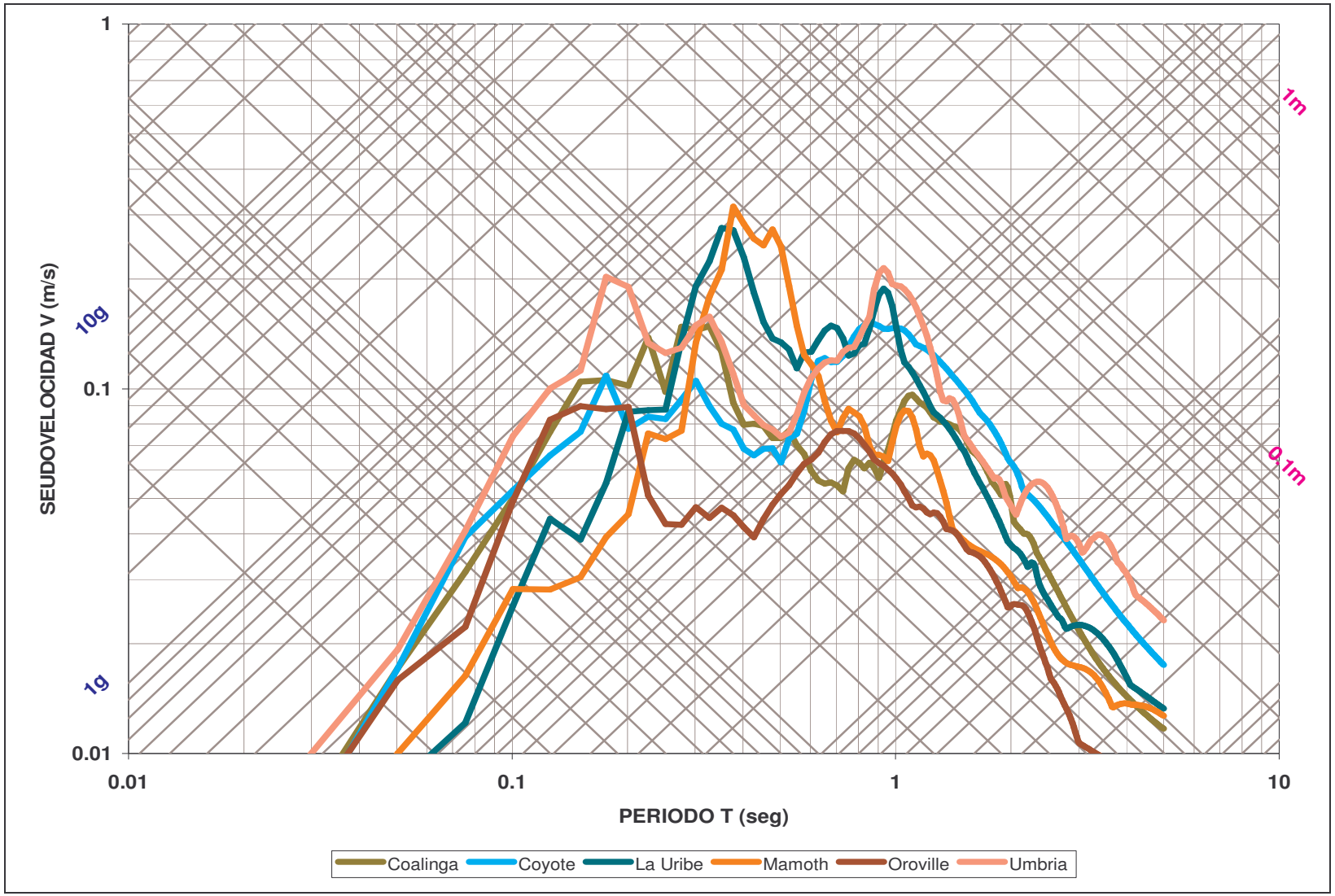


Figura 3.18. Espectros Tripartita para los Sismos de Fuente Cercana

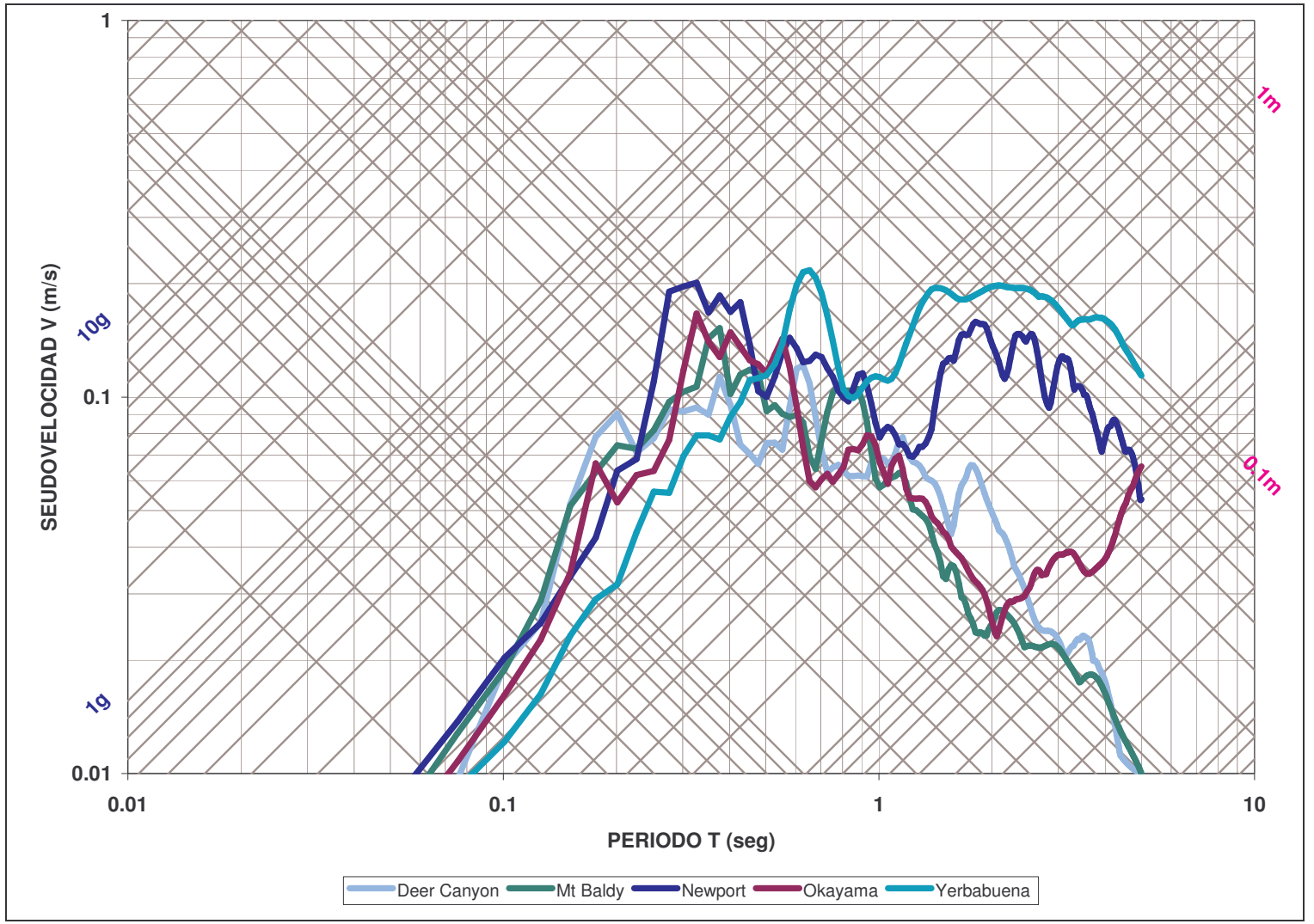


Figura 3.19. Espectros Tripartita para los Sismos de Fuente Frontal

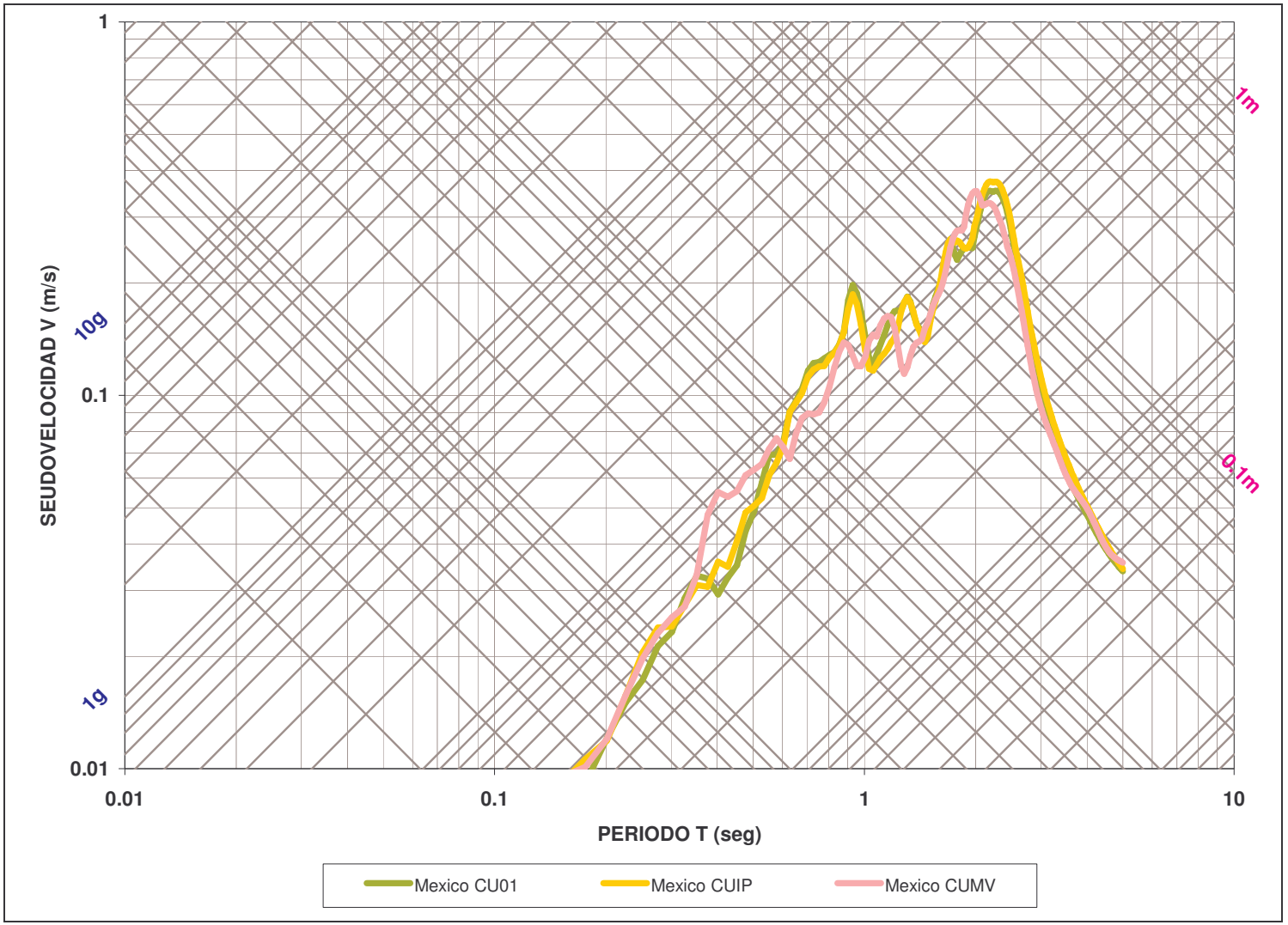


Figura 3.20. Espectros Tripartita para los Sismos de Fuente Lejana

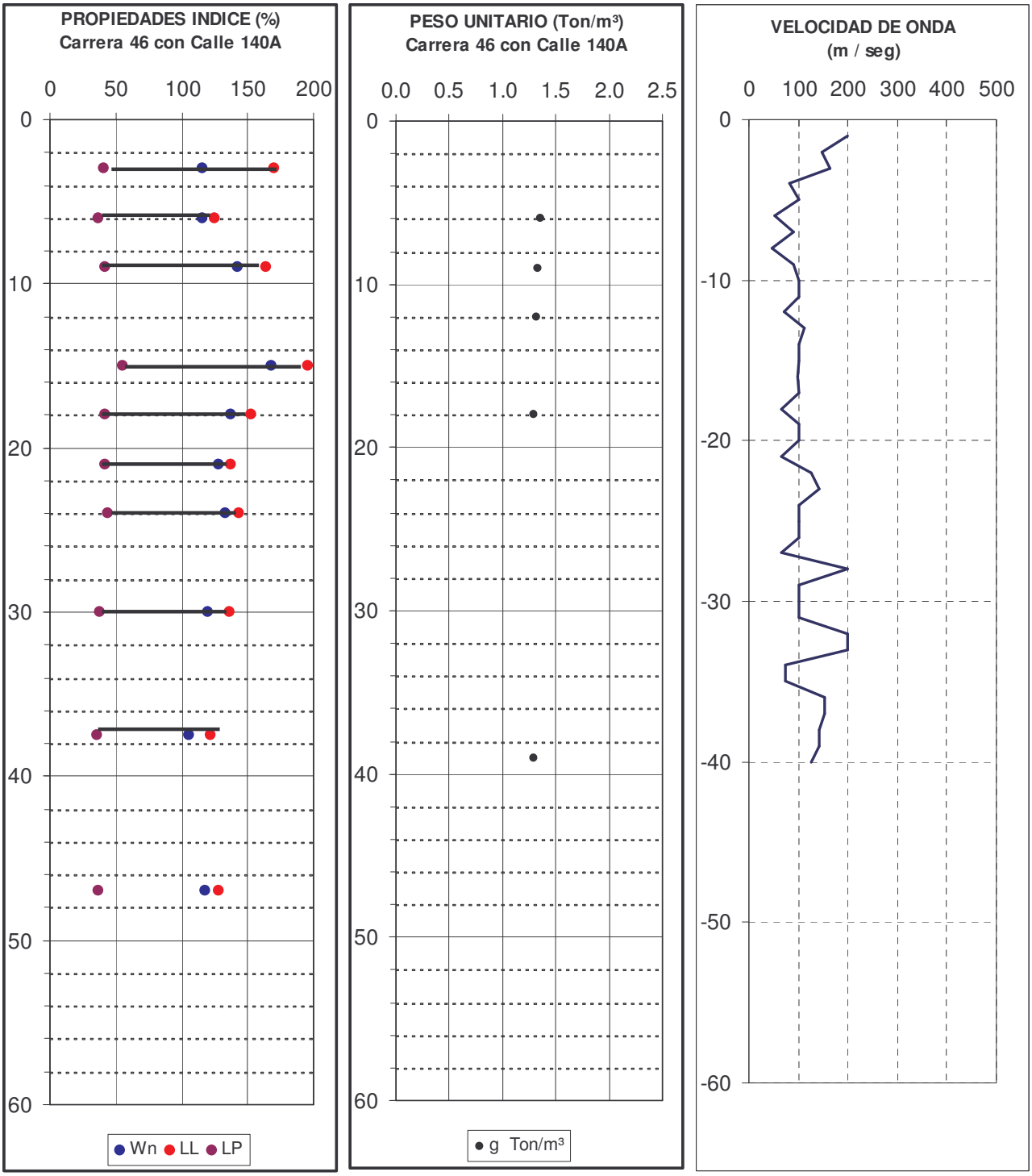


Figura 4.1. Perfil de Propiedades índice y de velocidad de onda. Calle 46 con calle 140a

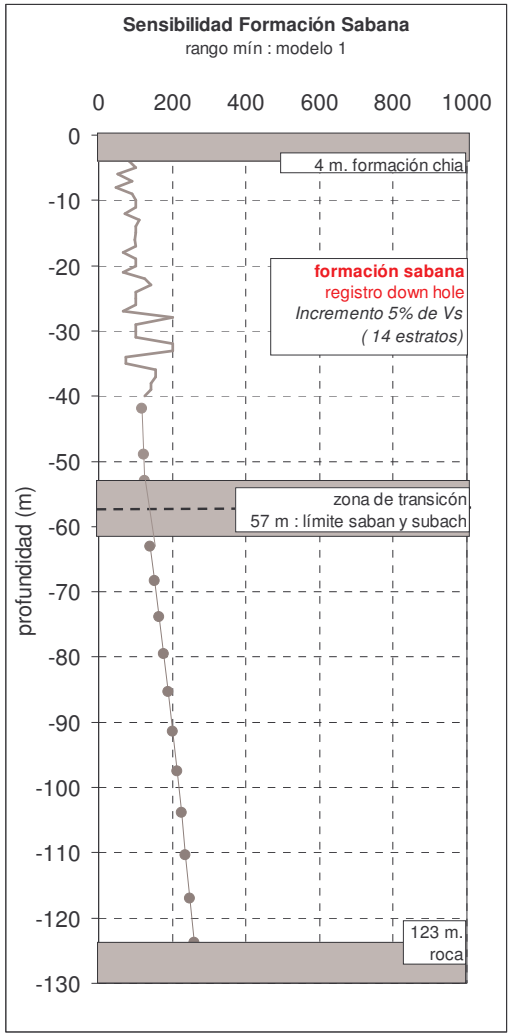


Figura 4.2. Ilustración de la configuración del número y espesor de estratos supuestos. Modelo 1

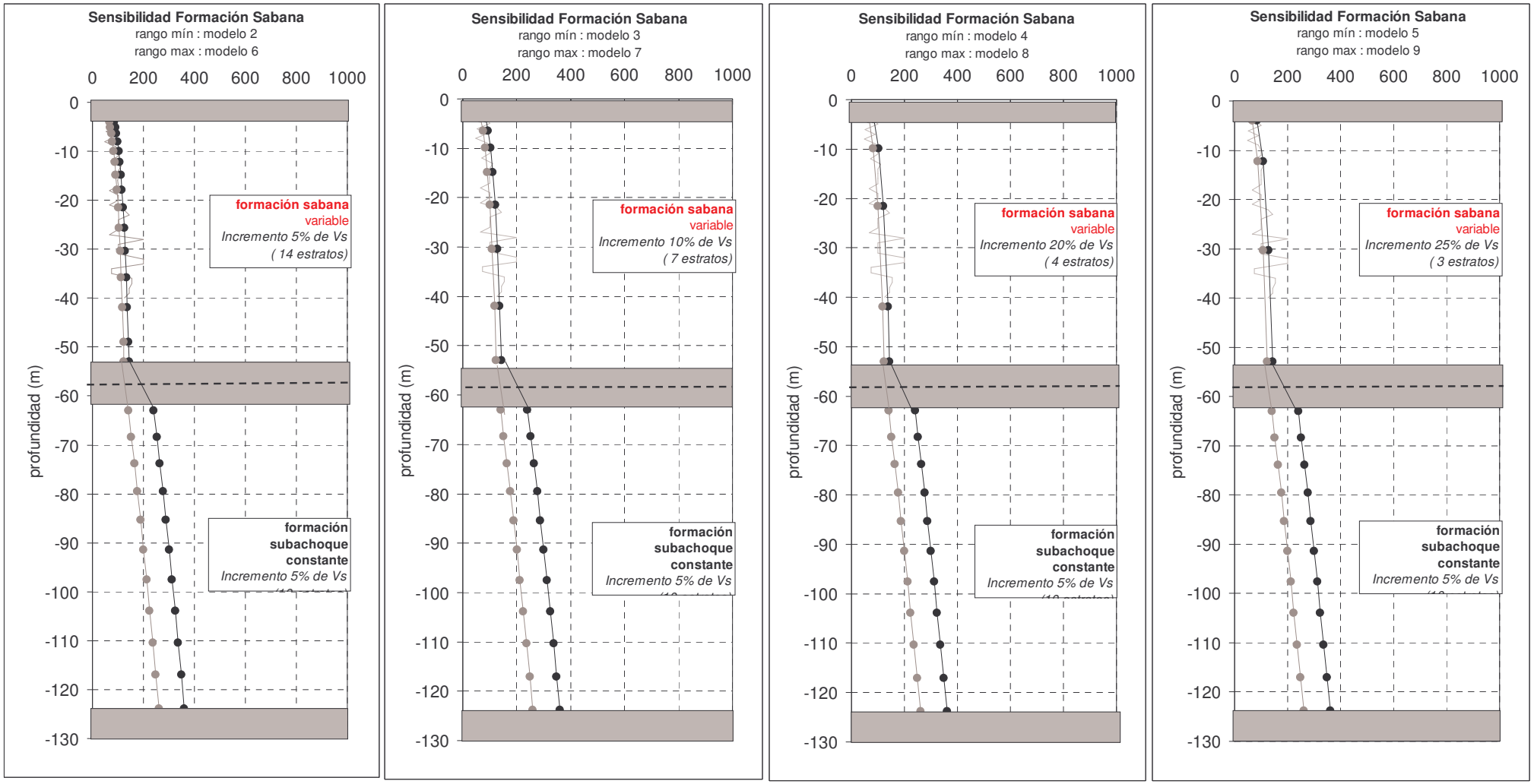


Figura 4.3. Ilustración de la configuración del número y espesor de estratos supuestos. Modelo 2 al 9

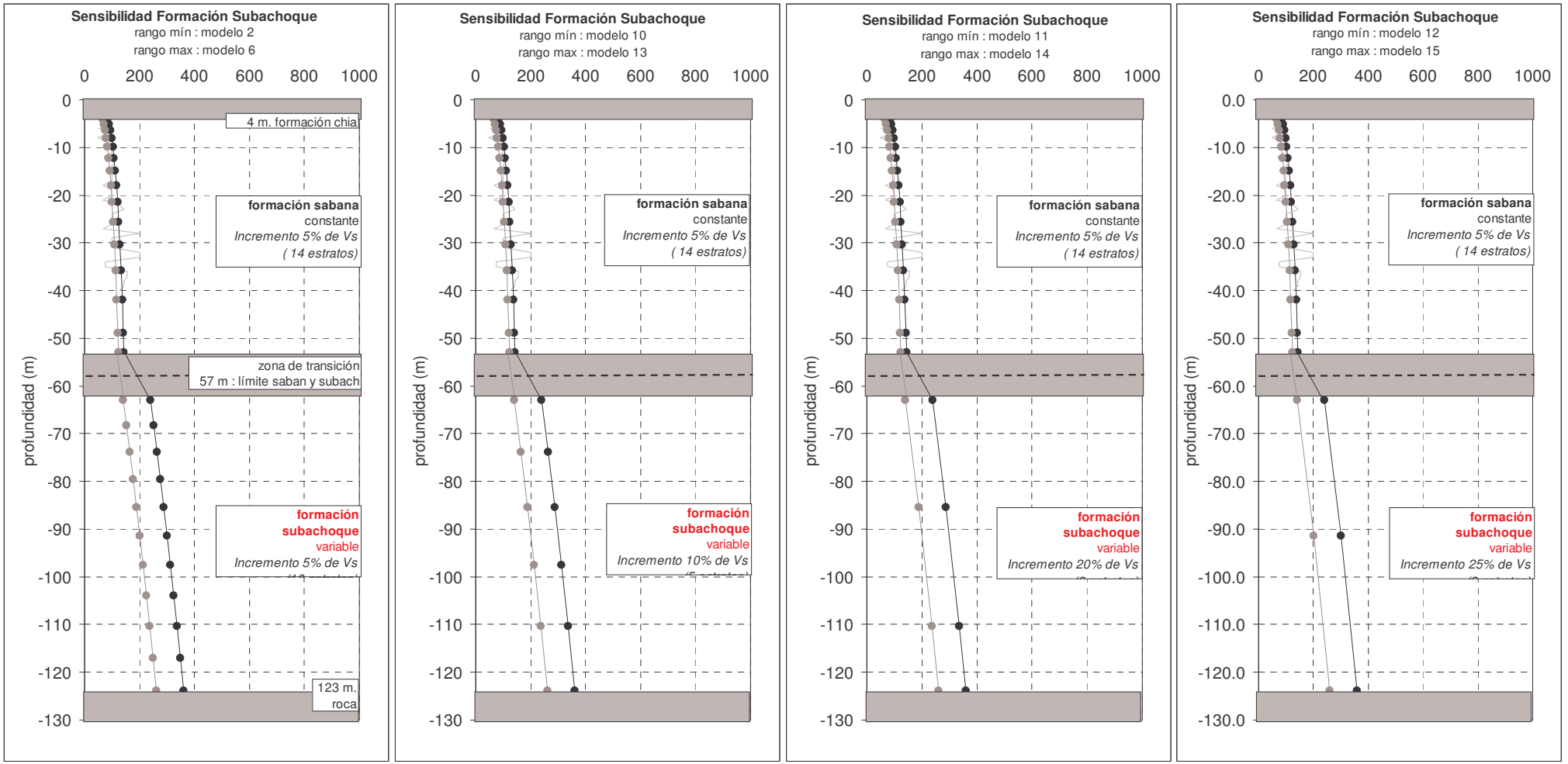


Figura 4.4. Ilustración de la configuración del número y espesor de estratos supuestos. Modelo 10 al 15

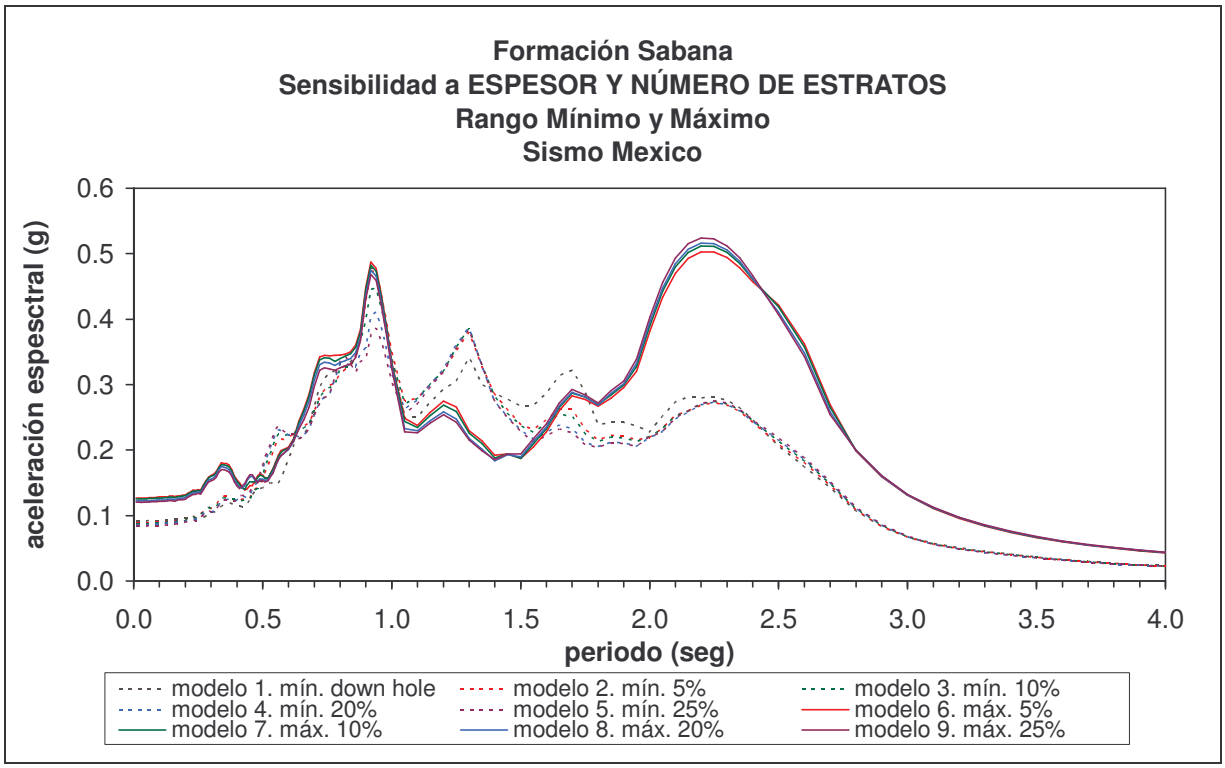


Figura 4.5. Espectros de Aceleración en la componente en X

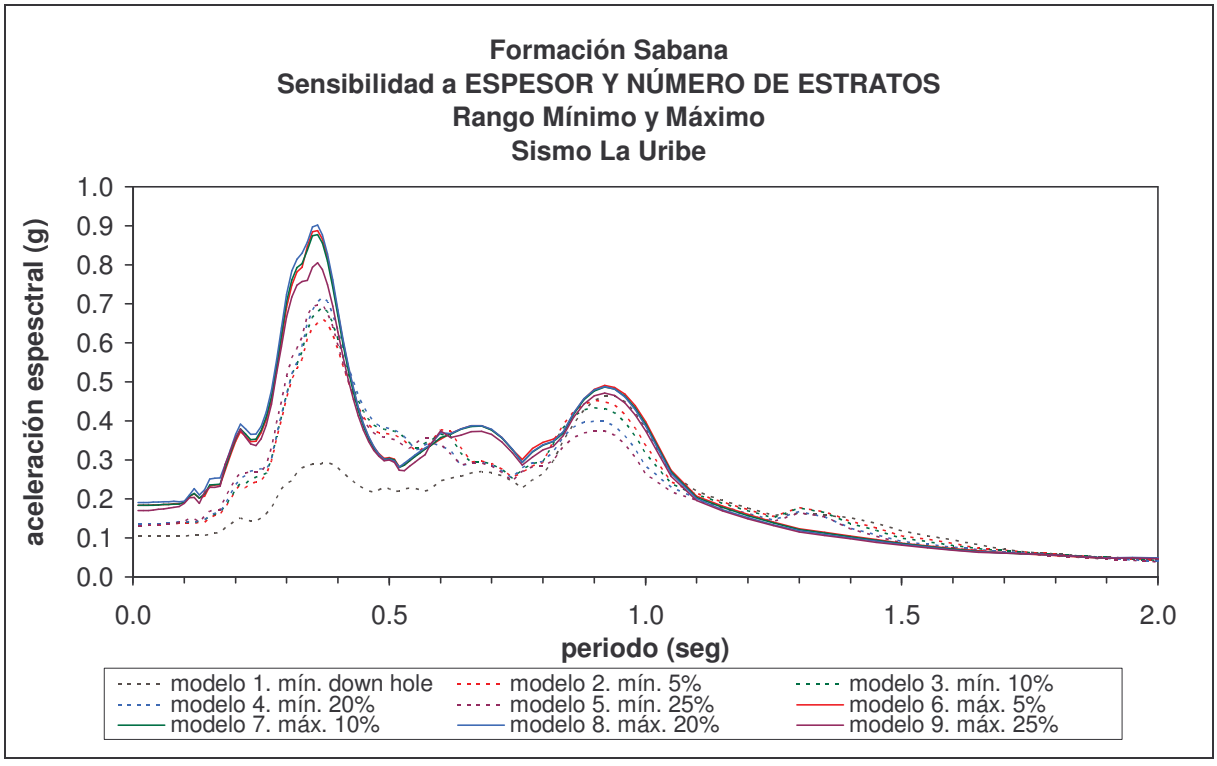


Figura 4.6. Espectros de Aceleración en la componente en X

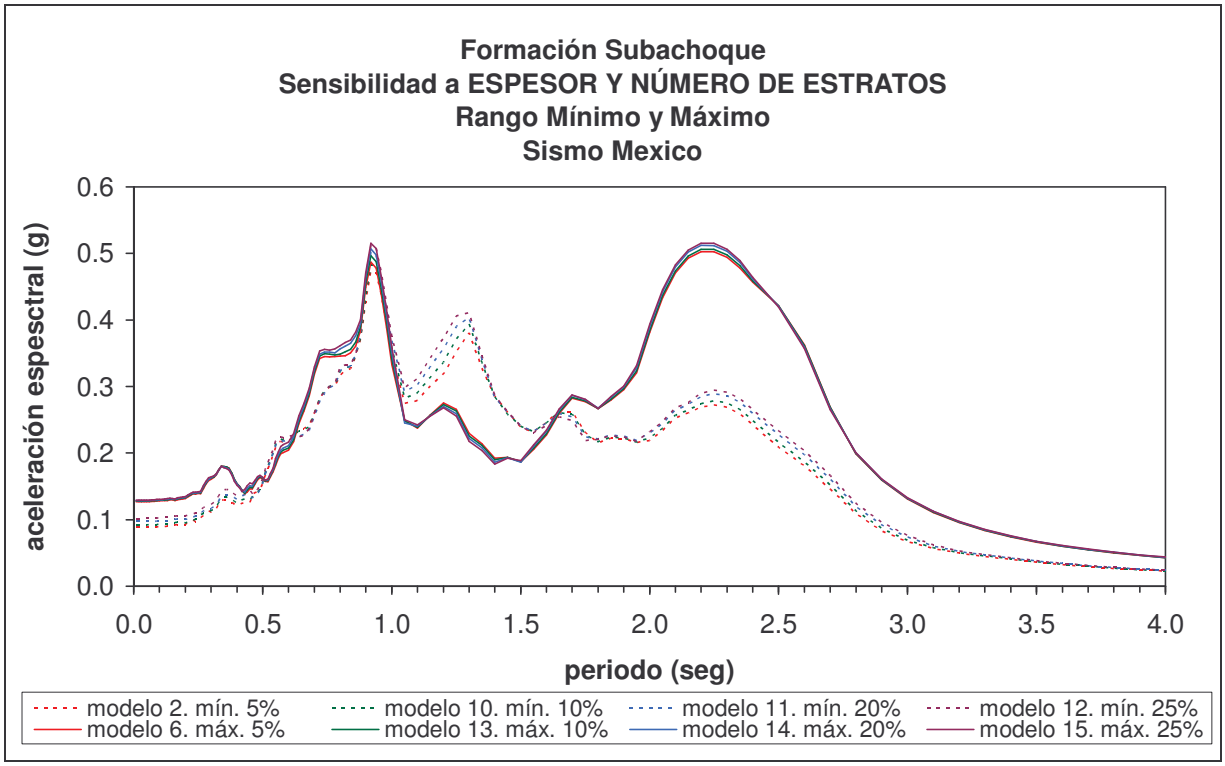


Figura 4.7. Espectros de Aceleración en la componente en X

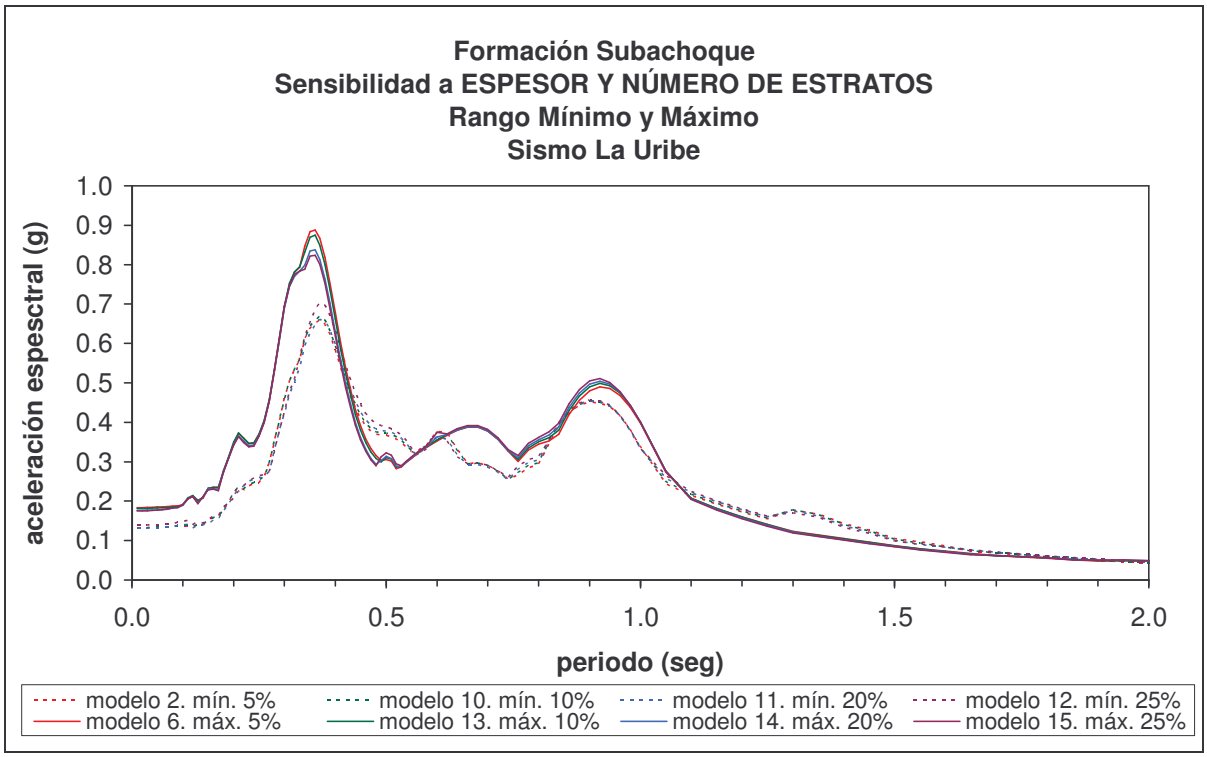


Figura 4.8. Espectros de Aceleración en la componente en X

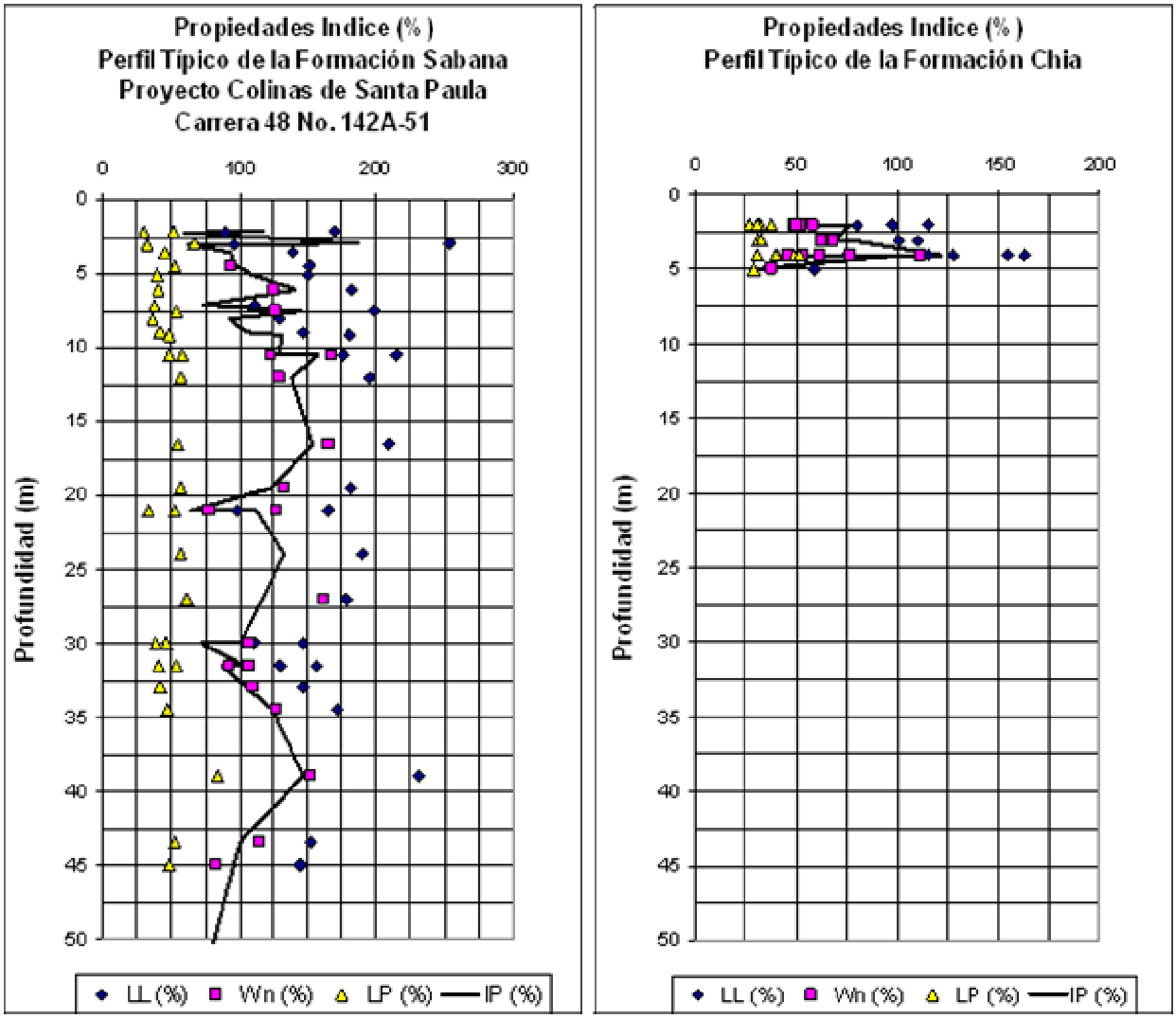


Figura 4.9. Perfil de propiedades índice típico de la formación Sabana y Chia

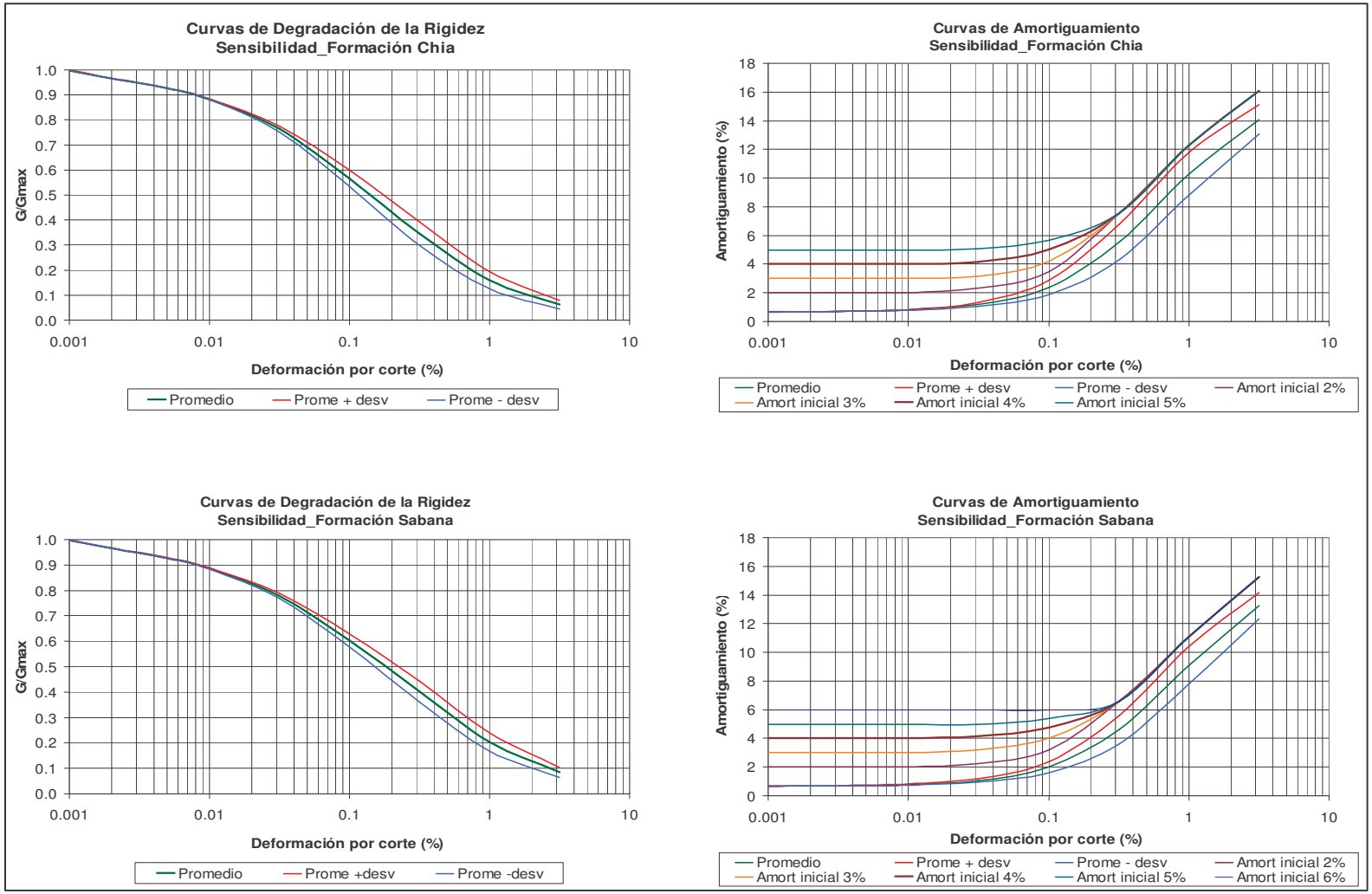


Figura 4.10. Curva promedio, promedio más desviación estandar y promedio menos desviación de la degradación de la rigidez y el amortiguamiento

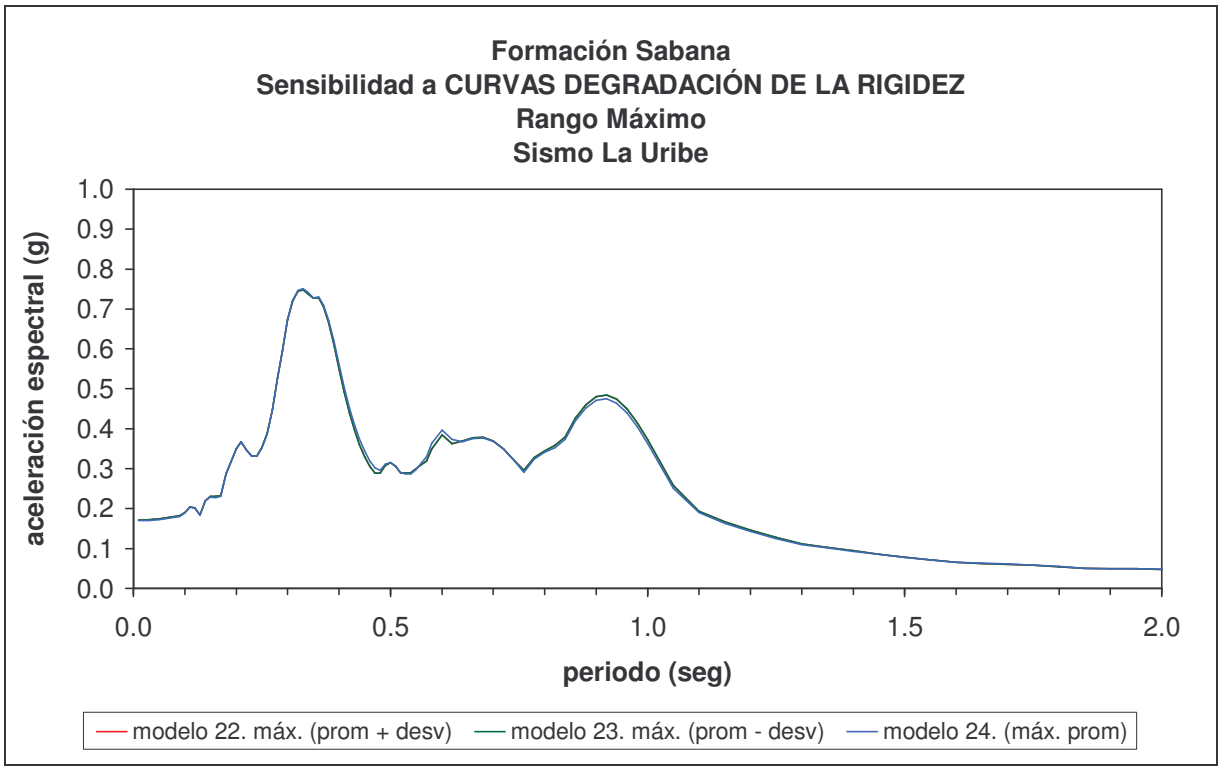


Figura 4.11. Espectros de Aceleración en la componente en X

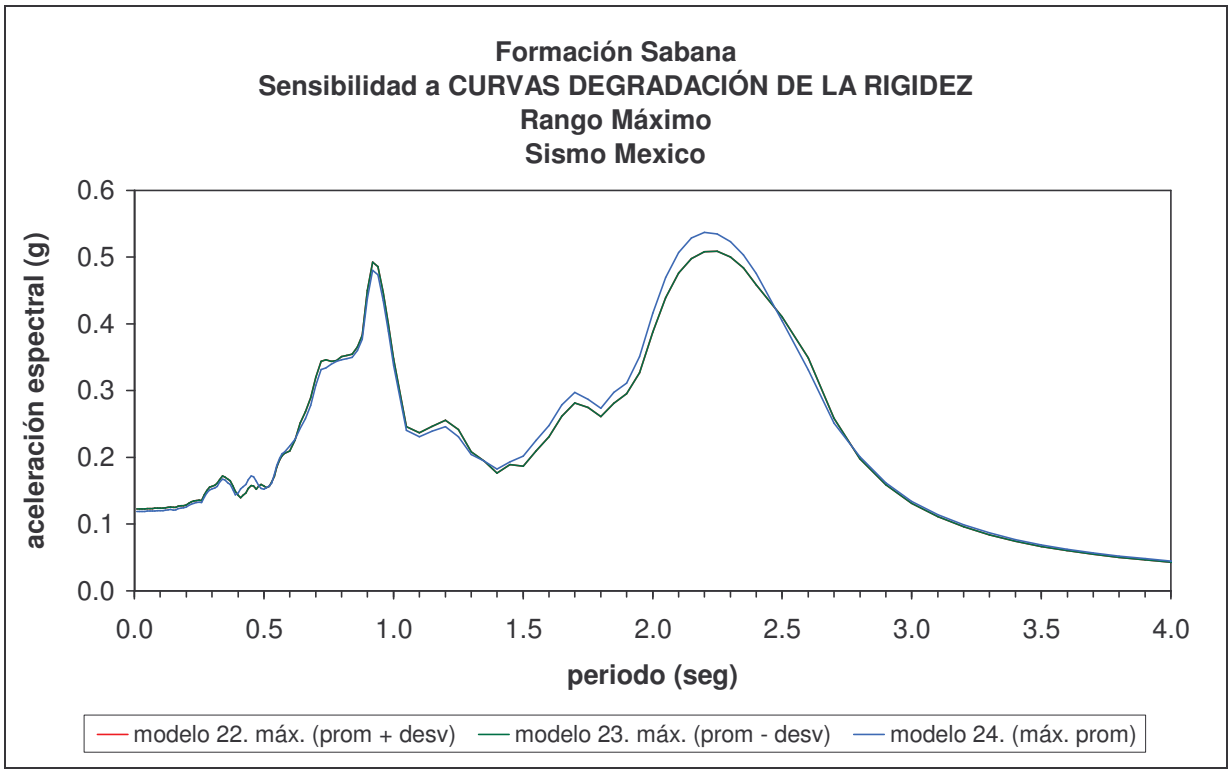


Figura 4.12. Espectros de Aceleración en la componente en X

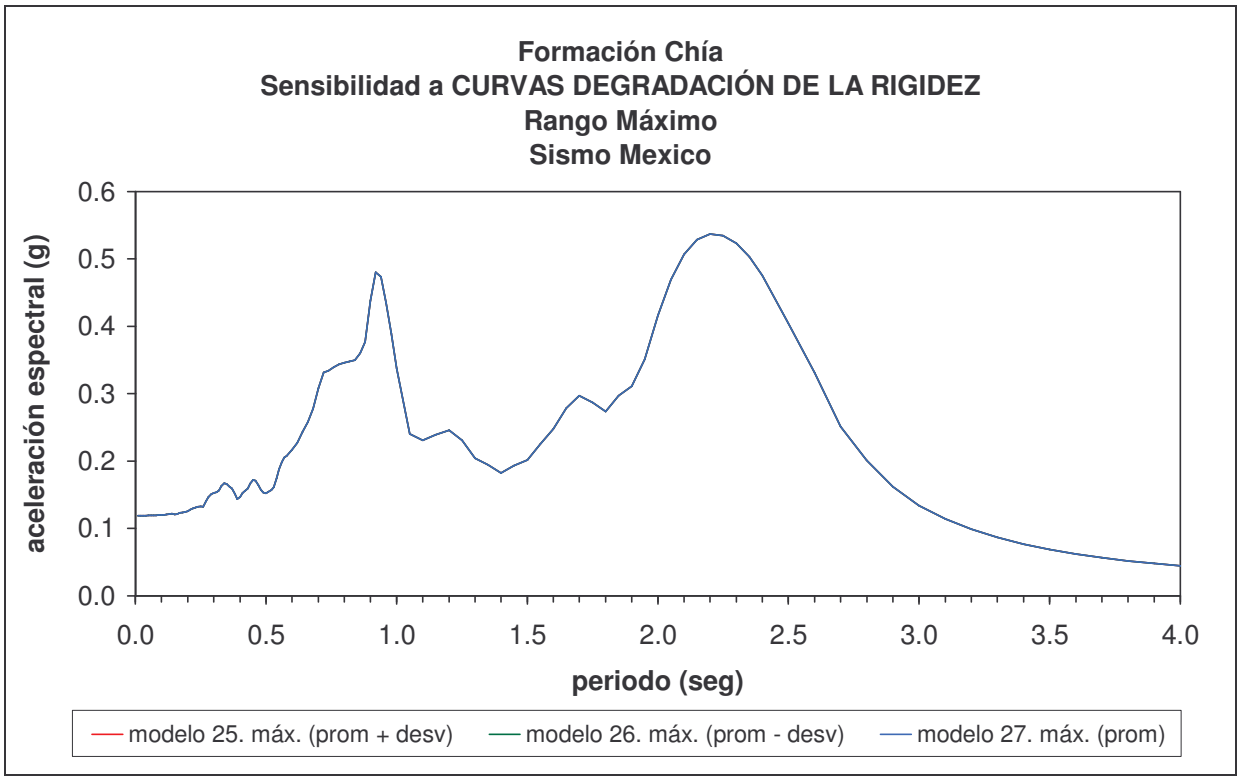


Figura 4.13. Espectros de Aceleración en la componente en X

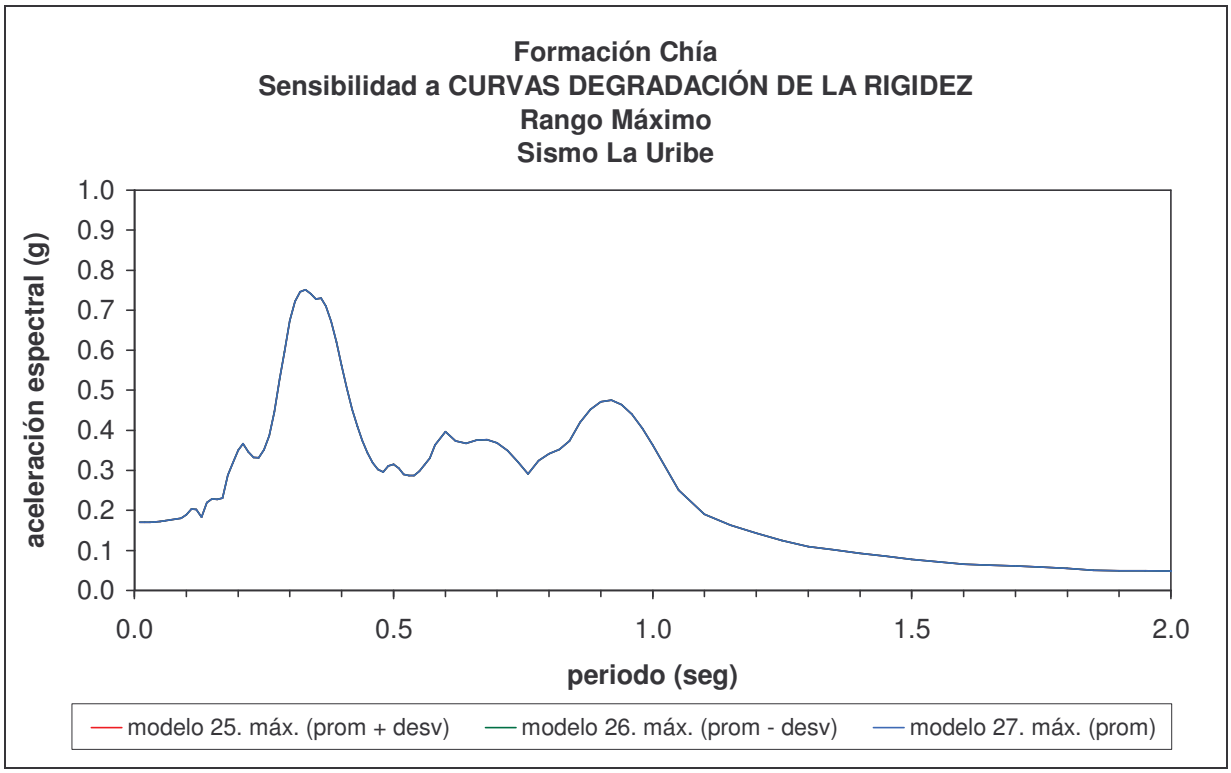


Figura 4.14. Espectros de Aceleración en la componente en X

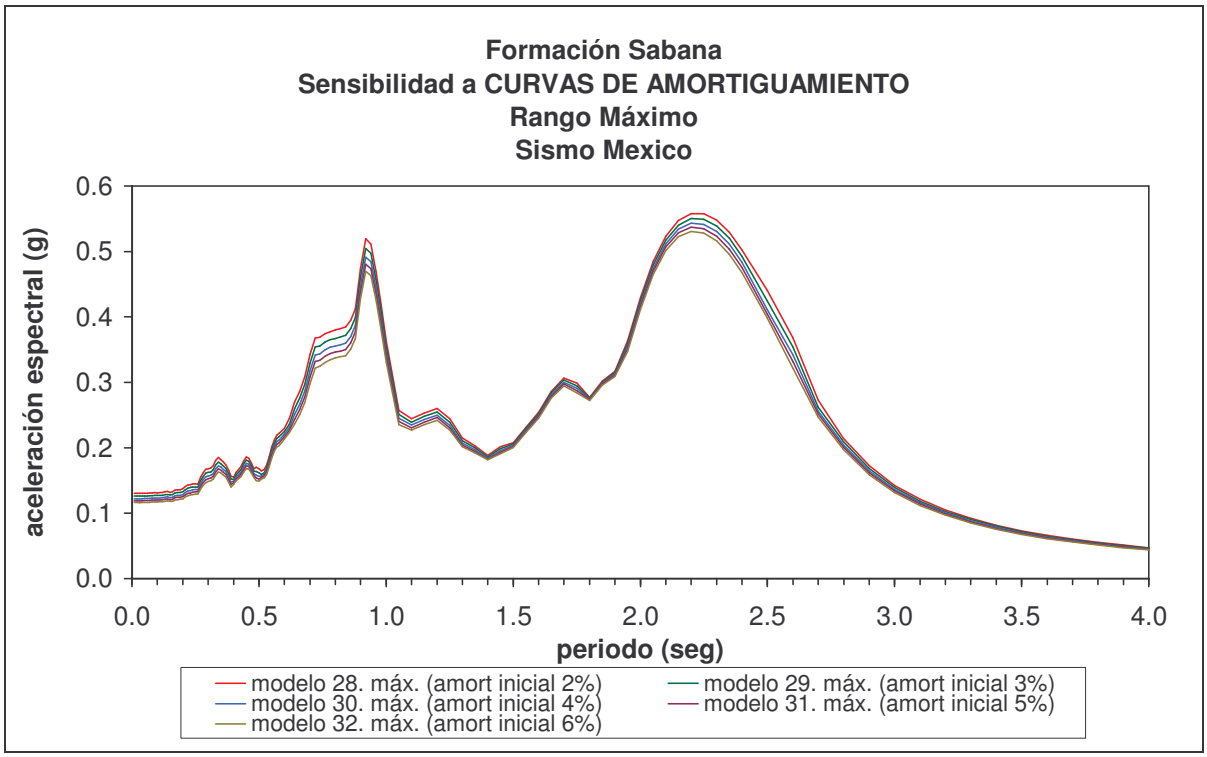


Figura 4.15. Espectros de Aceleración en la componente en X

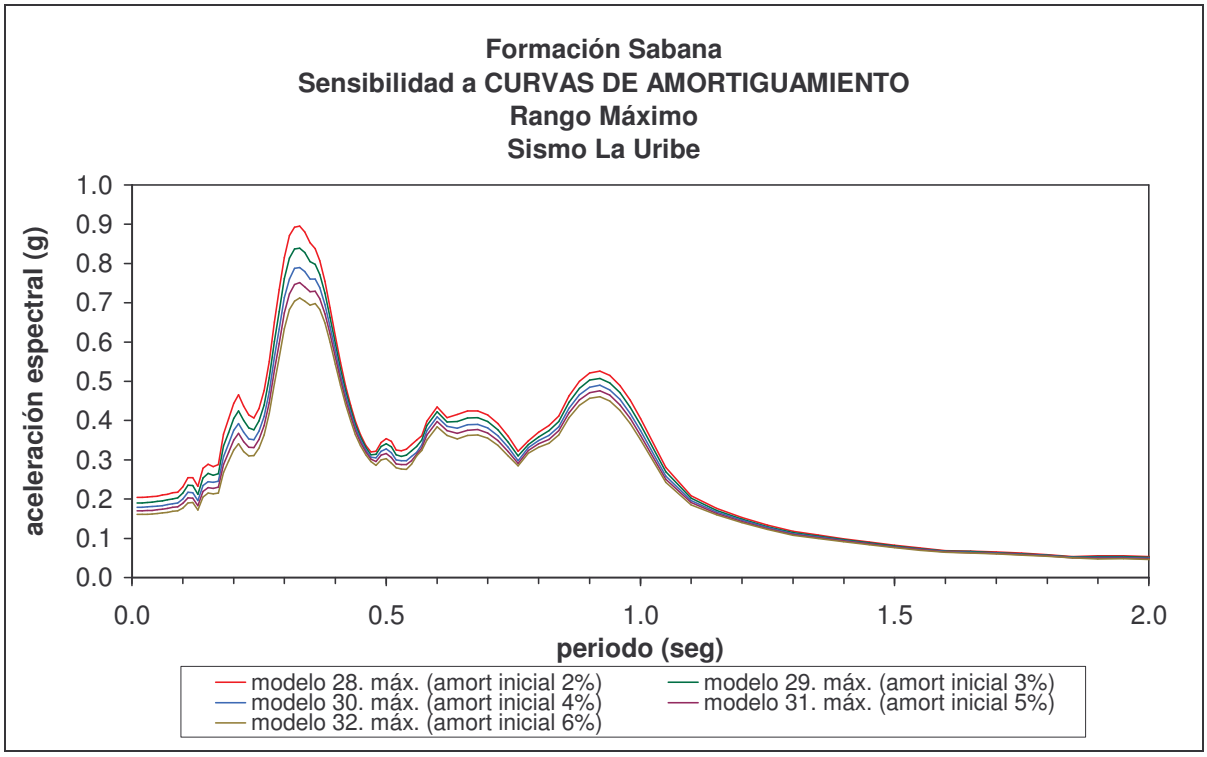


Figura 4.16. Espectros de Aceleración en la componente en X

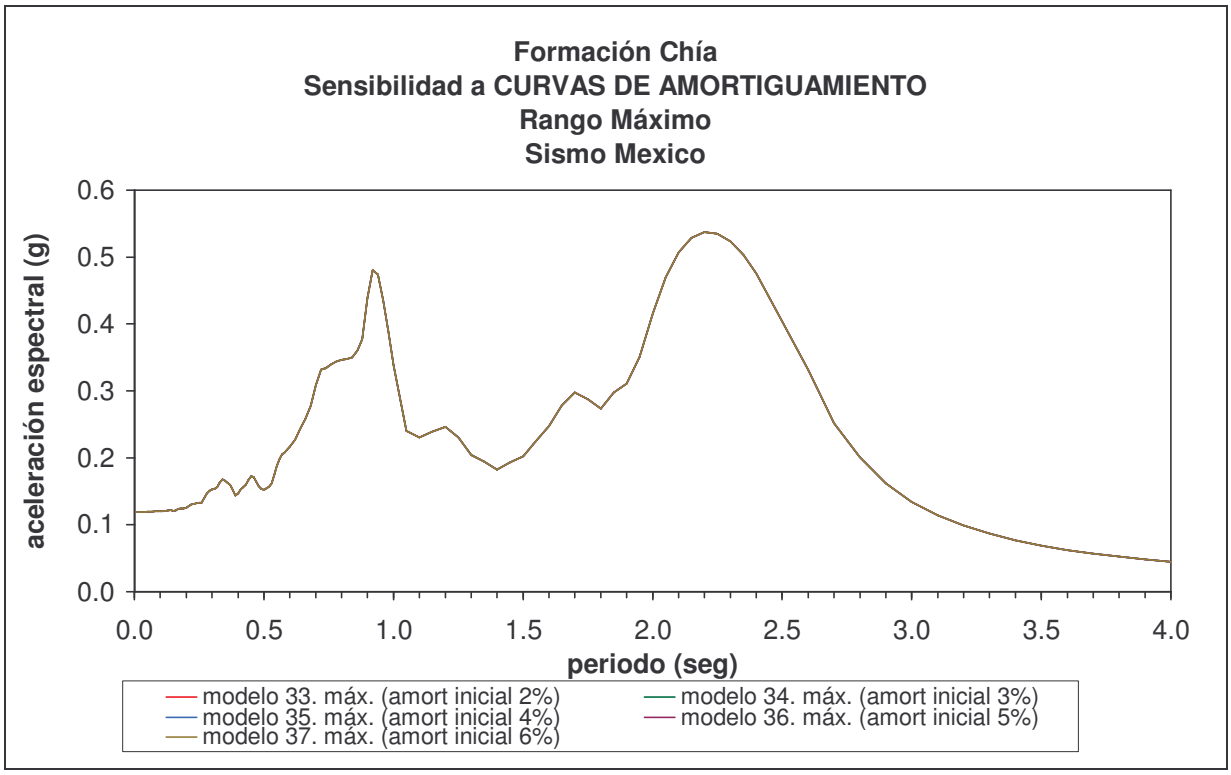


Figura 4.17. Espectros de Aceleración en la componente en X

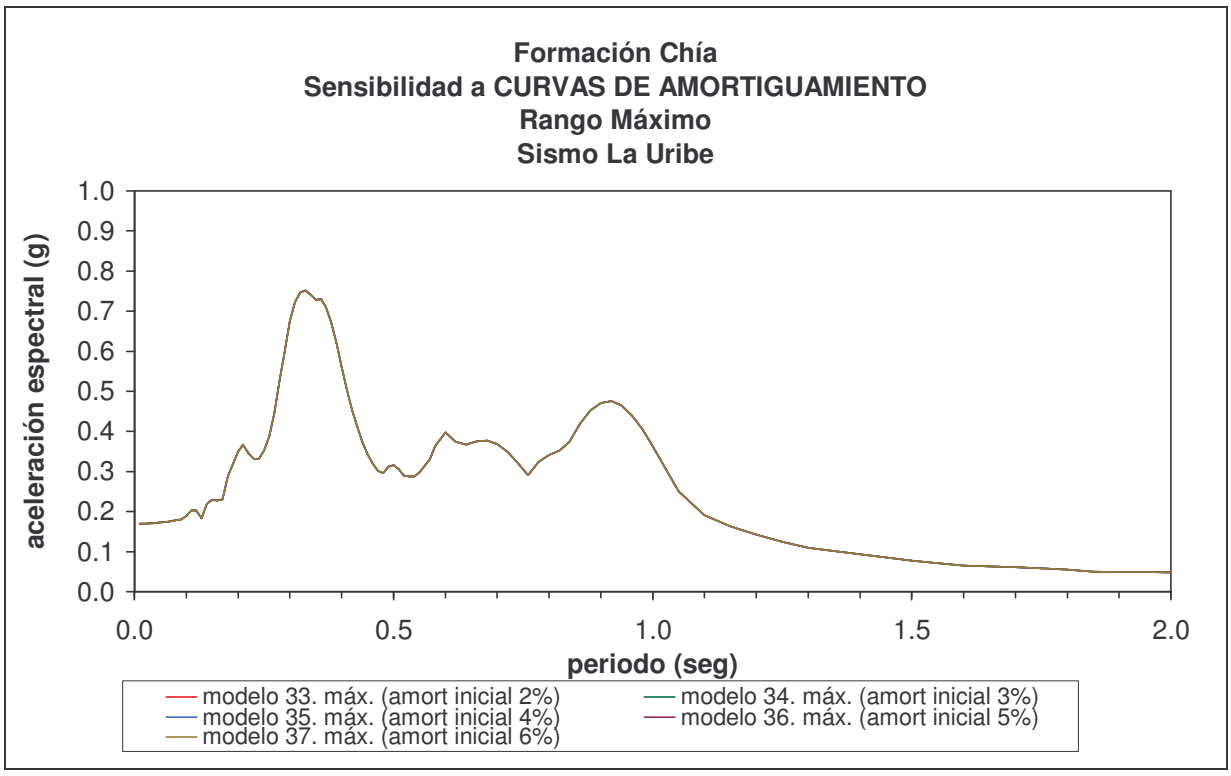


Figura 4.18. Espectros de Aceleración en la componente en X

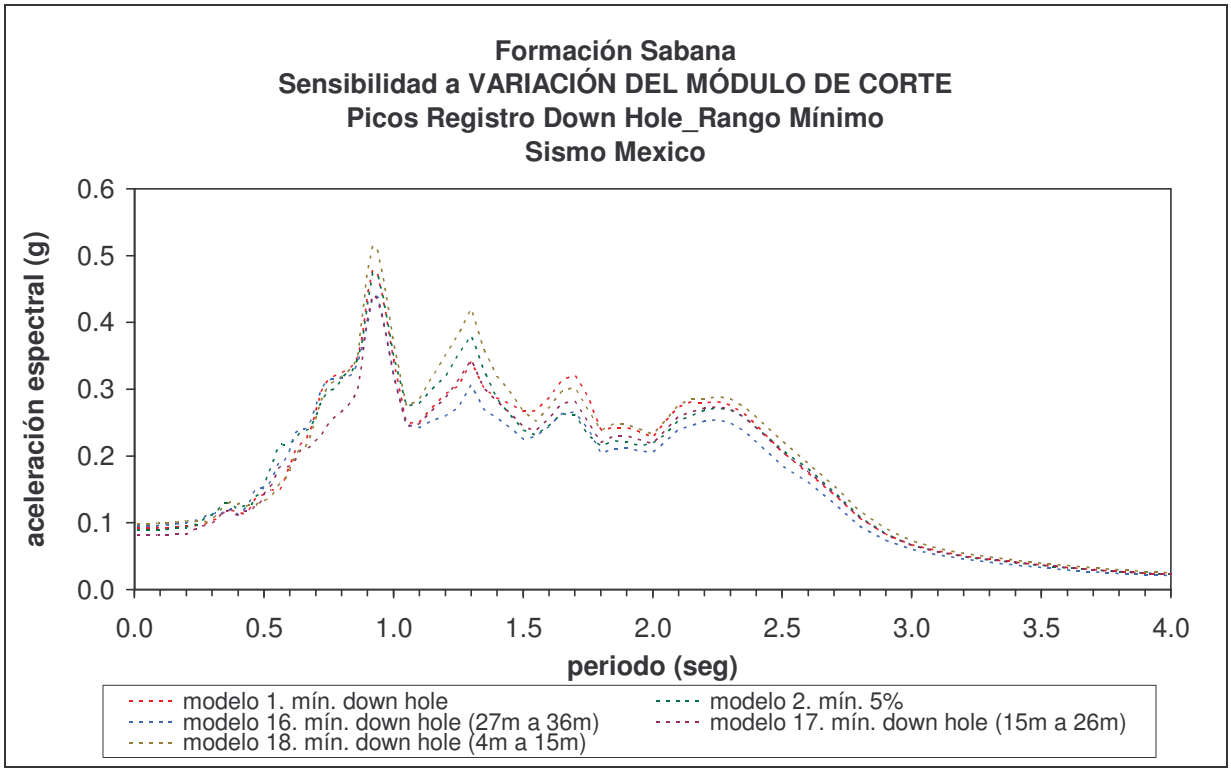


Figura 4.19. Espectros de Aceleración en la componente en X

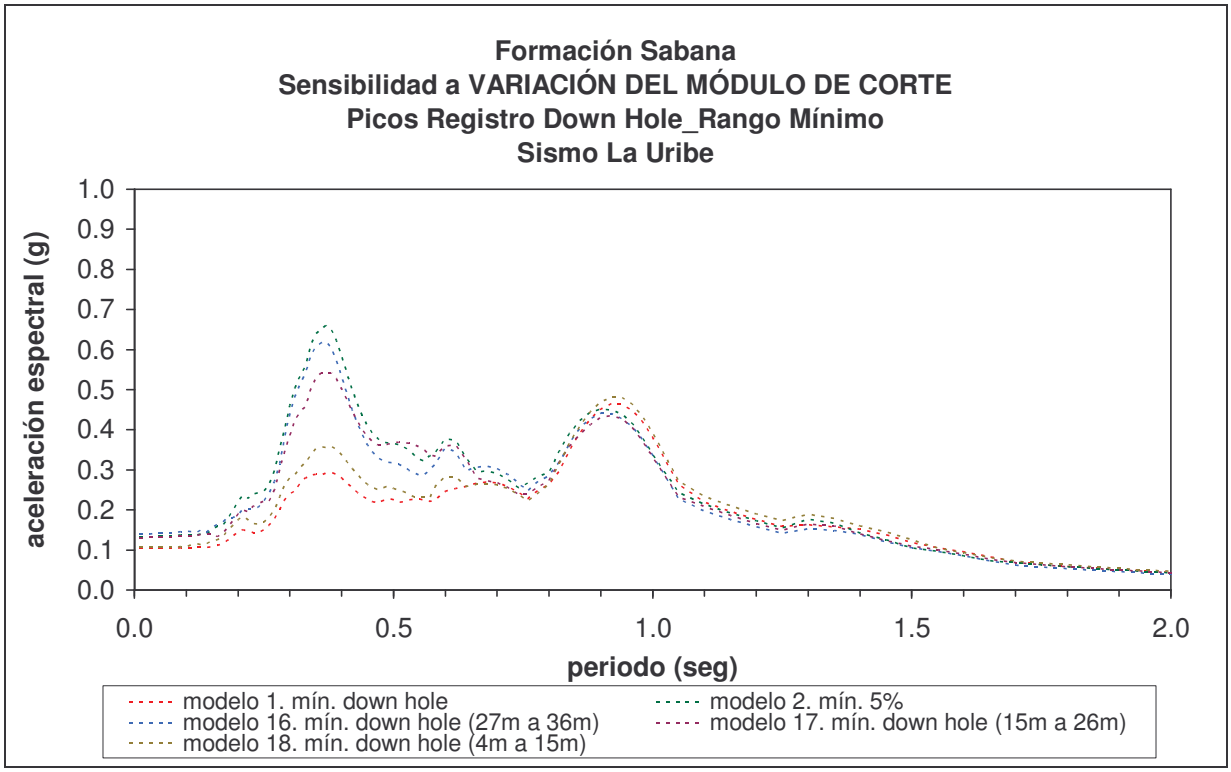


Figura 4.20. Espectros de Aceleración en la componente en X

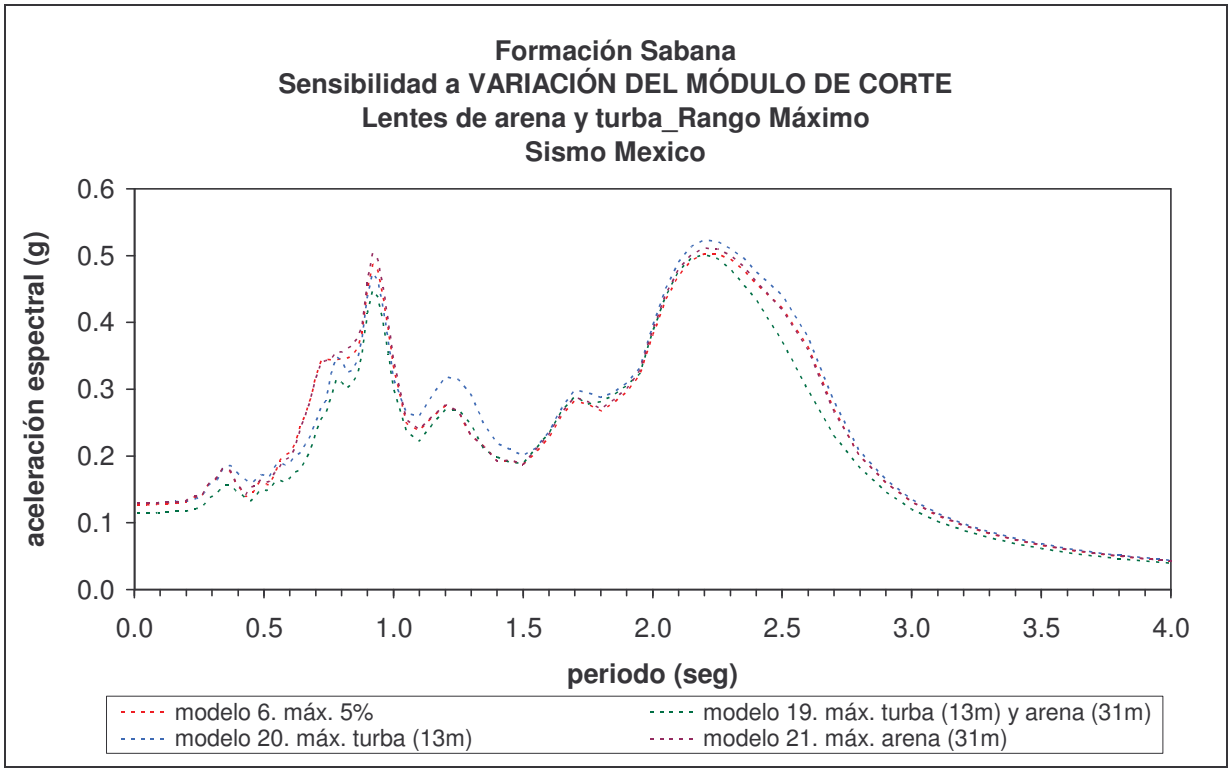


Figura 4.21. Espectros de Aceleración en la componente en X

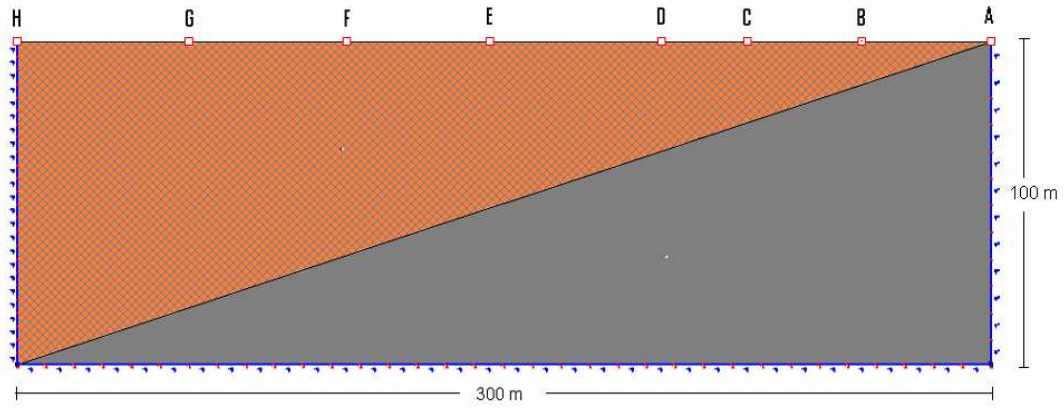


Figura 4.22. Sección de prueba para el análisis de sensibilidad Bidimensional

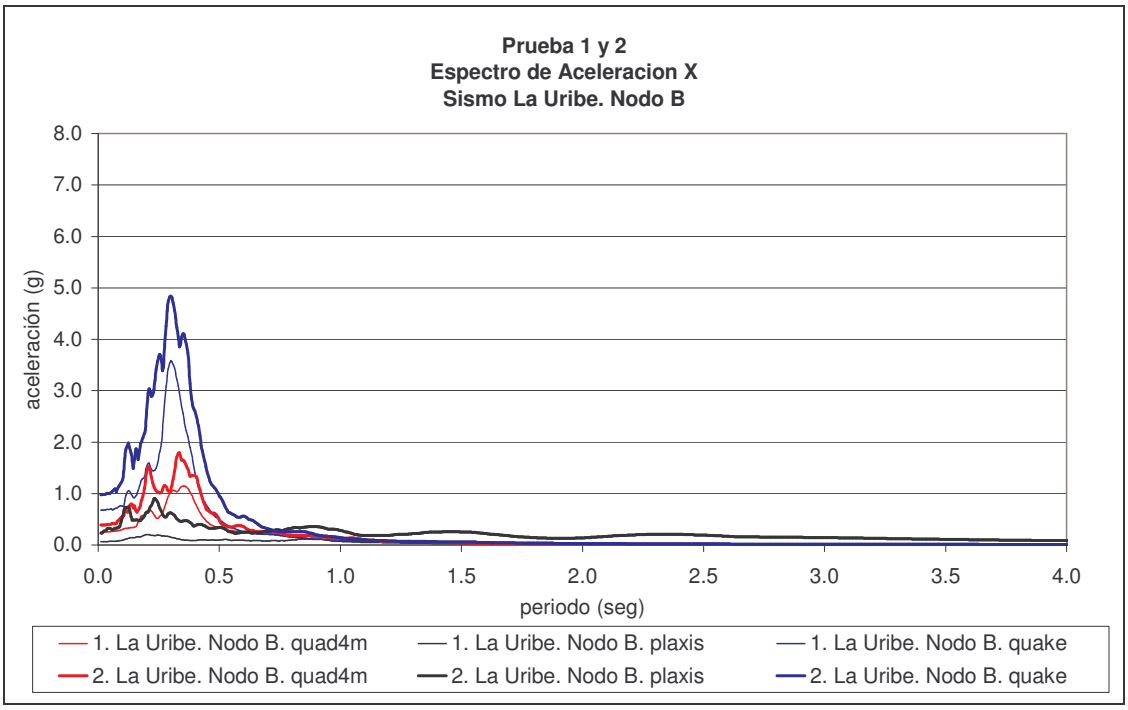


Figura 4.23. Espectros de Aceleración en la componente en X

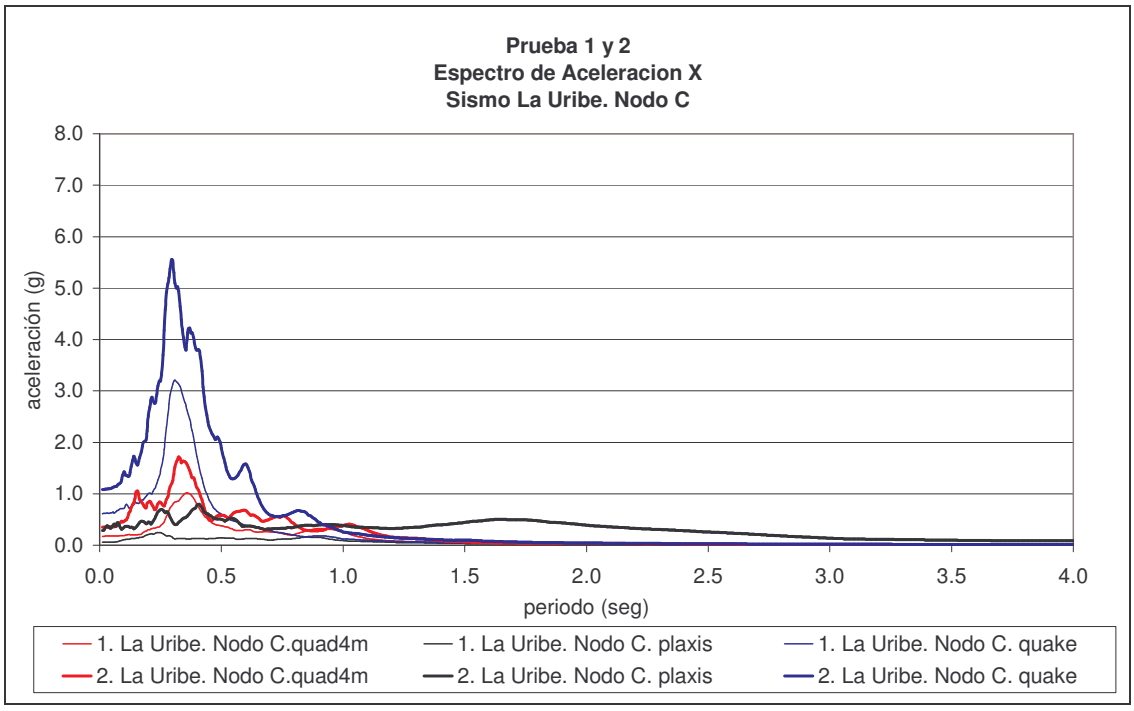


Figura 4.24. Espectros de Aceleración en la componente en X

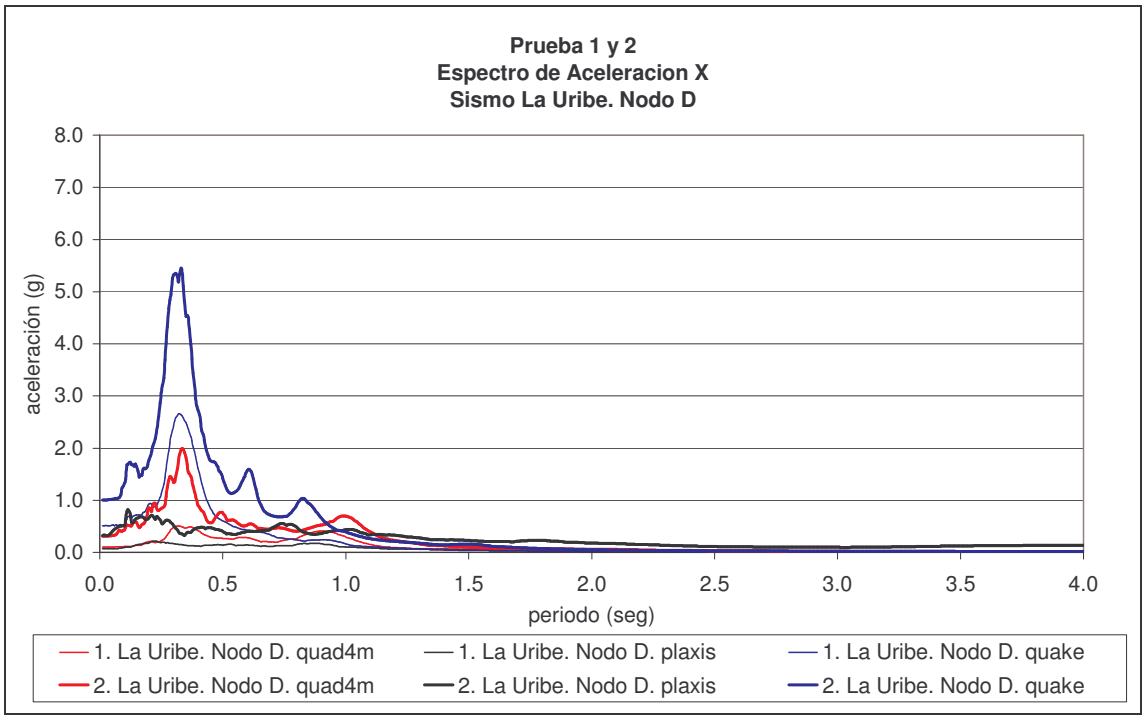


Figura 4.25. Espectros de Aceleración en la componente en X

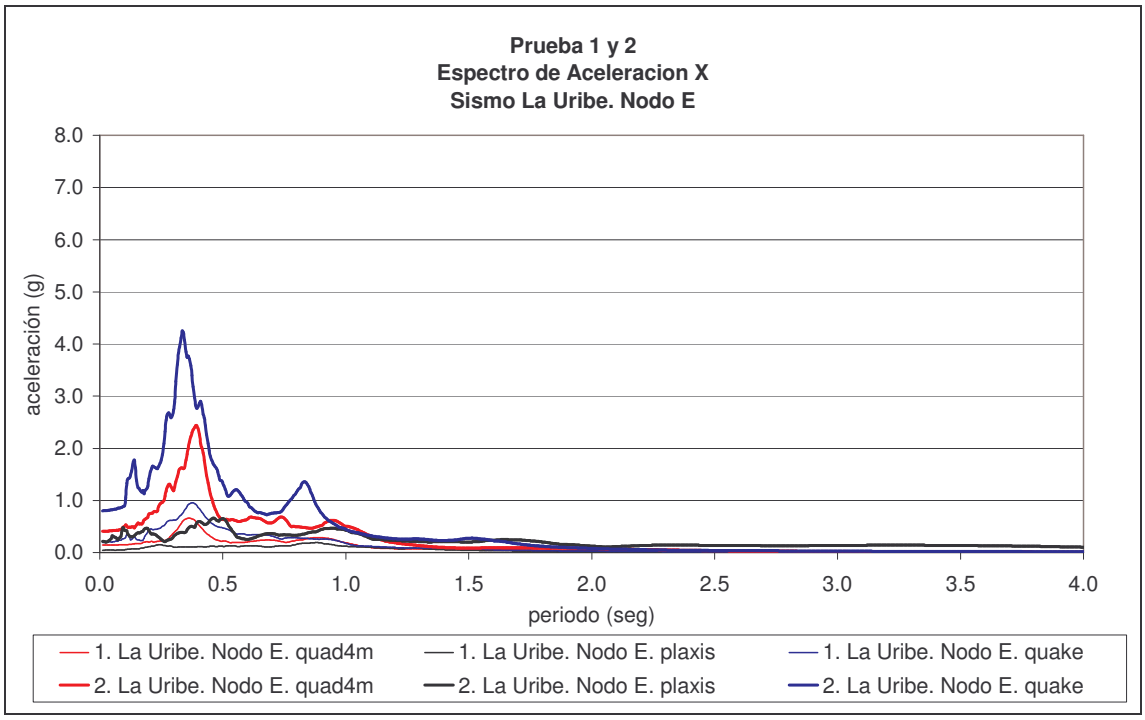


Figura 4.26. Espectros de Aceleración en la componente en X

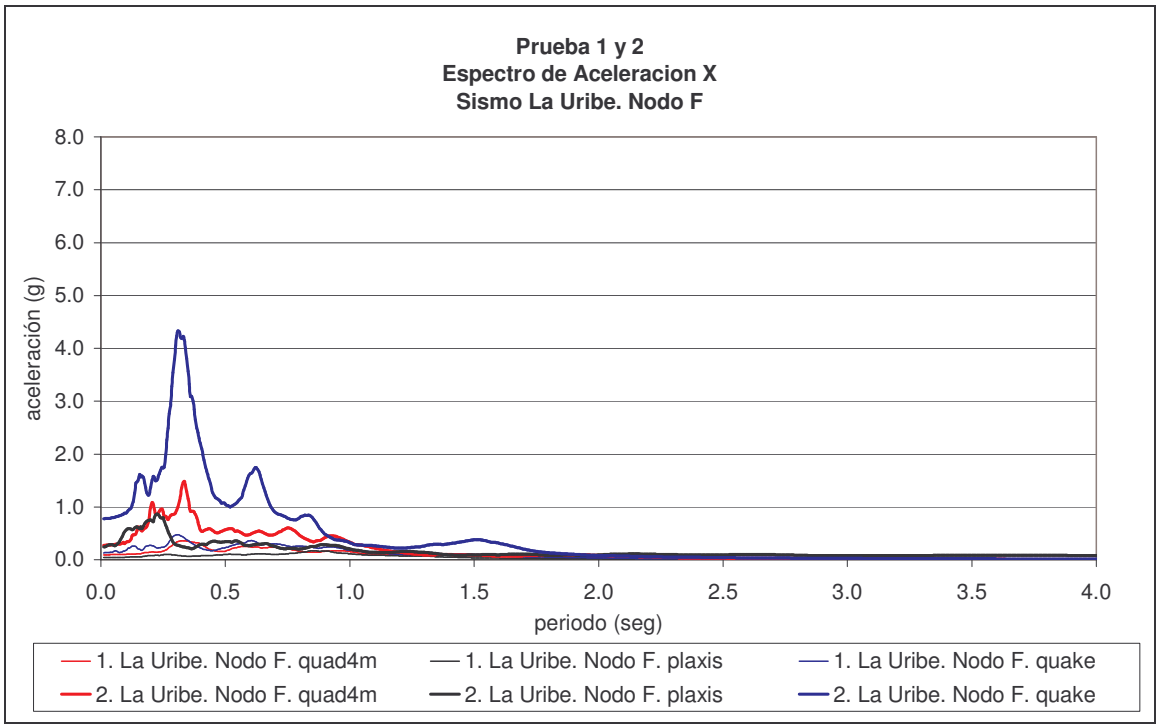


Figura 4.27. Espectros de Aceleración en la componente en X

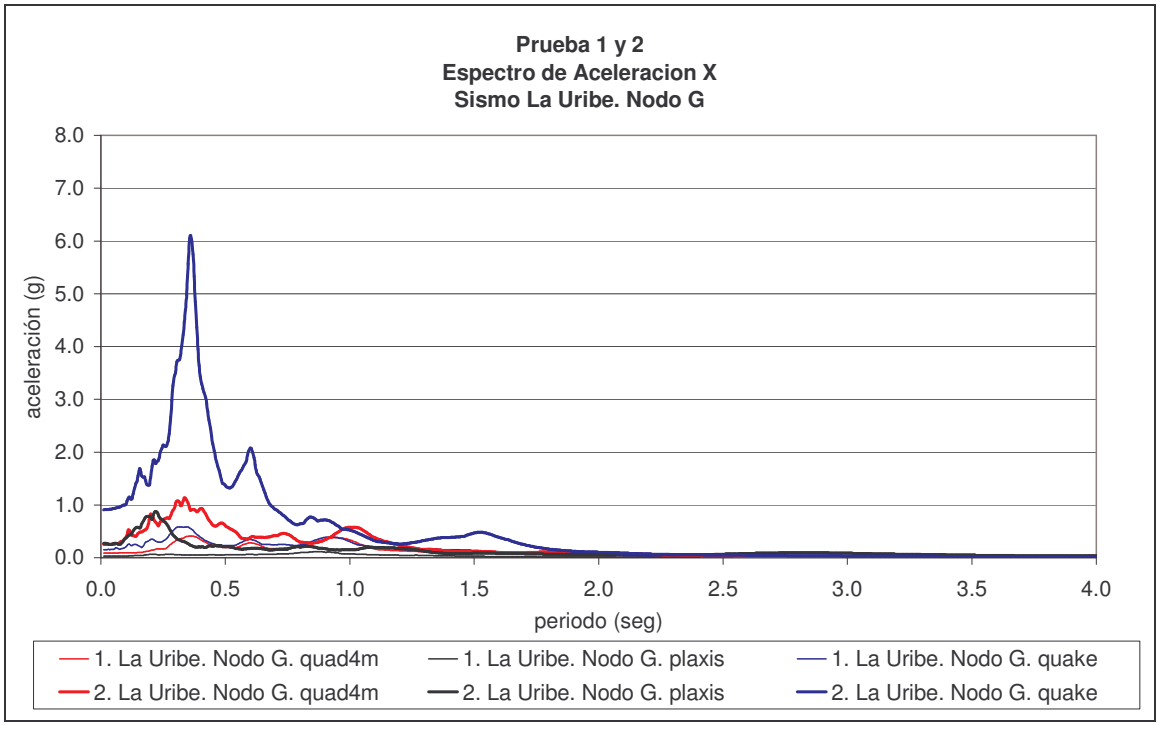


Figura 4.28. Espectros de Aceleración en la componente en X

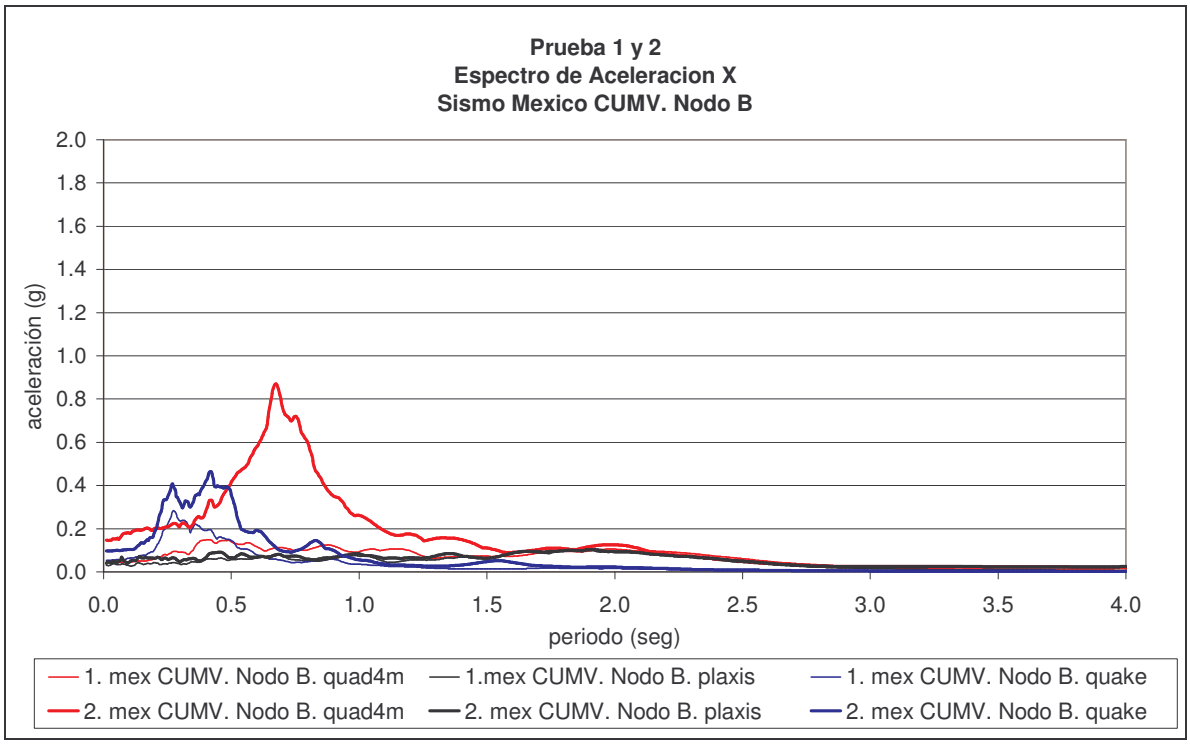


Figura 4.29. Espectros de Aceleración en la componente en X

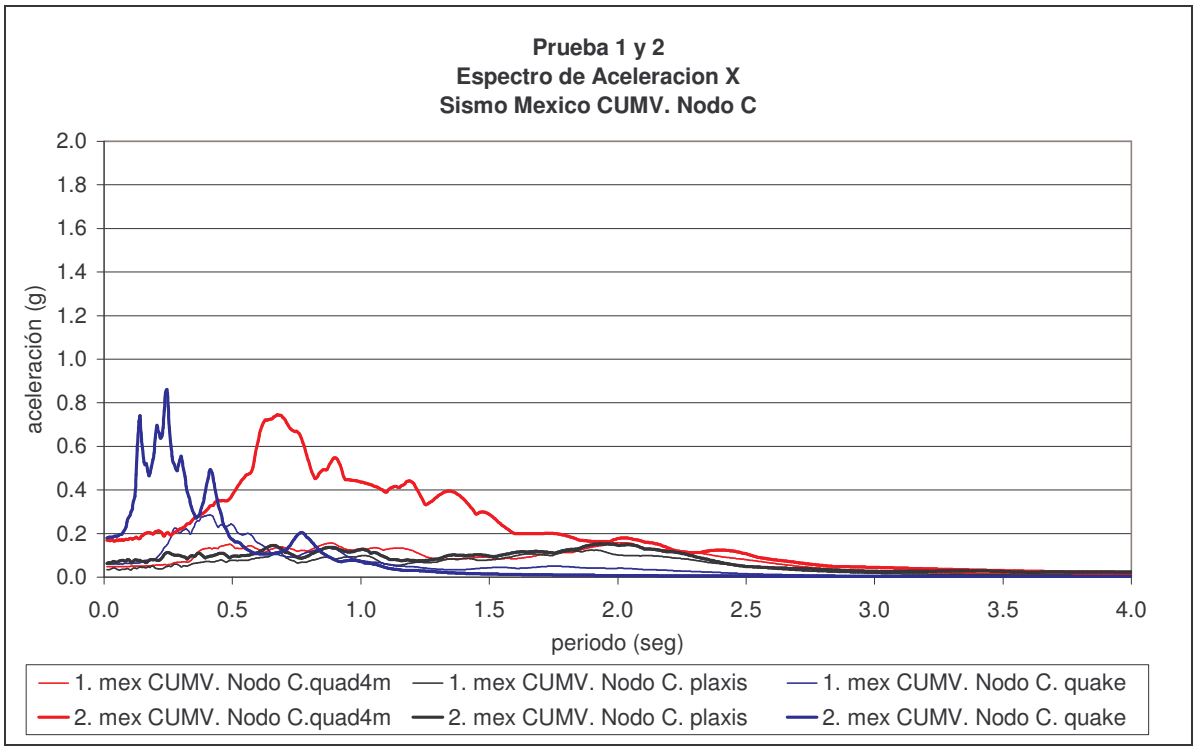


Figura 4.30. Espectros de Aceleración en la componente en X

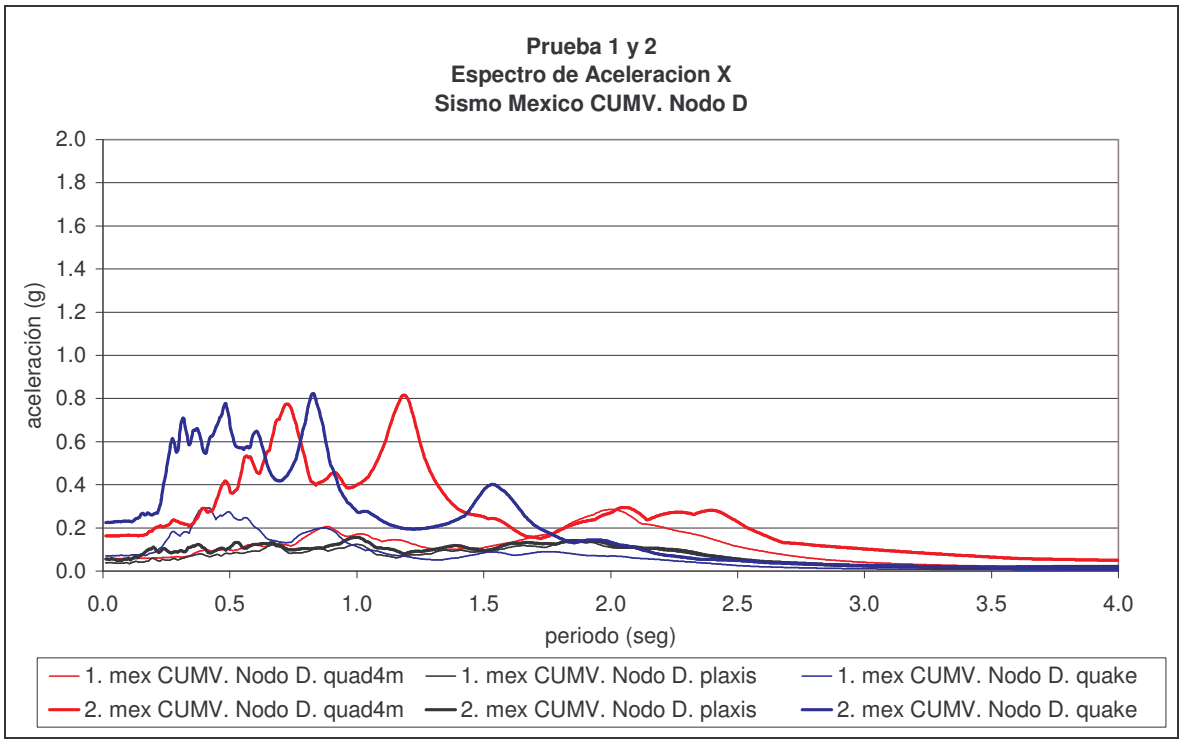


Figura 4.31. Espectros de Aceleración en la componente en X

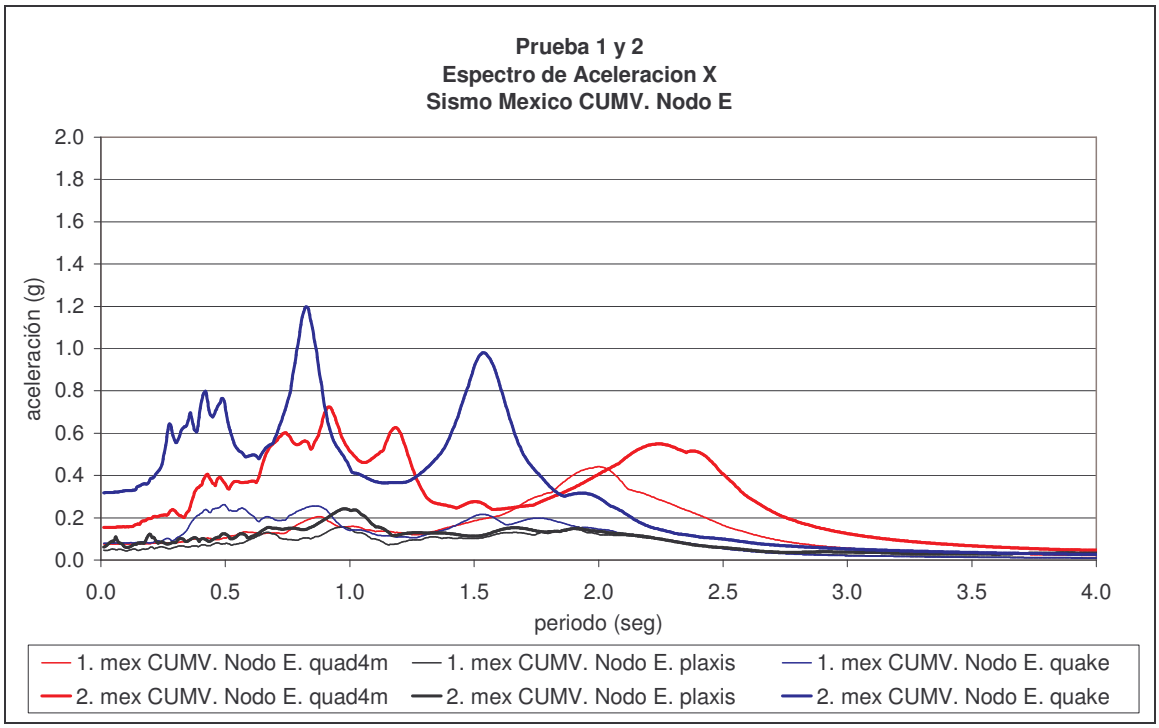


Figura 4.32. Espectros de Aceleración en la componente en X

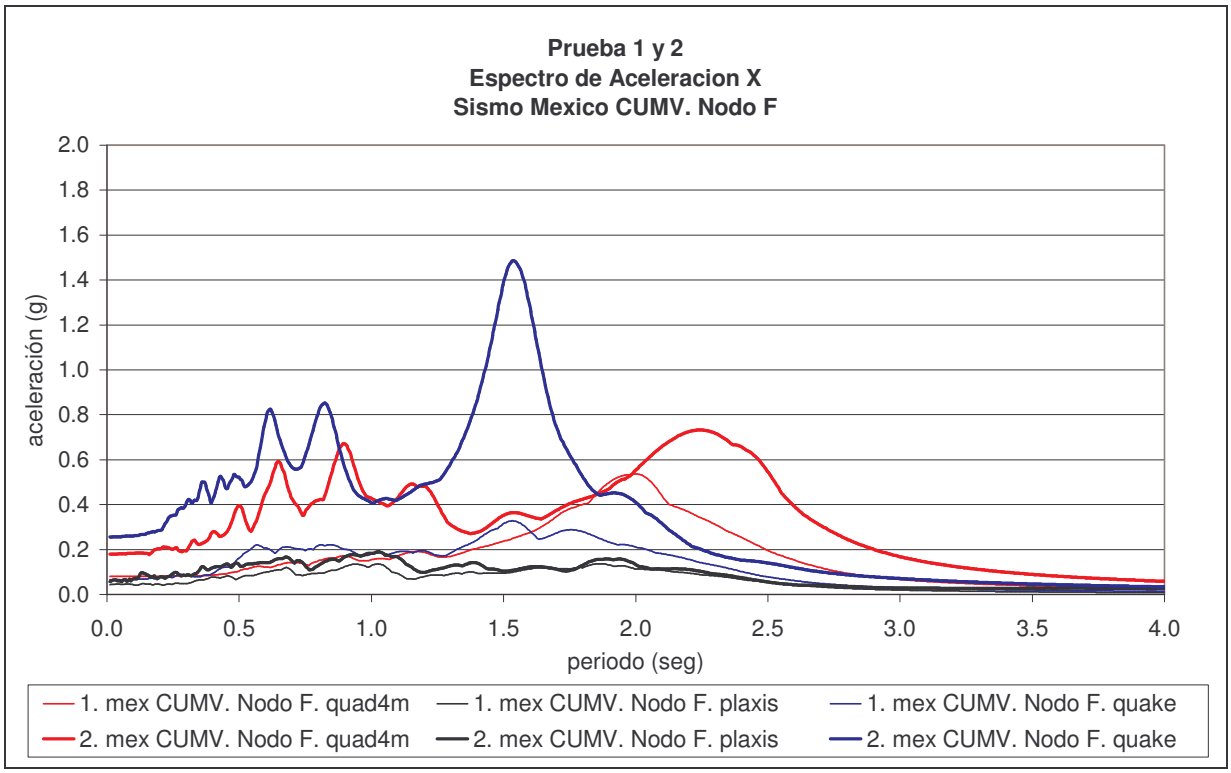


Figura 4.33. Espectros de Aceleración en la componente en X

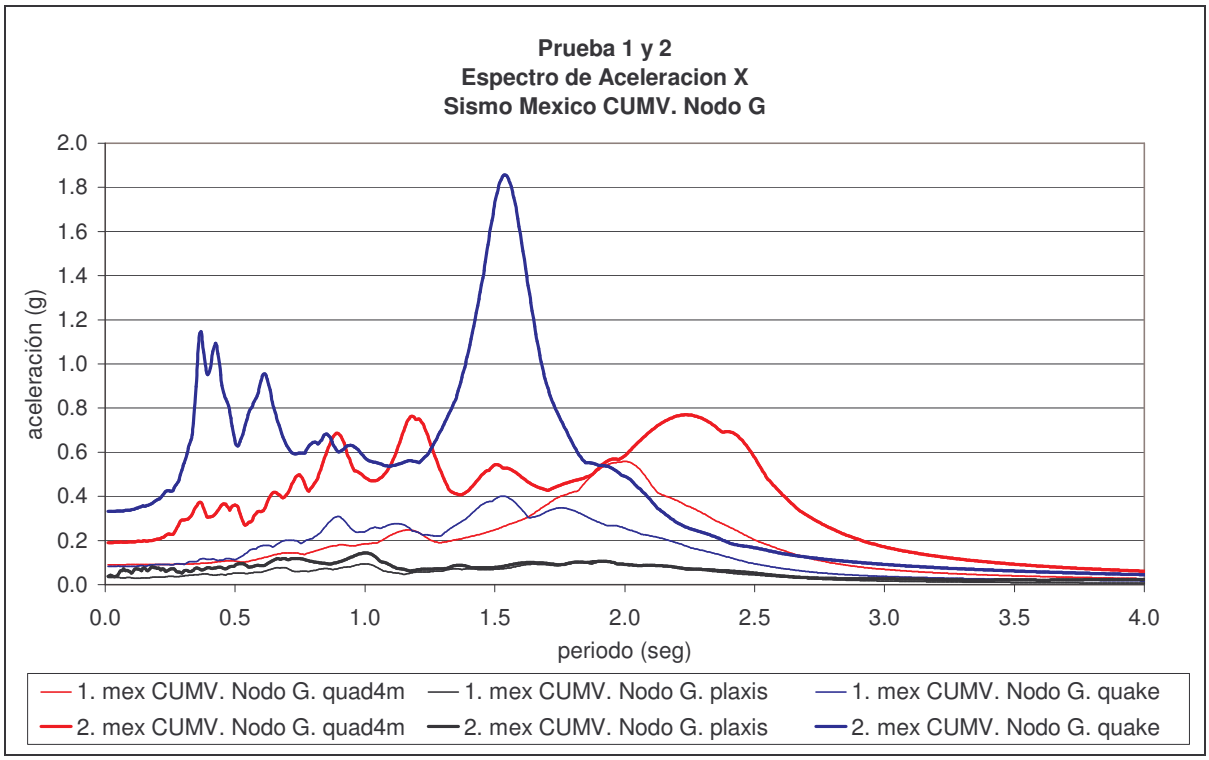


Figura 4.34. Espectros de Aceleración en la componente en X

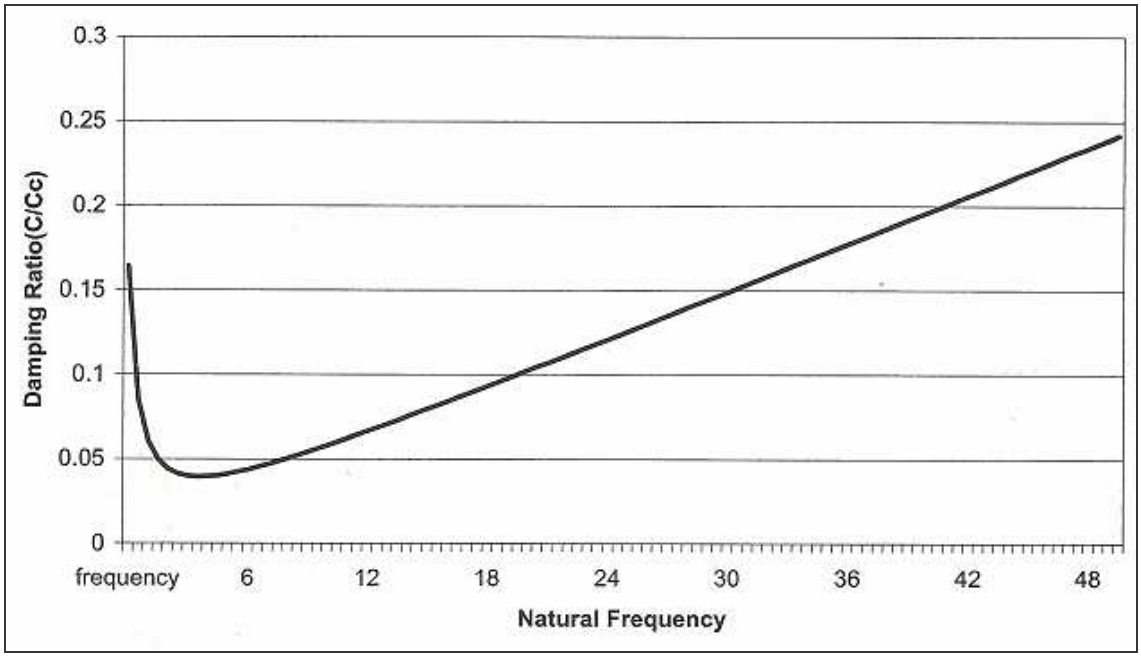


Figura 4.35. Variación de la relación de amortiguamiento versus la frecuencia natural del sistema

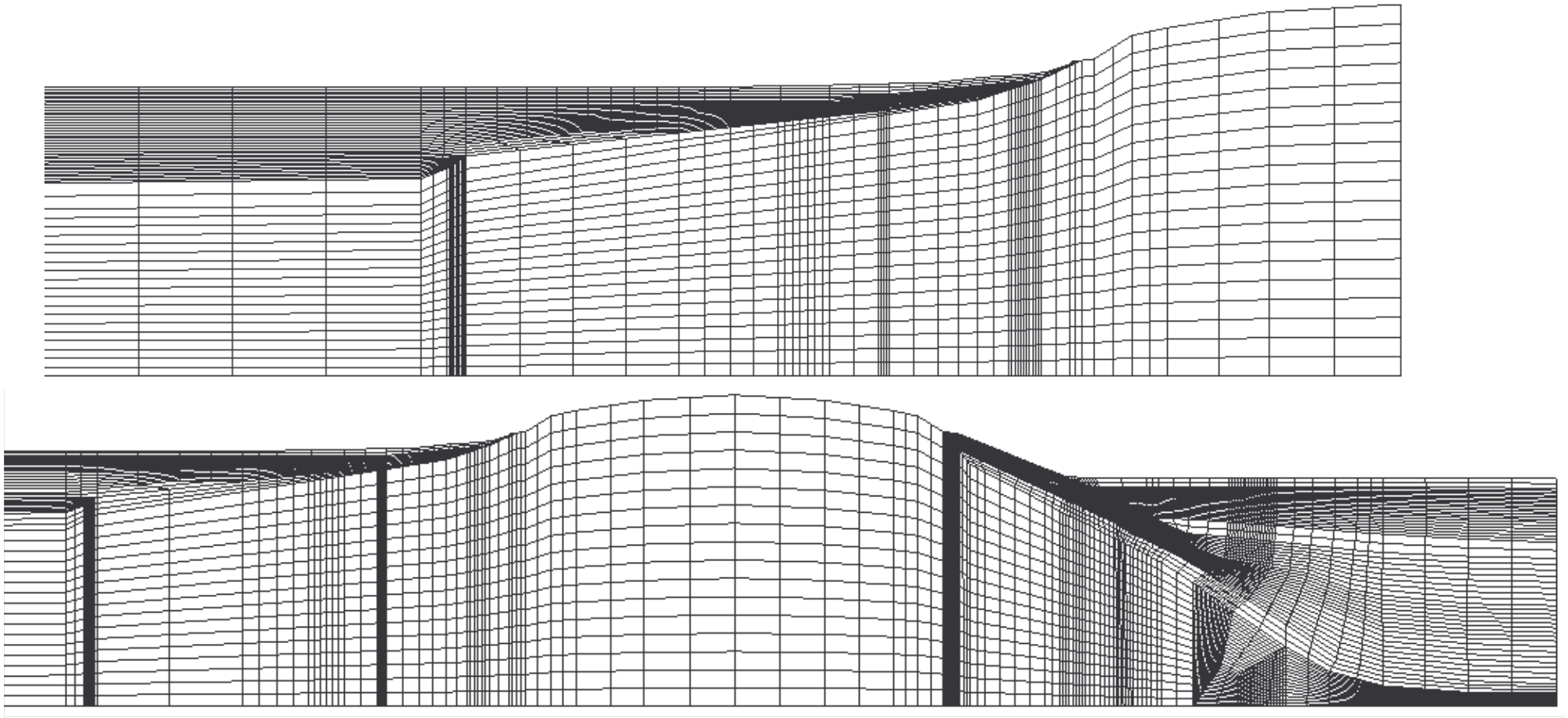


Figura 4.36. Secciones de análisis de sensibilidad a las condiciones de frontera en los Cerros de Suba
Modelo de análisis sección (arriba), modelo de análisis sección con el perfil hacia el occidente (abajo)

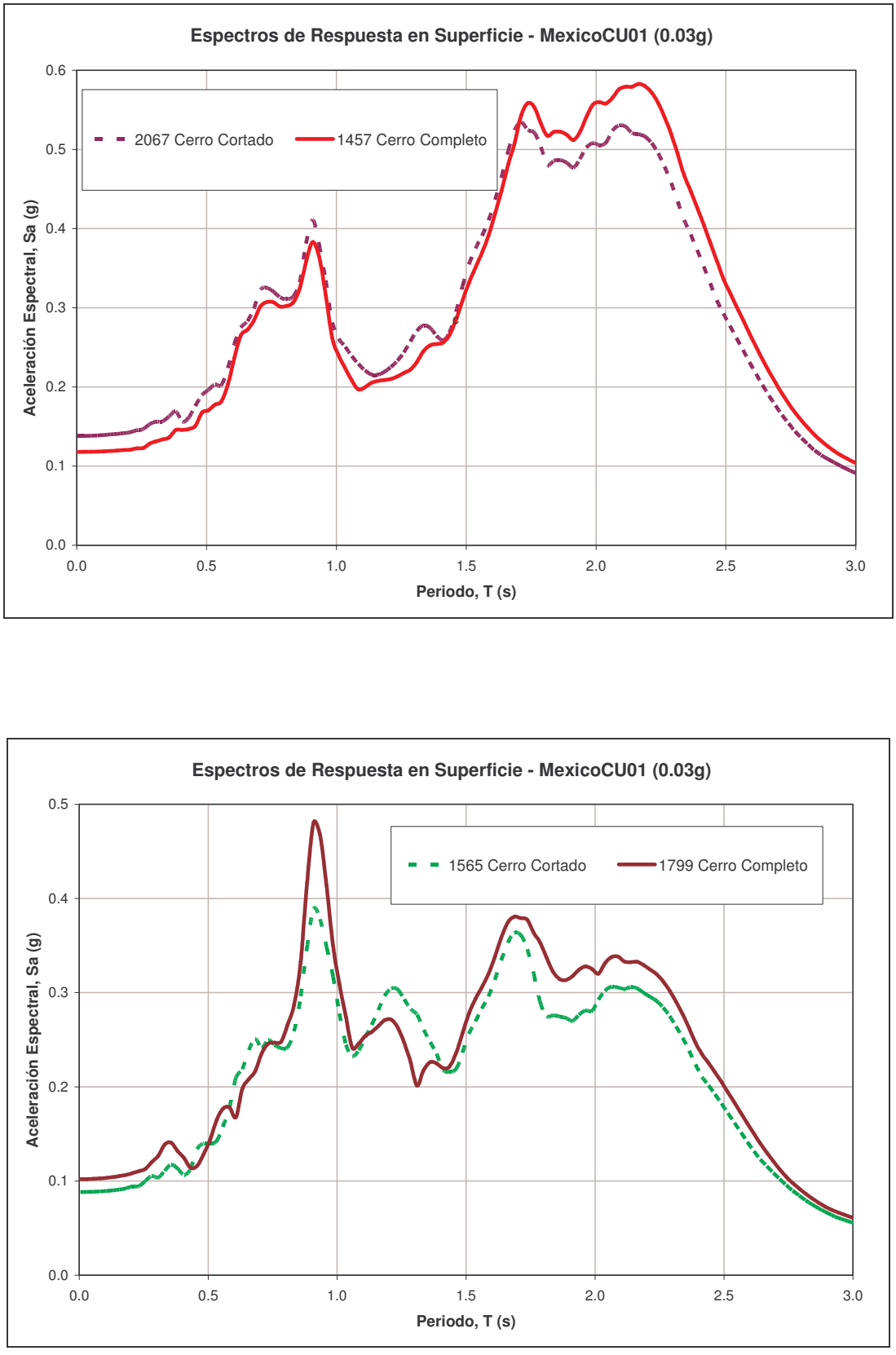


Figura 4.37. Comparación de espectros para un mismo punto en dos modelos analizando las condiciones de frontera en los Cerros de Suba

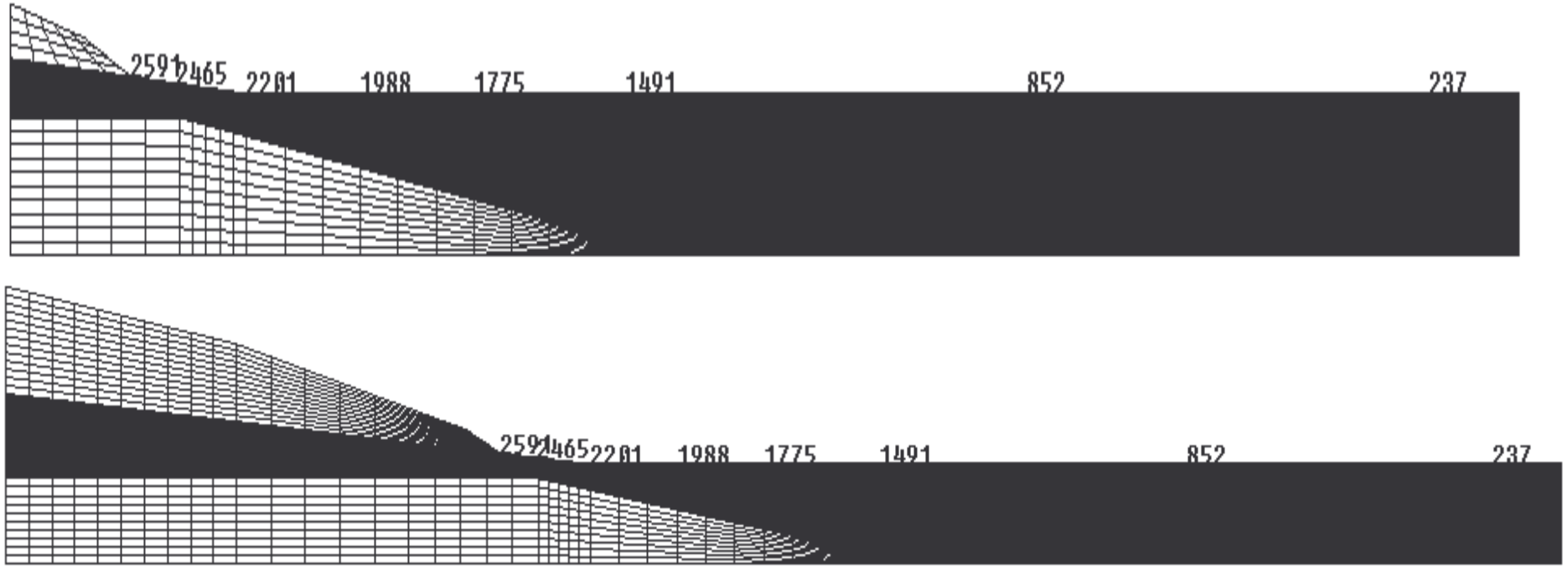


Figura 4.38. Sección de Análisis de Sensibilidad a las condiciones de frontera para los cerros orientales

a. Modelo de análisis sección 1 (arriba). b. Modelo de análisis extendido

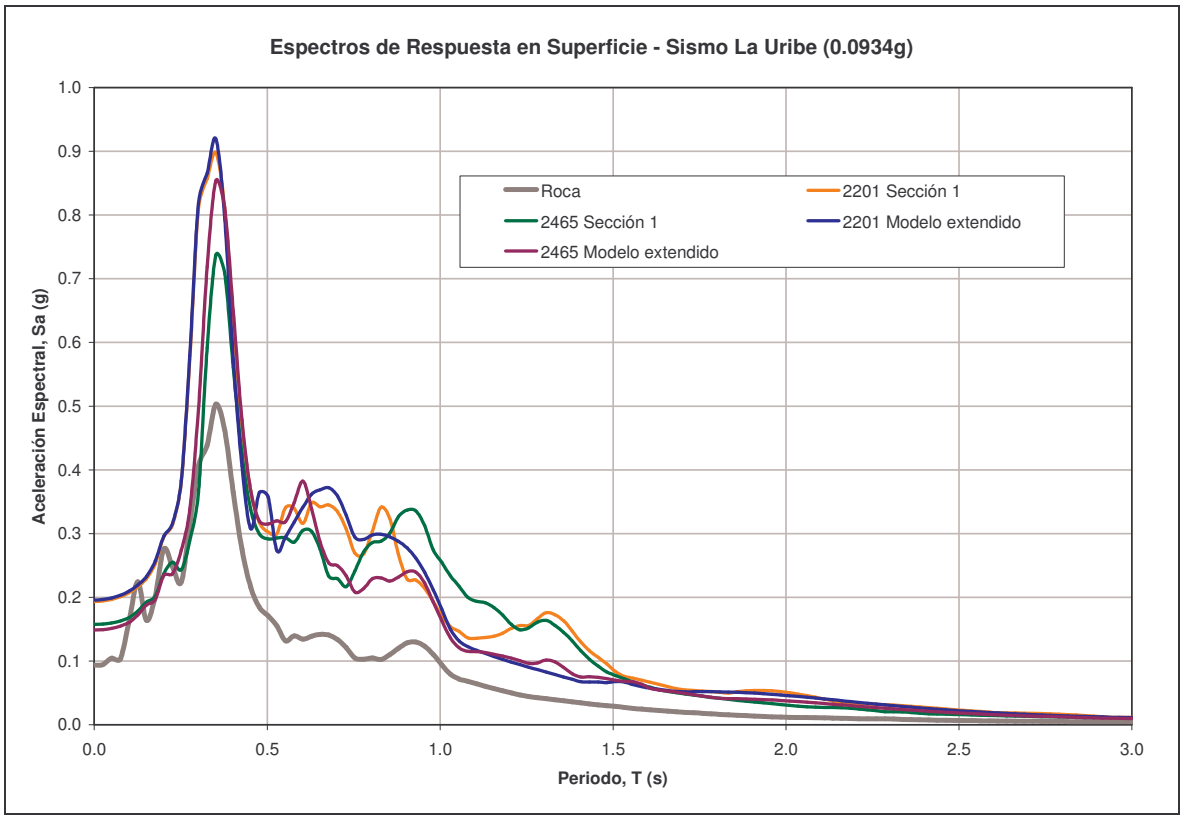


Figura 4.39. Comparación de espectros para dos puntos iguales en dos modelos de los cerros orientales analizados

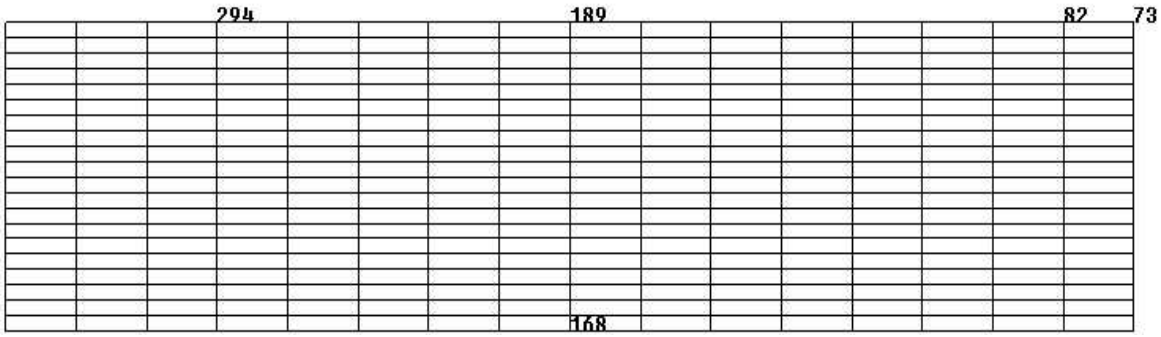


Figura 4.40. Modelo de análisis 1

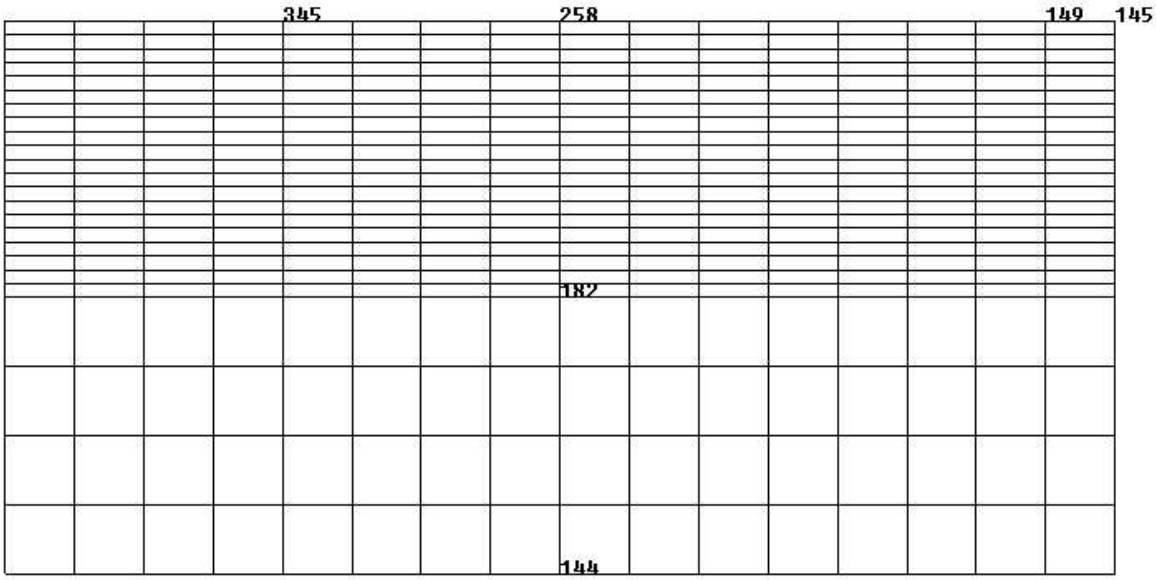


Figura 4.41. Modelo de análisis 2

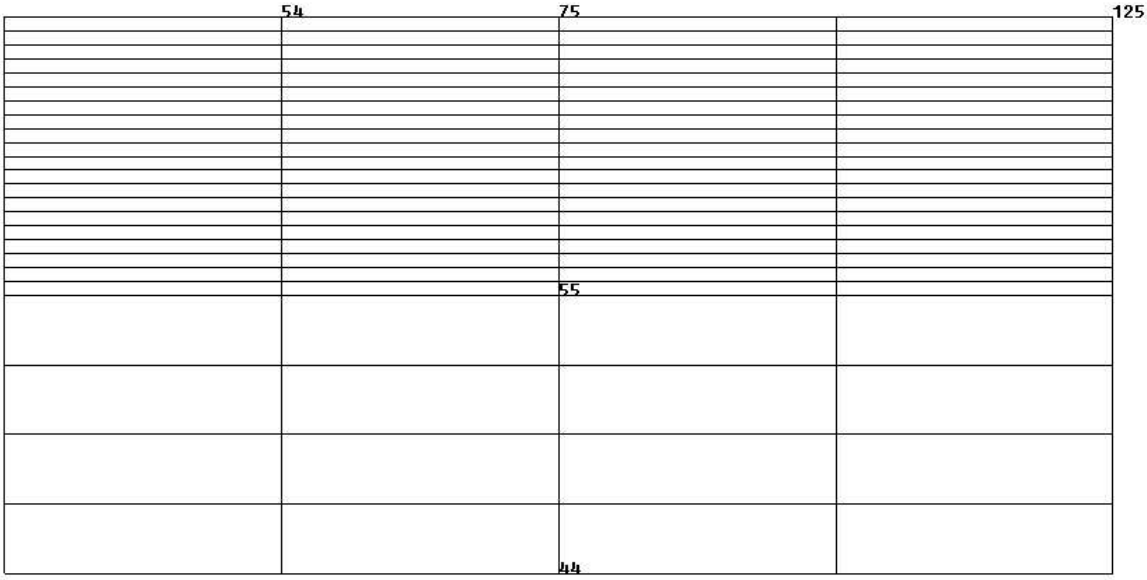


Figura 4.42. Modelo de análisis 3

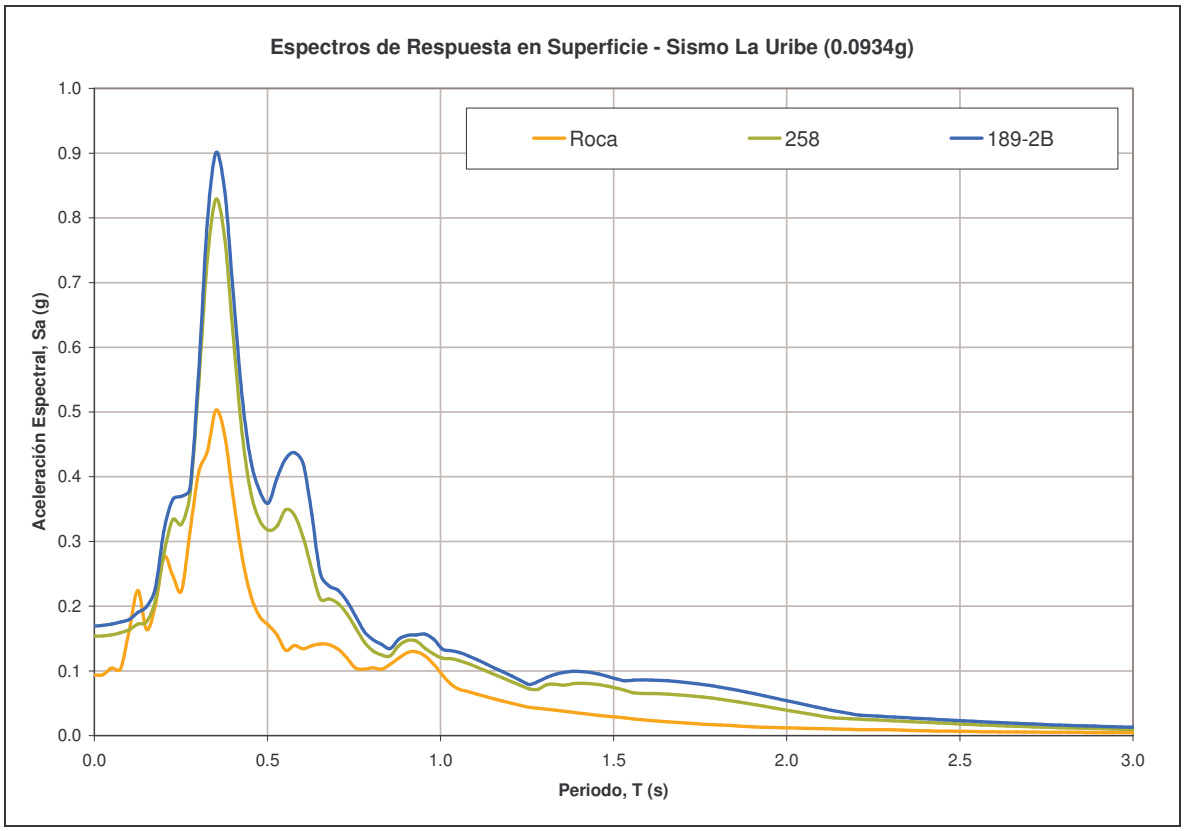


Figura 4.43. Espectros de respuesta para los modelos de análisis 1 y 2

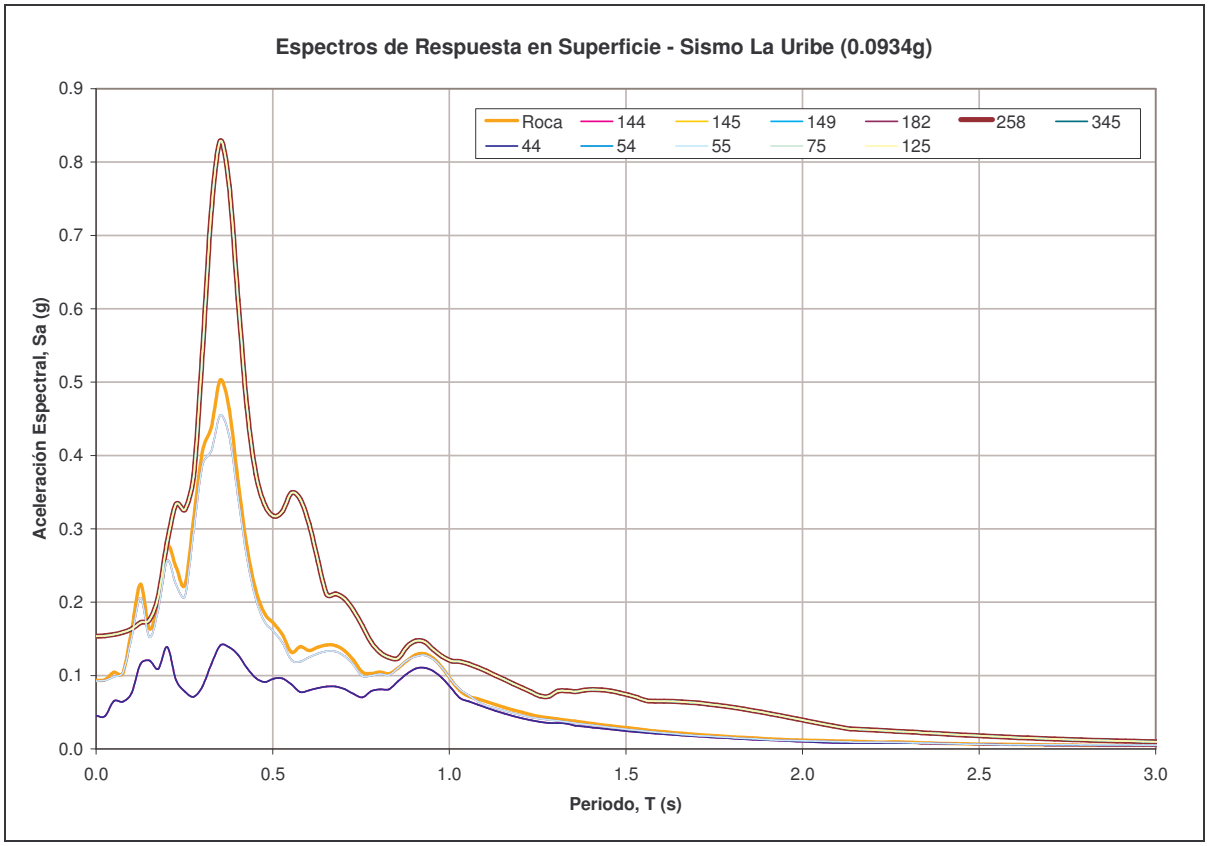


Figura 4.44. Espectros de respuesta para los modelos de análisis 2 y 3

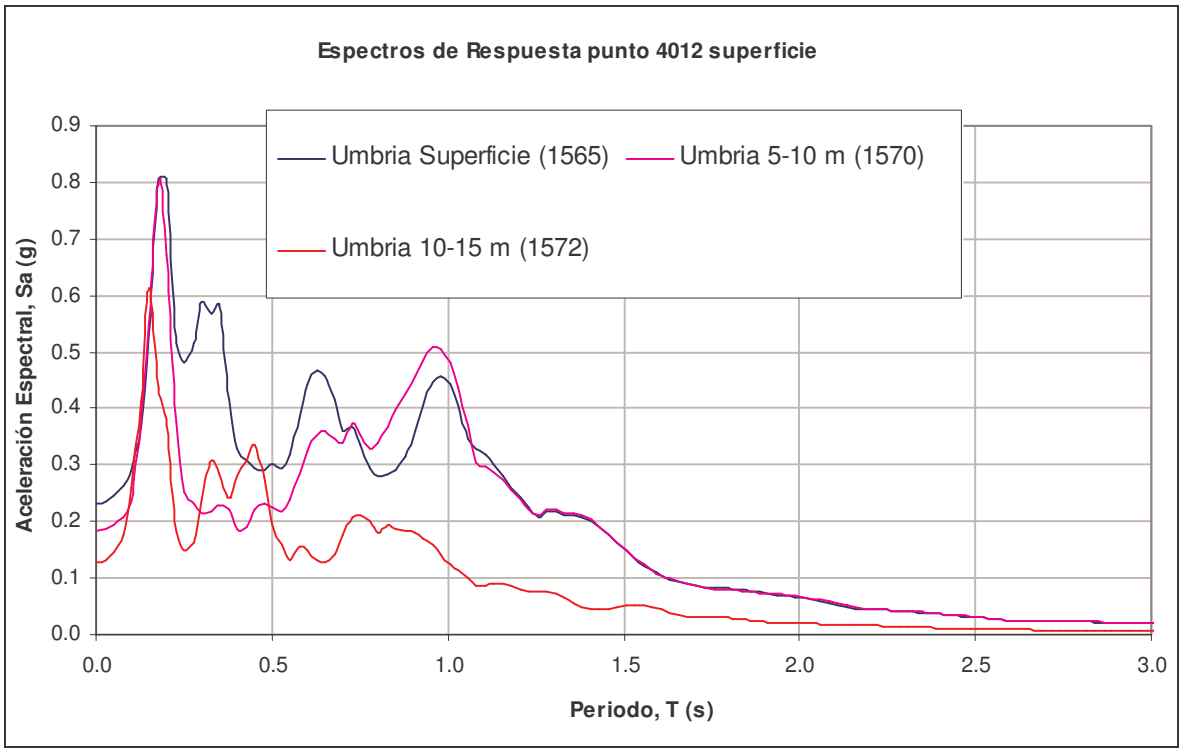


Figura 4.45. Punto en zona de piedemonte. Sismo campo cercano

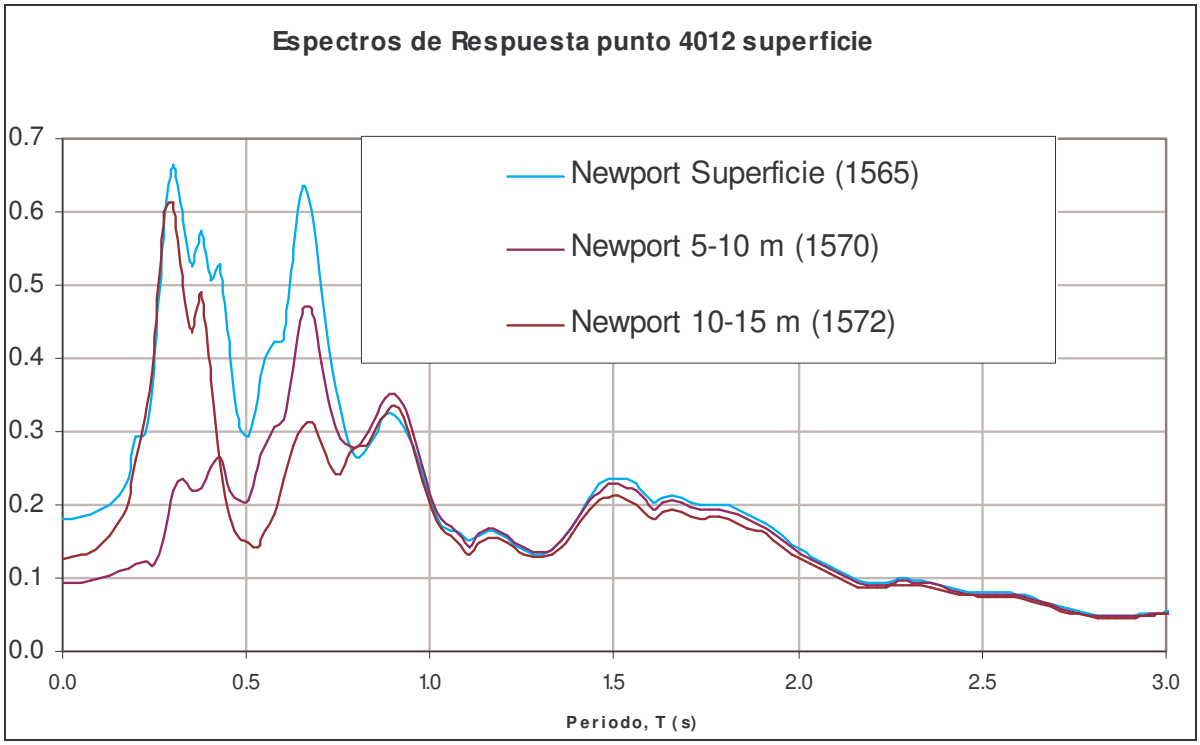


Figura 4.46. Punto en zona de piedemonte- Sismo campo intermedio

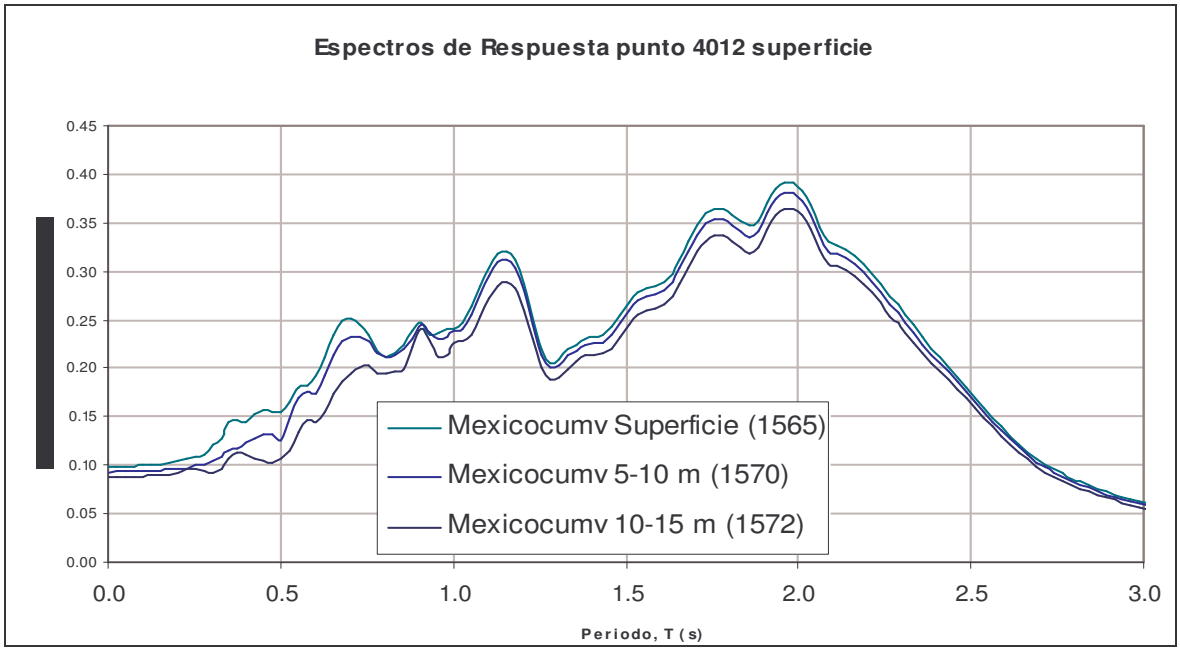


Figura 4.47. Punto en zona de piedemonte. Sismo campo lejano

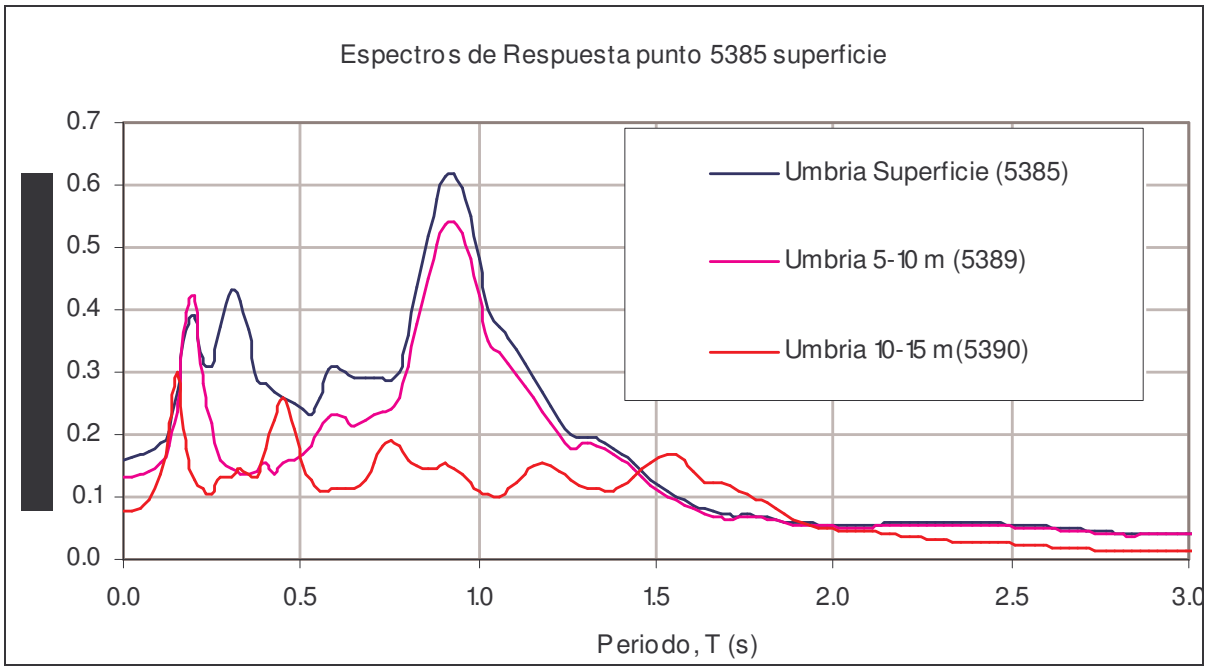


Figura 4.48. Punto en zona lacustre. Sismo campo cercano

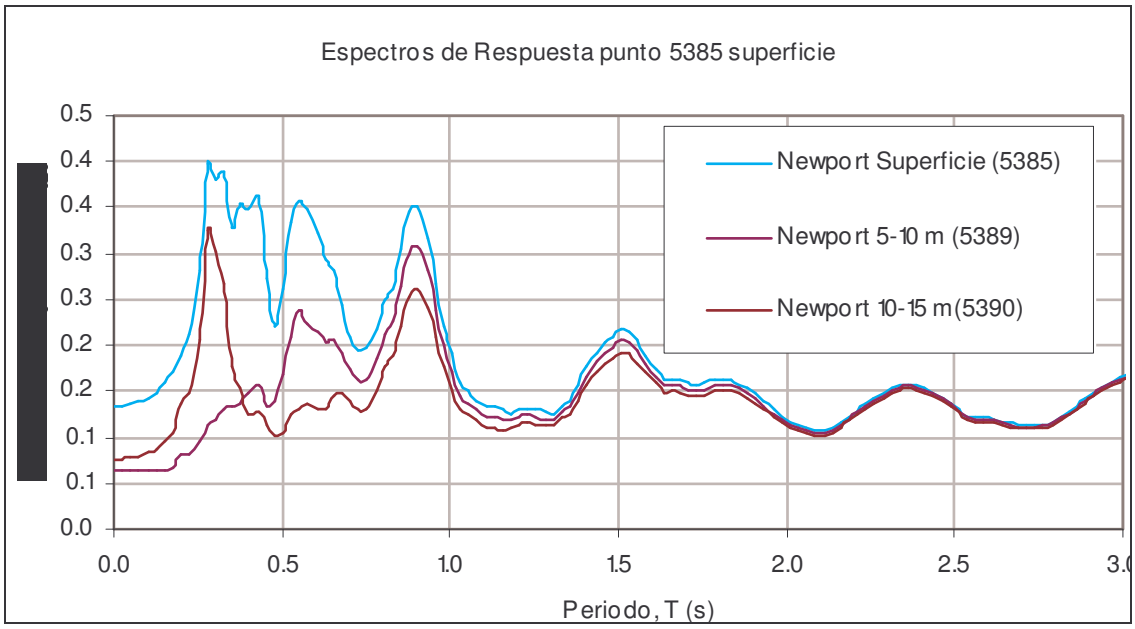


Figura 4.49. Punto en zona lacustre. Sismo campo cercano

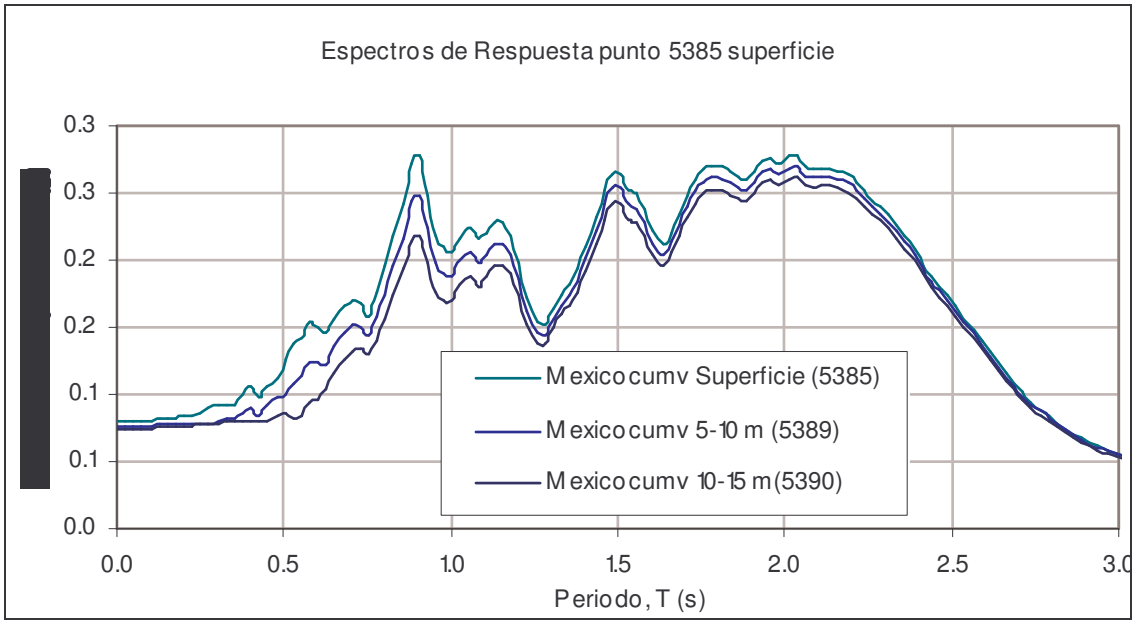


Figura 4.50. Punto en zona lacustre. Sismo campo intermedio

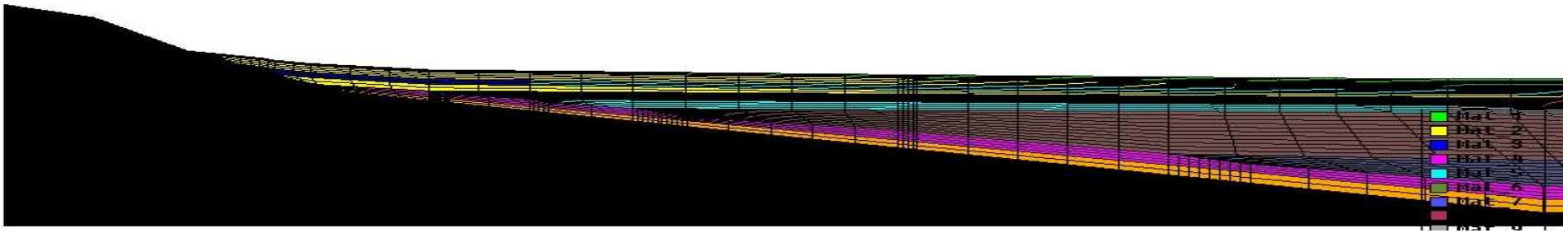


Figura 5.1 Materiales Sección 1. Cerros Orientales

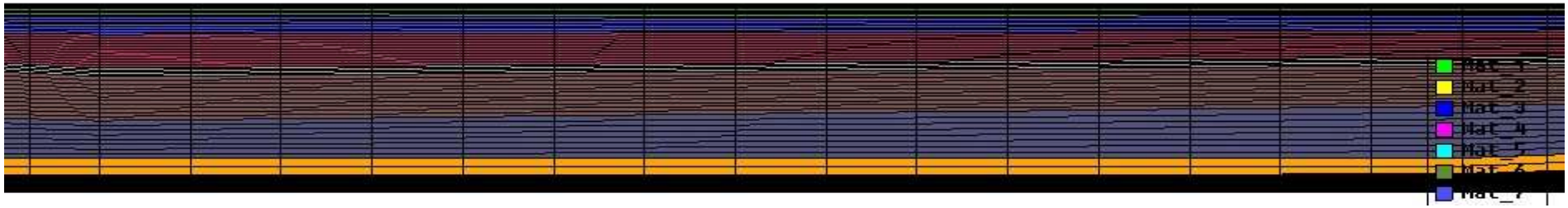


Figura 5.2 Materiales Sección 1. Zona Lacustre

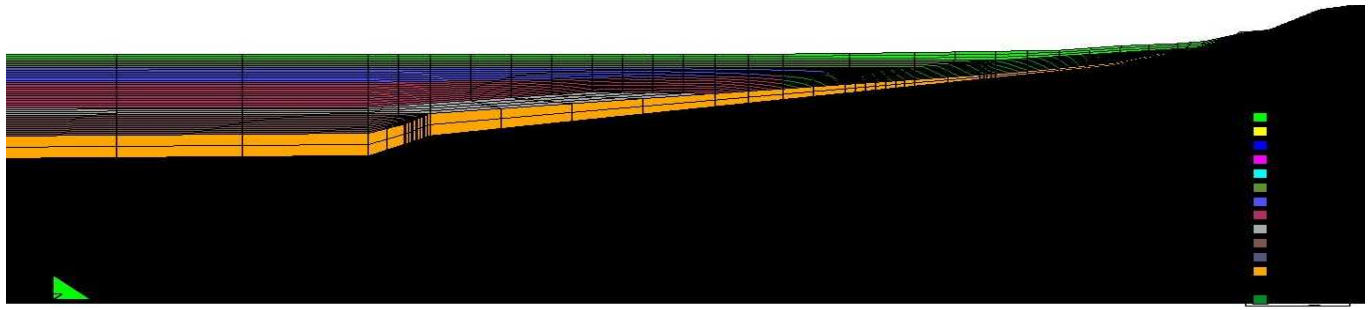


Figura 5.3 Materiales Sección 1. Cerros Suba

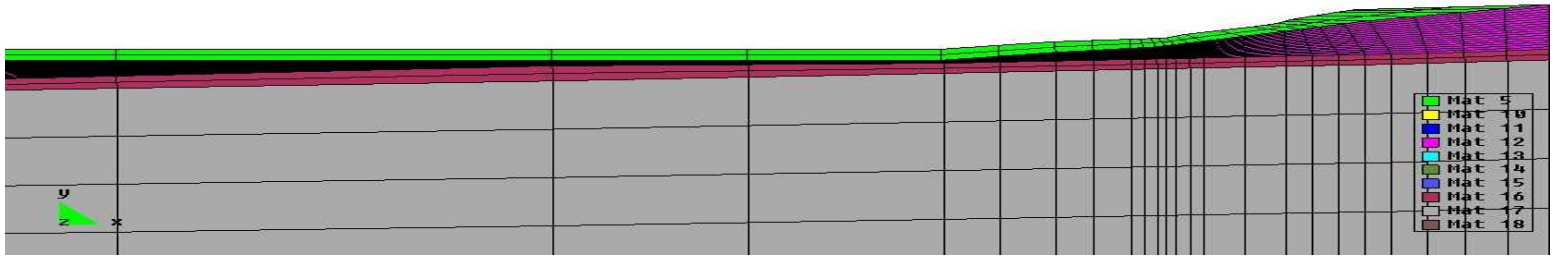


Figura 5.4. Materiales Sección 2. Cerros Orientales

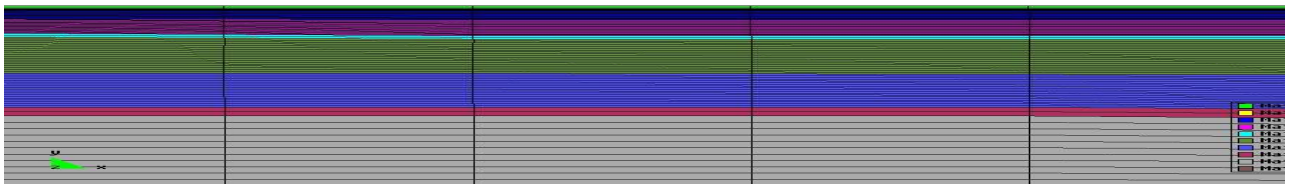


Figura 5.5. Materiales Sección 2. Zona Lacustre

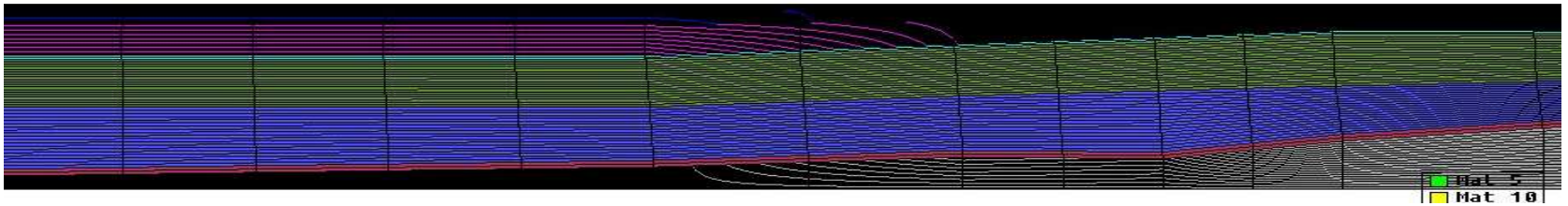


Figura 5.6. Materiales Sección 2. Zona Lacustre Occidental

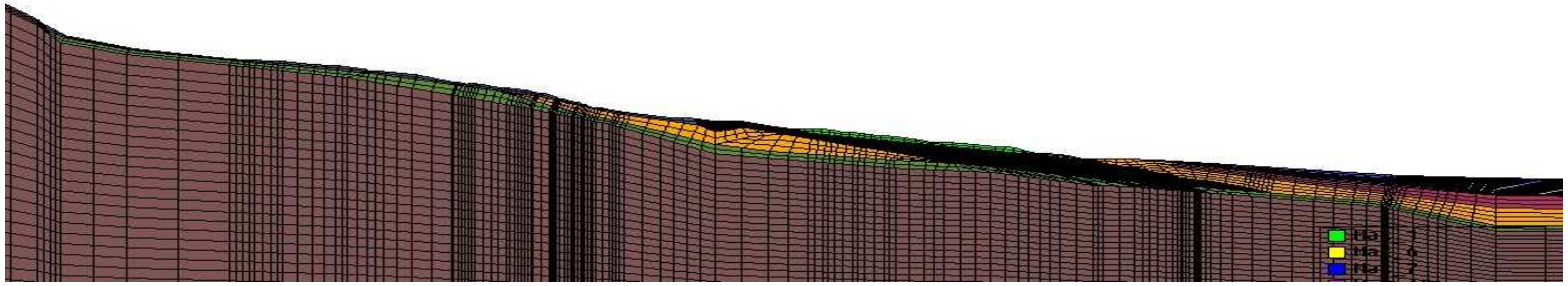


Figura 5.7. Materiales Sección 3. Cerros Orientales



Figura 5.8. Materiales Sección 3. Zona Lacustre

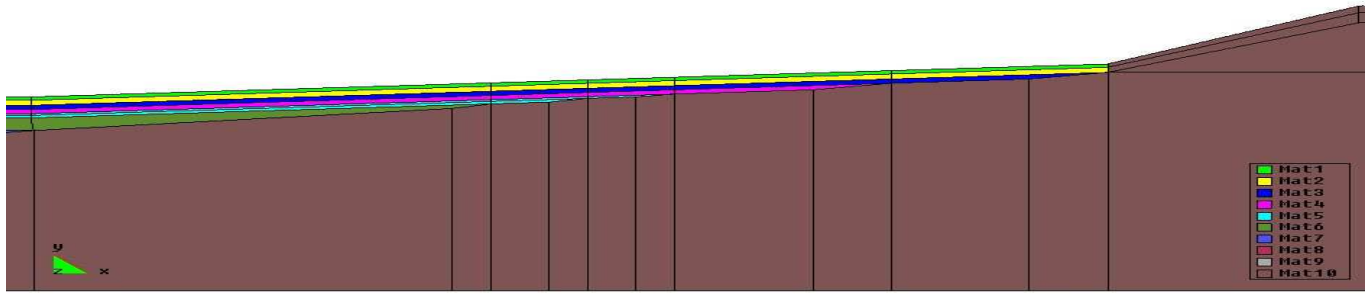


Figura 5.9. Materiales Sección 4. Cerros Orientales



Figura 5.10 Materiales Sección 4. Zona de Trasición

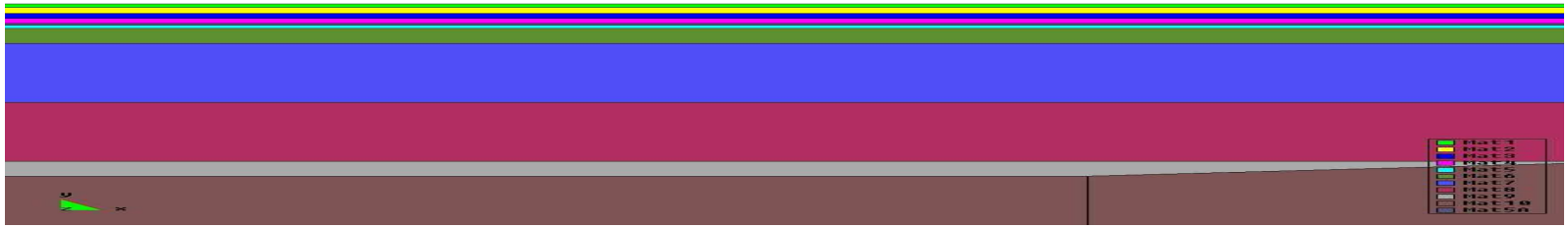


Figura 5.11. Materiales Sección 4. Zona de Terrazas y Conos aluviales del Tunjuelo

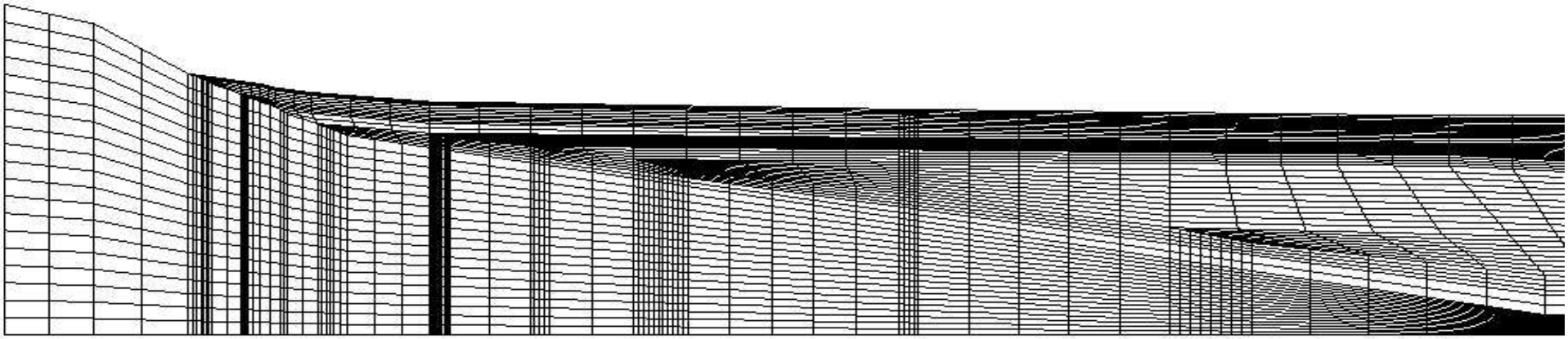


Figura 5.12a. Malla Sección 1 Cerros Orientales. Quad4M y Flac3D

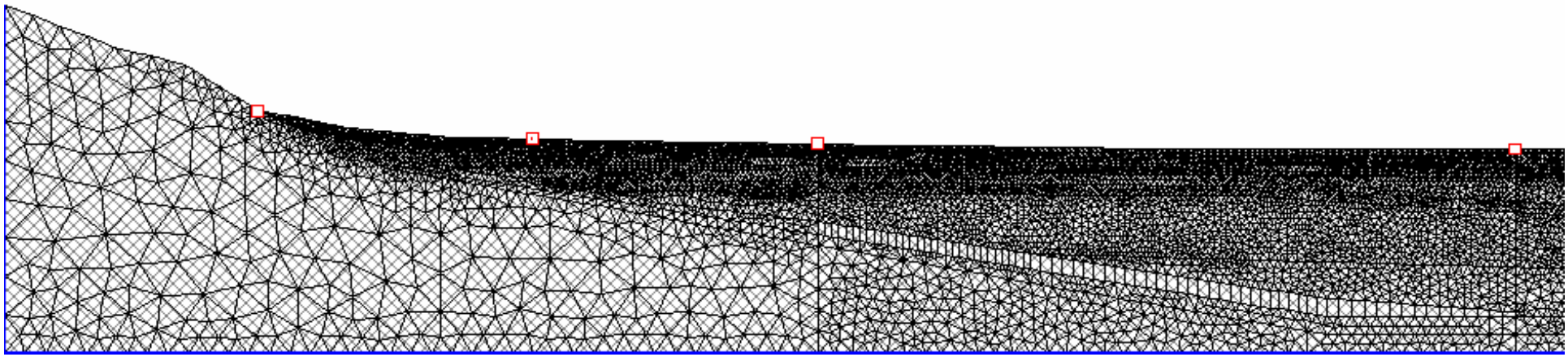


Figura 5.12b. Malla Sección 1 Cerros Orientales. Quake

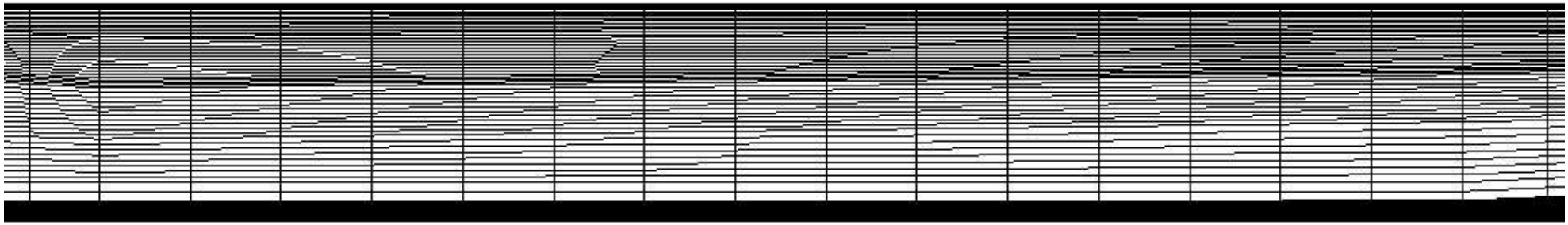


Figura 5.13a. Malla Sección 1 Zona Lacustre. Quad4M y Flac3D

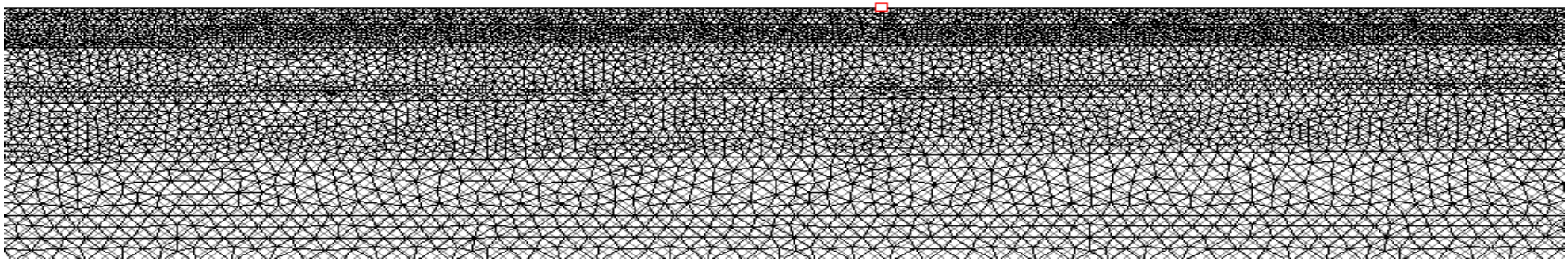


Figura 5.13b. Malla Sección 1 Zona Lacustre. Quake

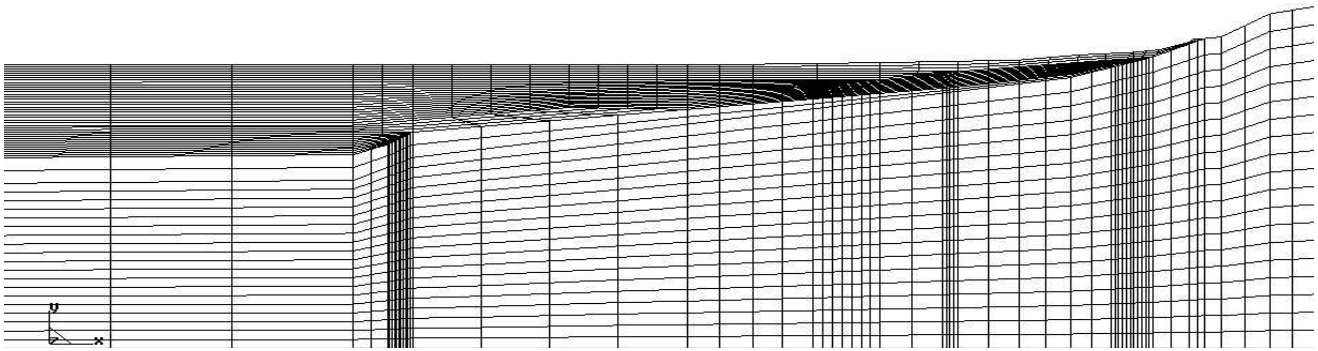


Figura 5.14a. Malla Sección 1 Cerros de Suba. Quad4M y Flac3D

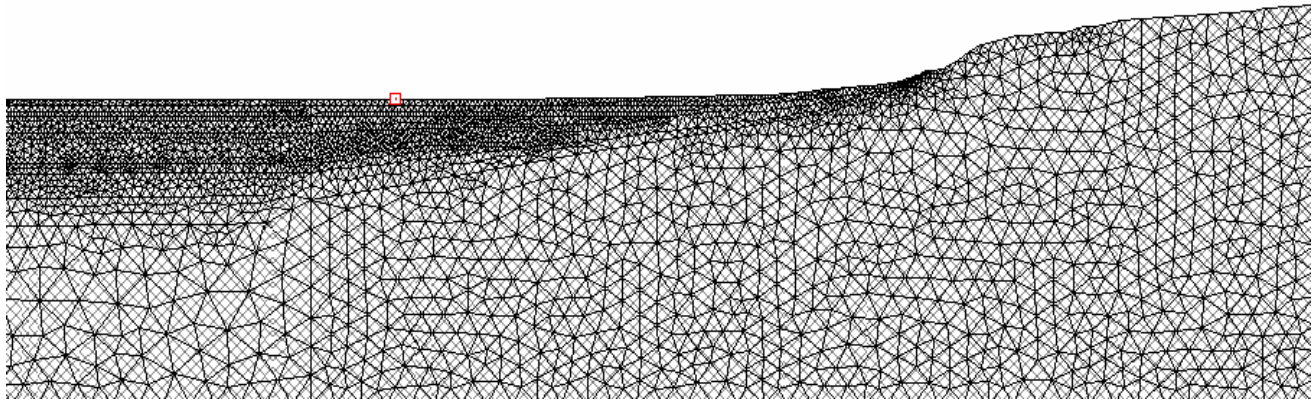


Figura 5.14b. Malla Sección 1 Cerros de Suba. Quake

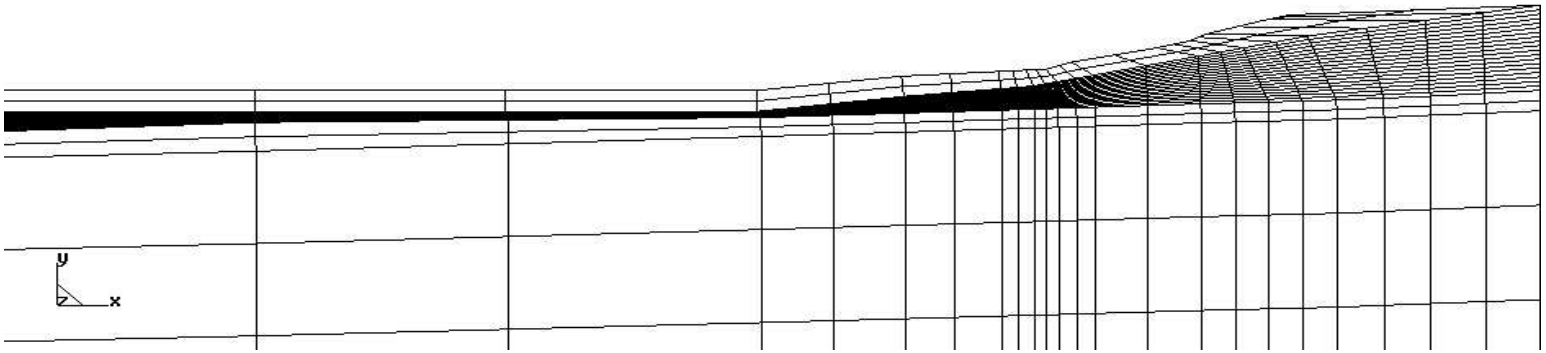


Figura 5.15a. Malla Sección 2 Cerros Orientales. Quad4M

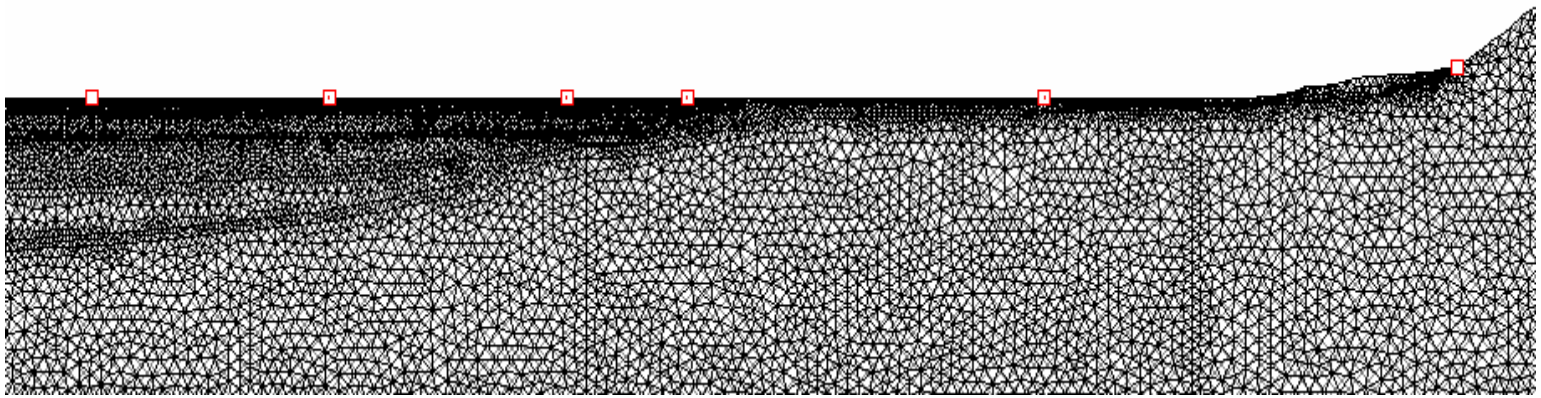


Figura 5.15b. Malla Sección 2 Cerros Orientales. Quake



Figura 5.16a. Malla Sección 2 Zona Lacustre. Quad4M

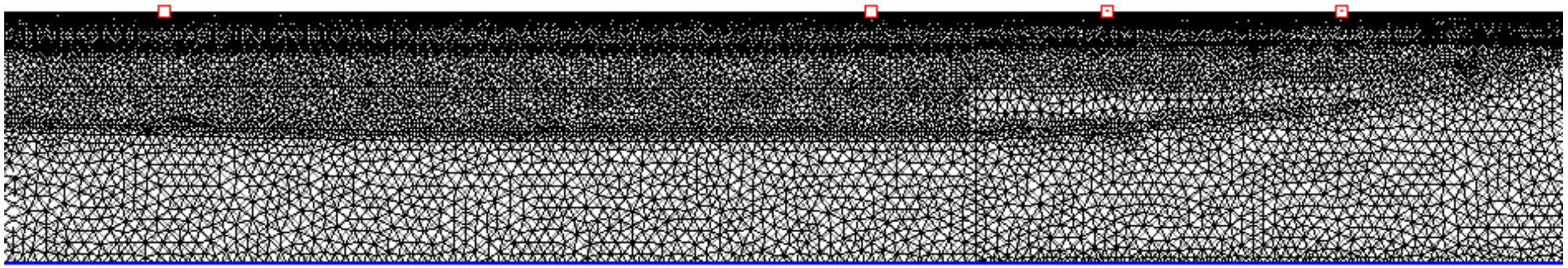


Figura 5.16b. Malla Sección 2 Zona Lacustre. Quake

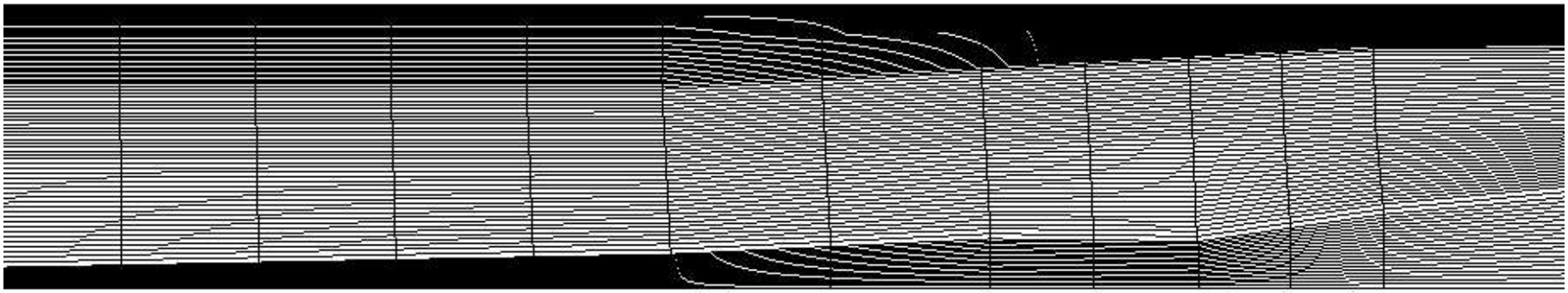


Figura 5.17a. Malla Sección Zona Lacustre Occidental. Quad4M

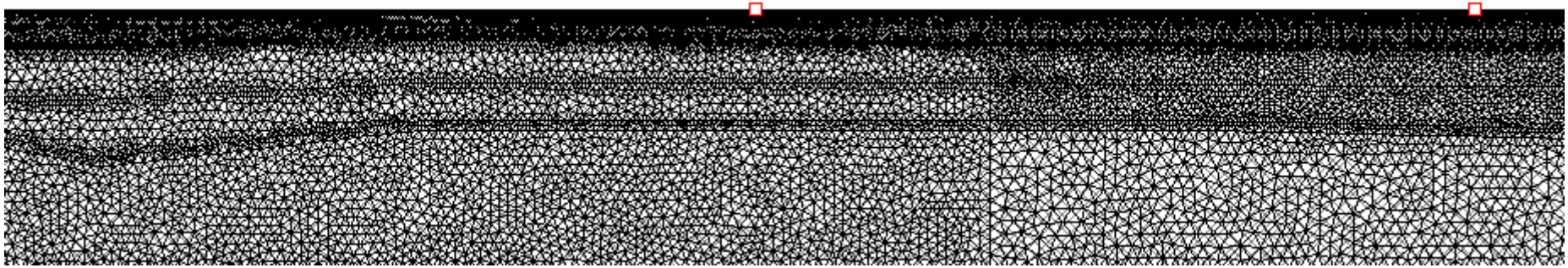


Figura 5.17b. Malla Sección Zona Lacustre Occidental. Quake

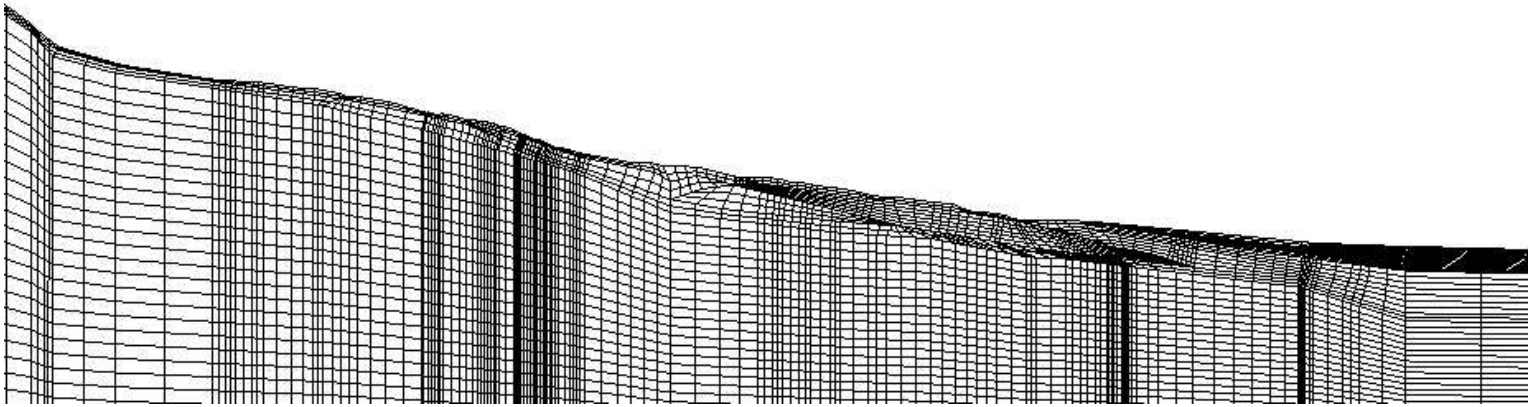


Figura 5.18a. Malla Sección 3 Zona Cerros Orientales. Quad4M

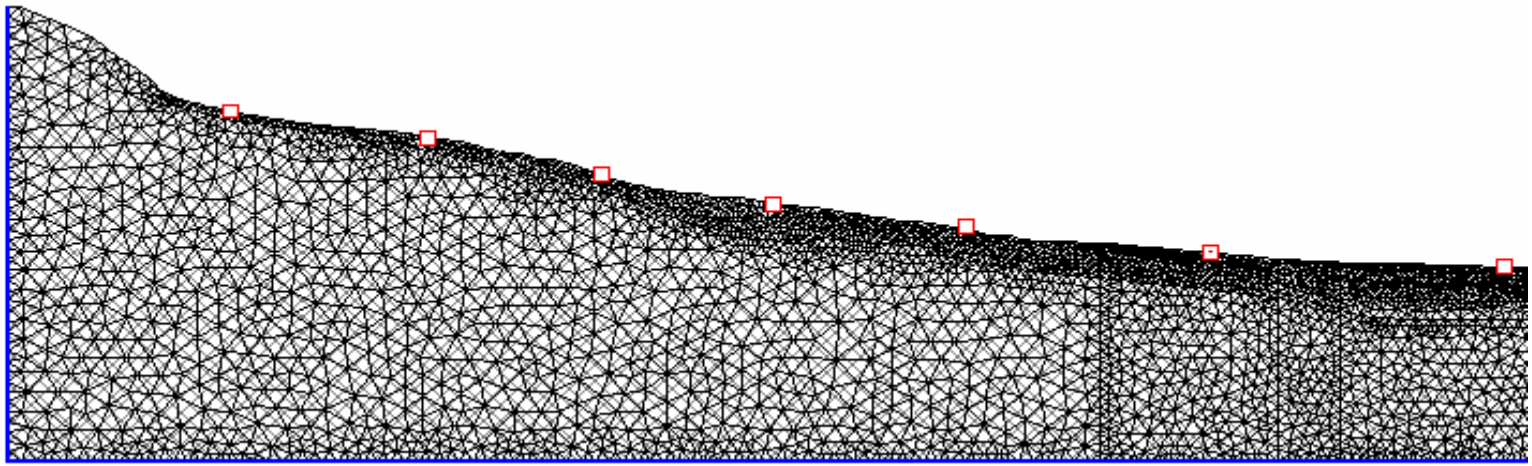


Figura 5.18b. Malla Sección 3 Zona Cerros Orientales. Quake

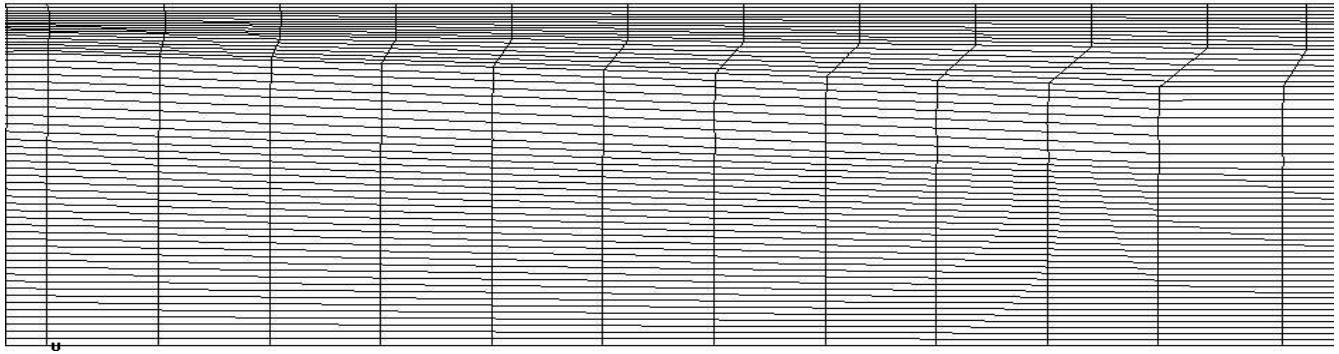


Figura 5.19a. Malla Sección 3 Zona Lacustre. Quad4M

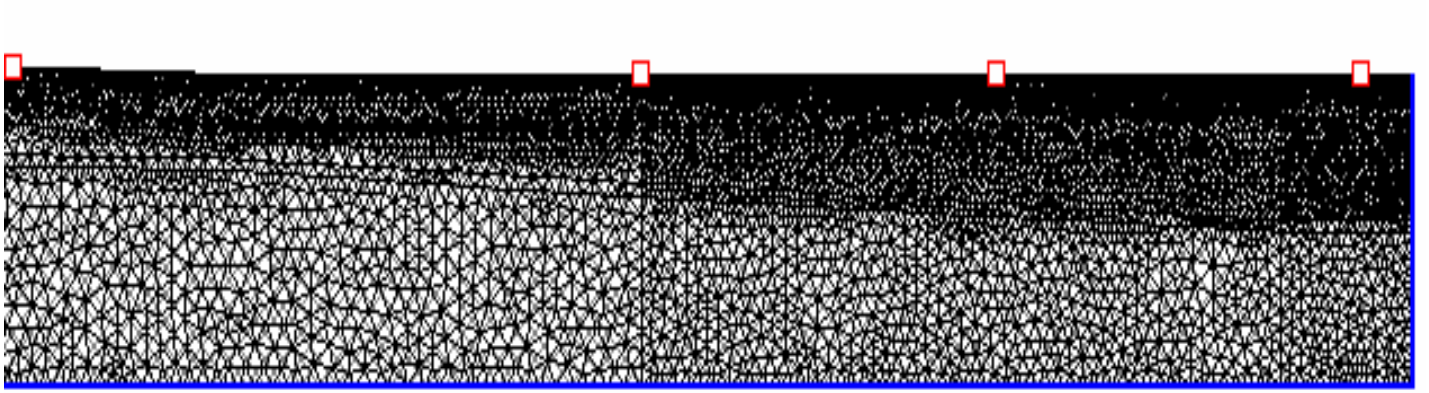


Figura 5.19b. Malla Sección 3 Zona Lacustre. Quake

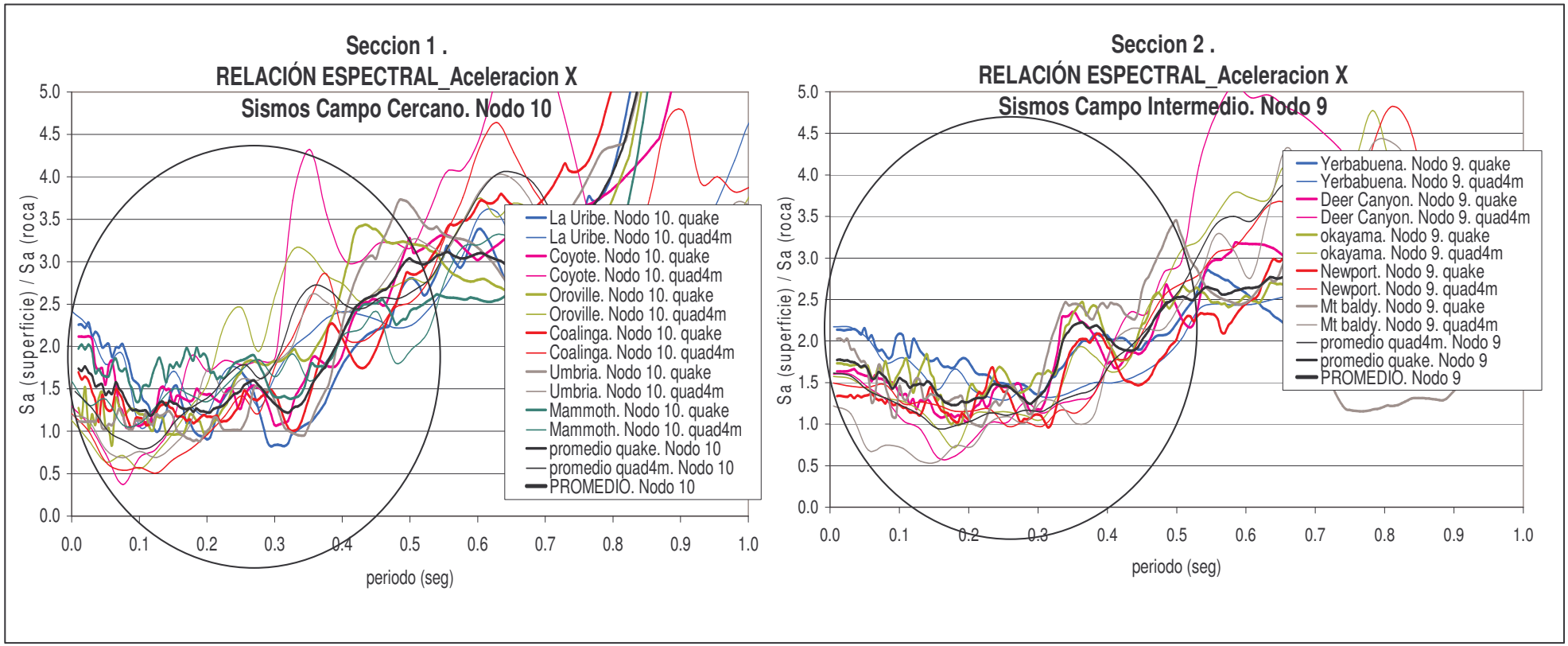


Figura 5.20. Para T< 0.5 seg para sismos cercanos e intermedios en todas las zonas. Zonas de cerros y piedemonte

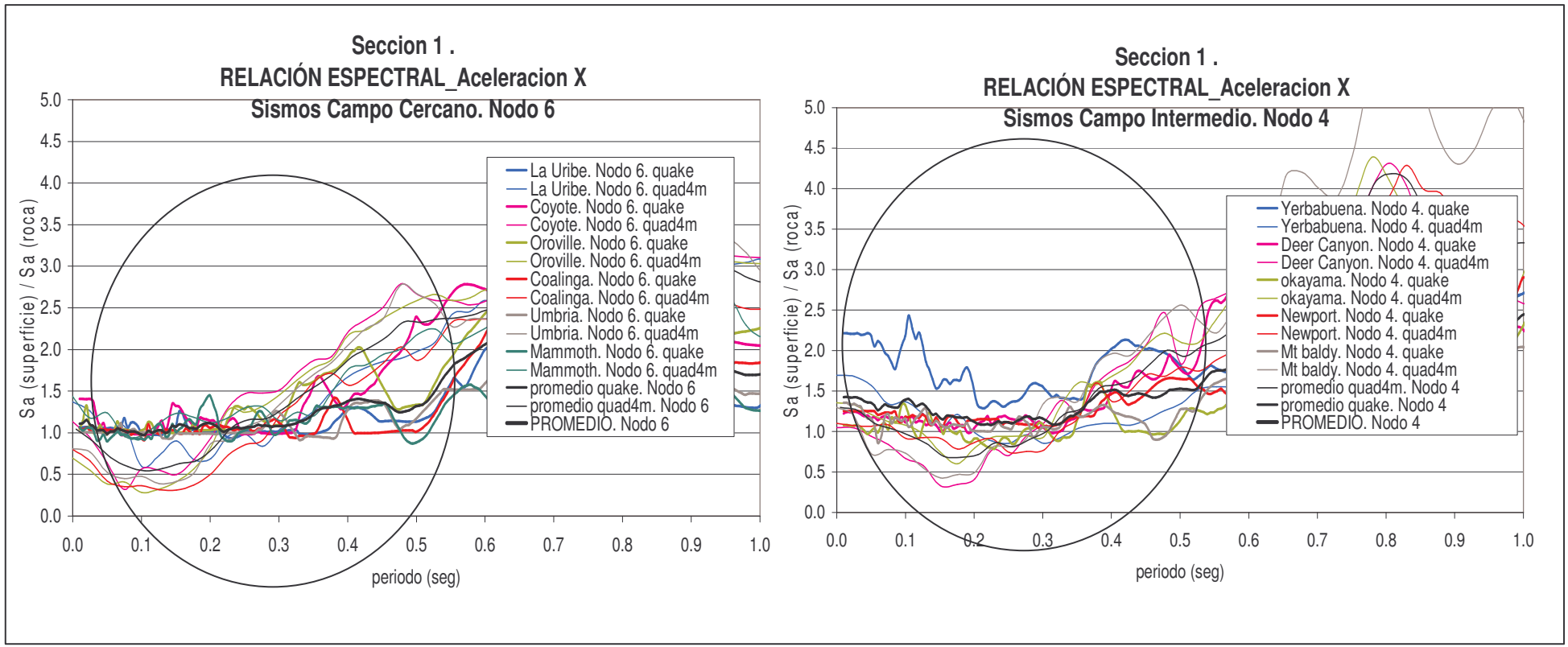


Figura 5.21. Para T< 0.5 seg para sismos cercanos e intermedios en todas las zonas
Zonas de cerros y piedemonte. Ver Figura 5.21

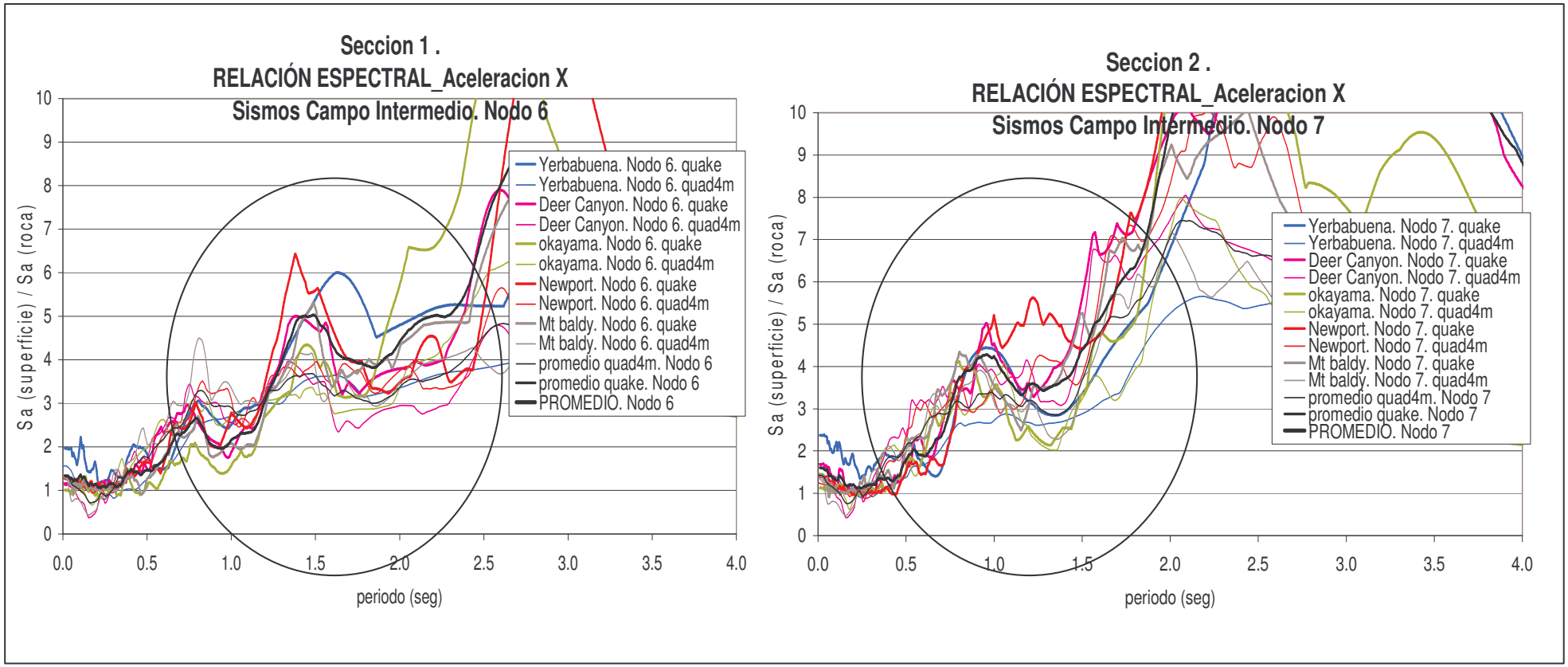


Figura 5.22. Para T< 2.0 seg para sismos intermedios en la zonas 3 y 4. Ver Figura 5.22

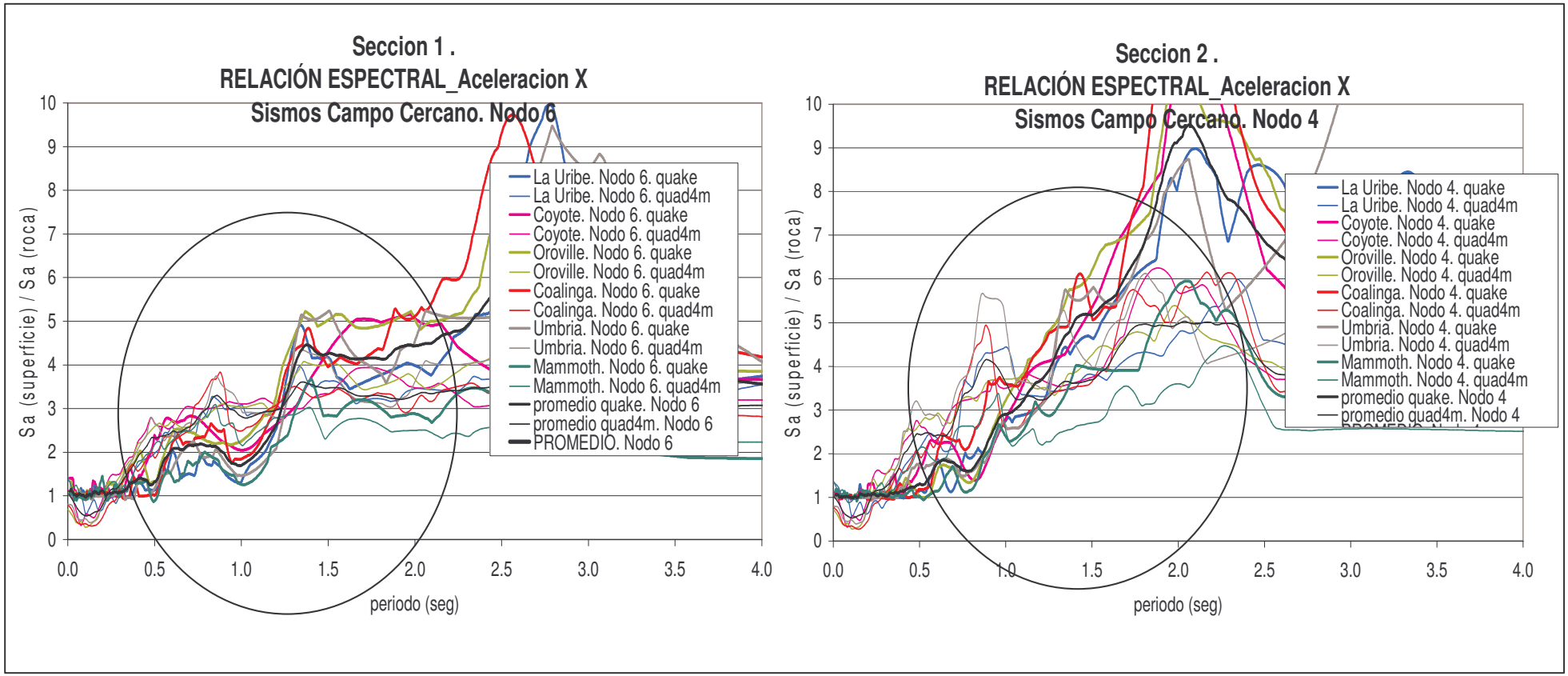


Figura 5.23. Para T< 1.5 seg para sismos cercanos en las zonas 3 y 4. Ver Figura 5.23

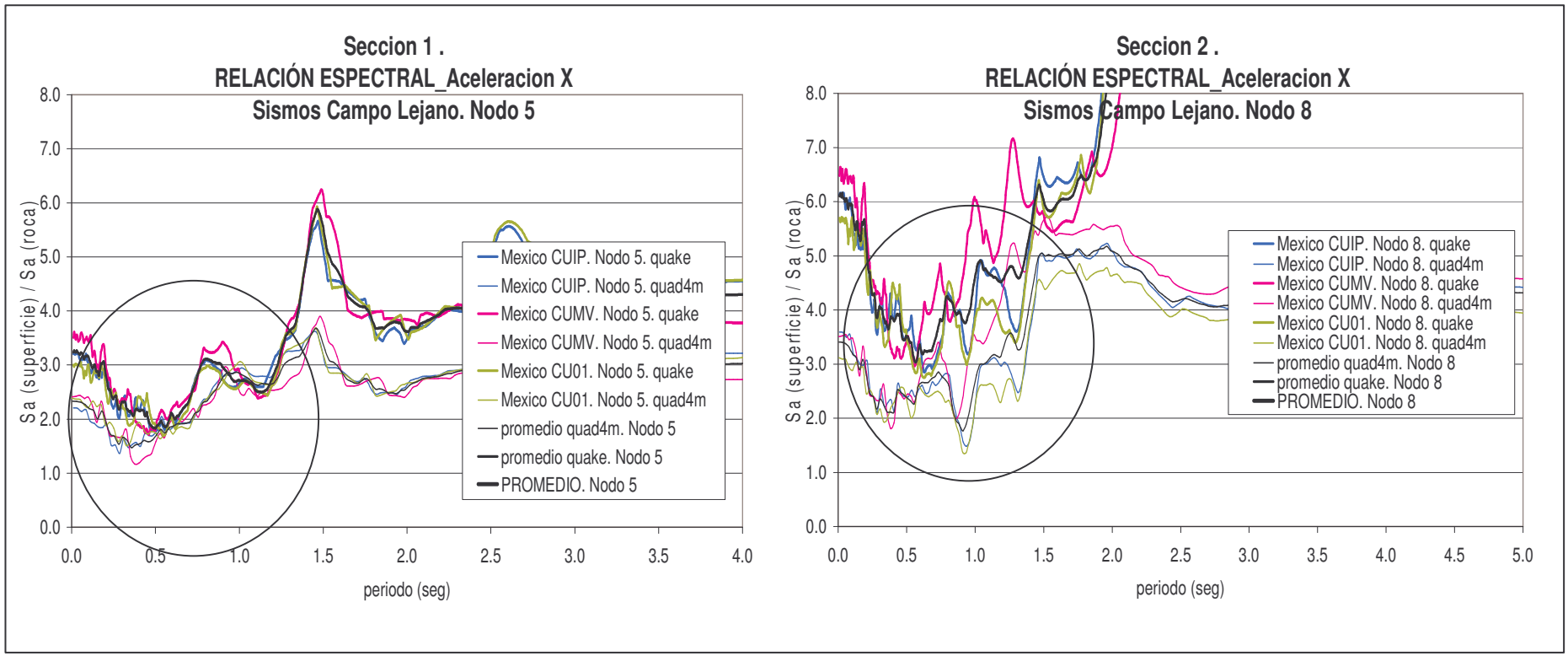


Figura 5.24. Para T< 1.3 seg para sismos lejanos en las zonas 3 y 4. Ver Figura 5.24

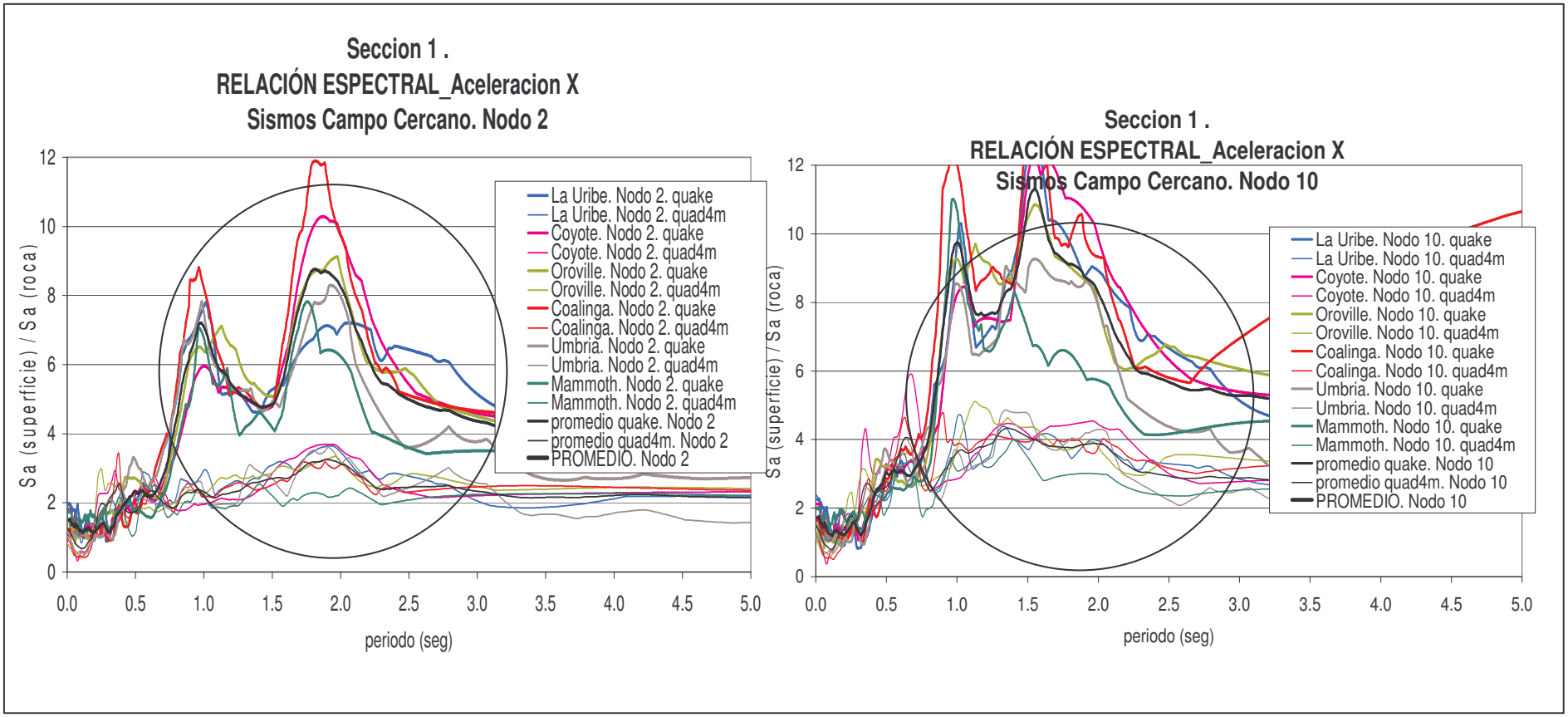


Figura 5.25. T > 0.5 seg para sismos cercanos en la zona de piedemonte. Ver Figura 5.25

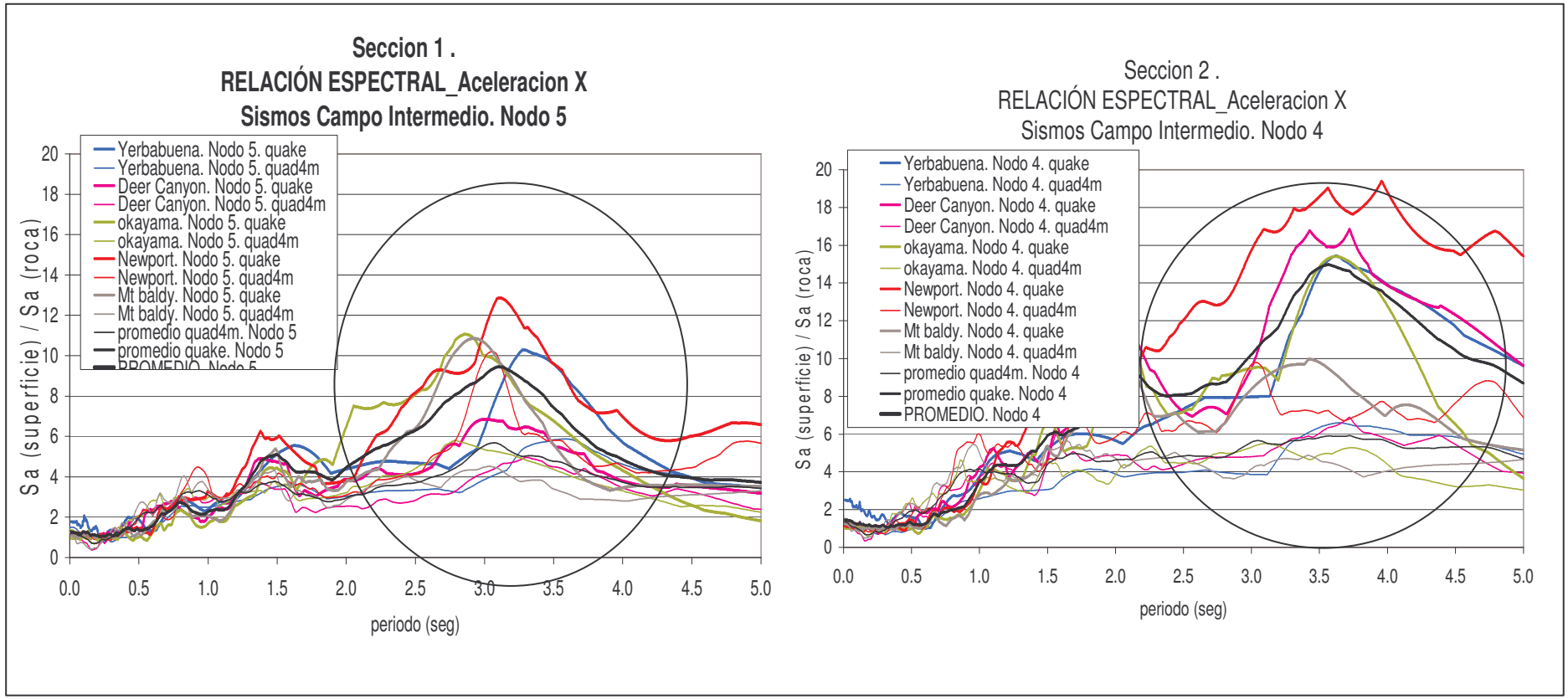


Figura 5.26. Para T > 1.5 - 2.0 para sismos cercanos e intermedios (último pico respuesta del deposito); en la zonas 3 y 4 . Ver Figura 5.26

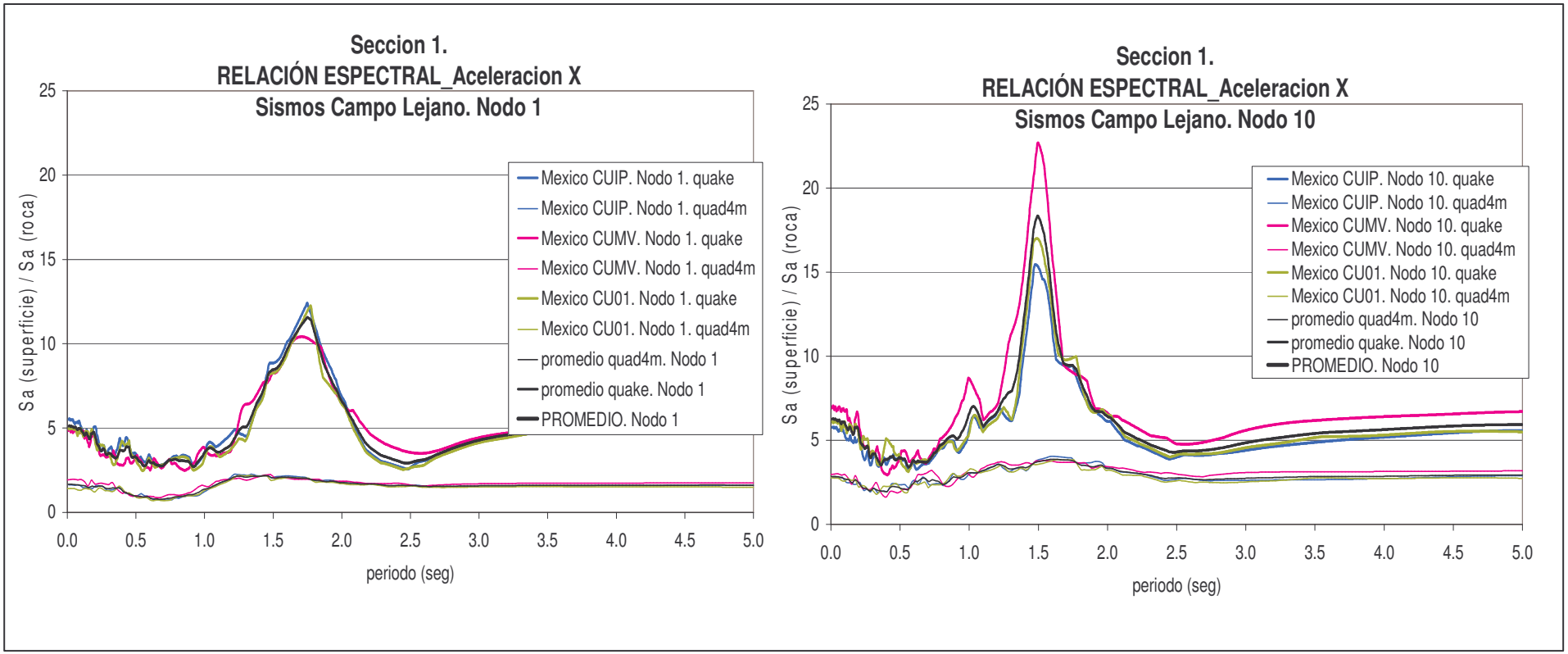


Figura 5.27. Para todo T en las zonas de piedemonte.

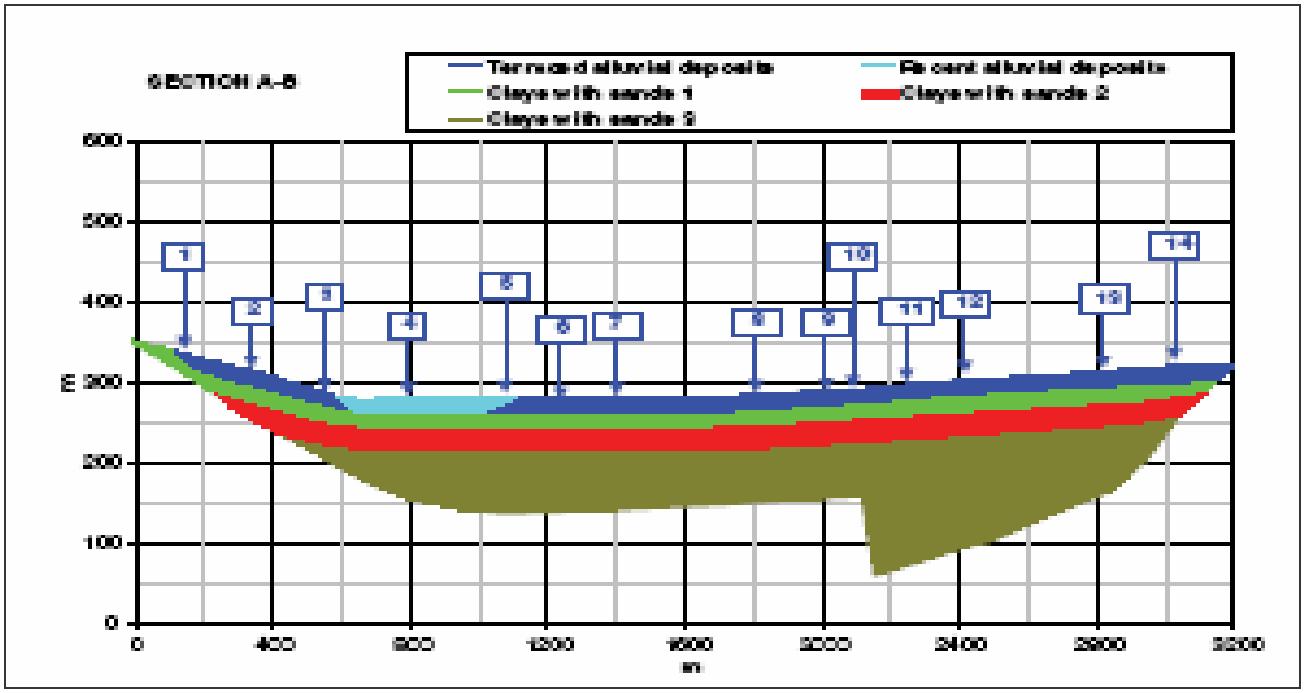


Figura 5.28. Sección de Análisis para Validación de Resultados

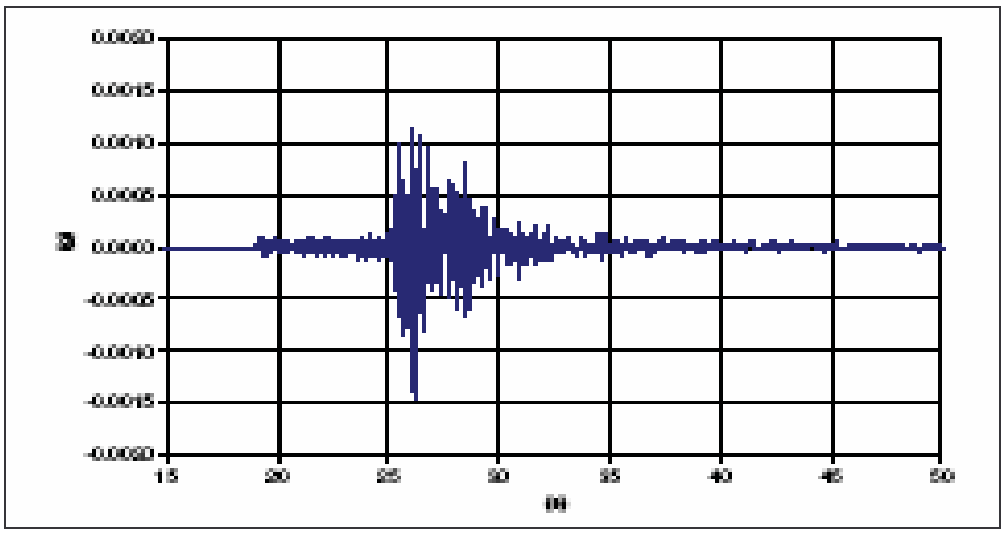


Figura 5.29 Acelerograma instrumentado

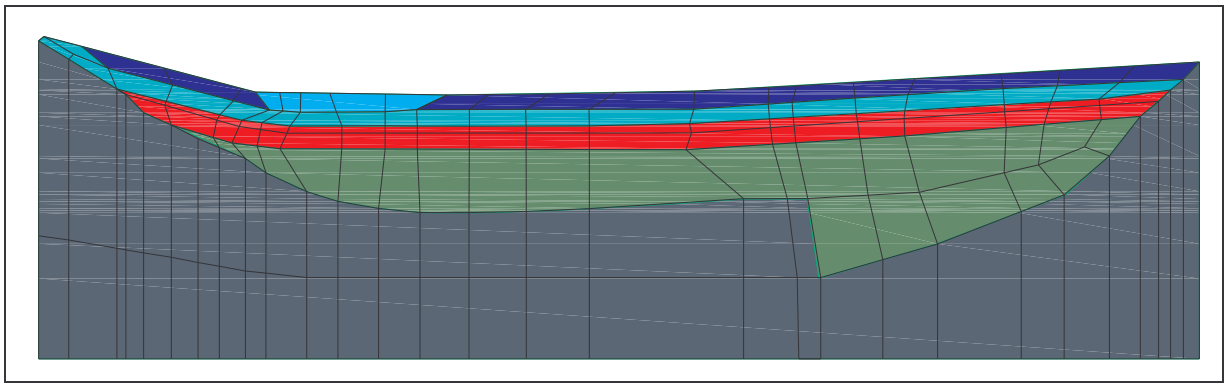


Figura 5.30 Modelo de análisis

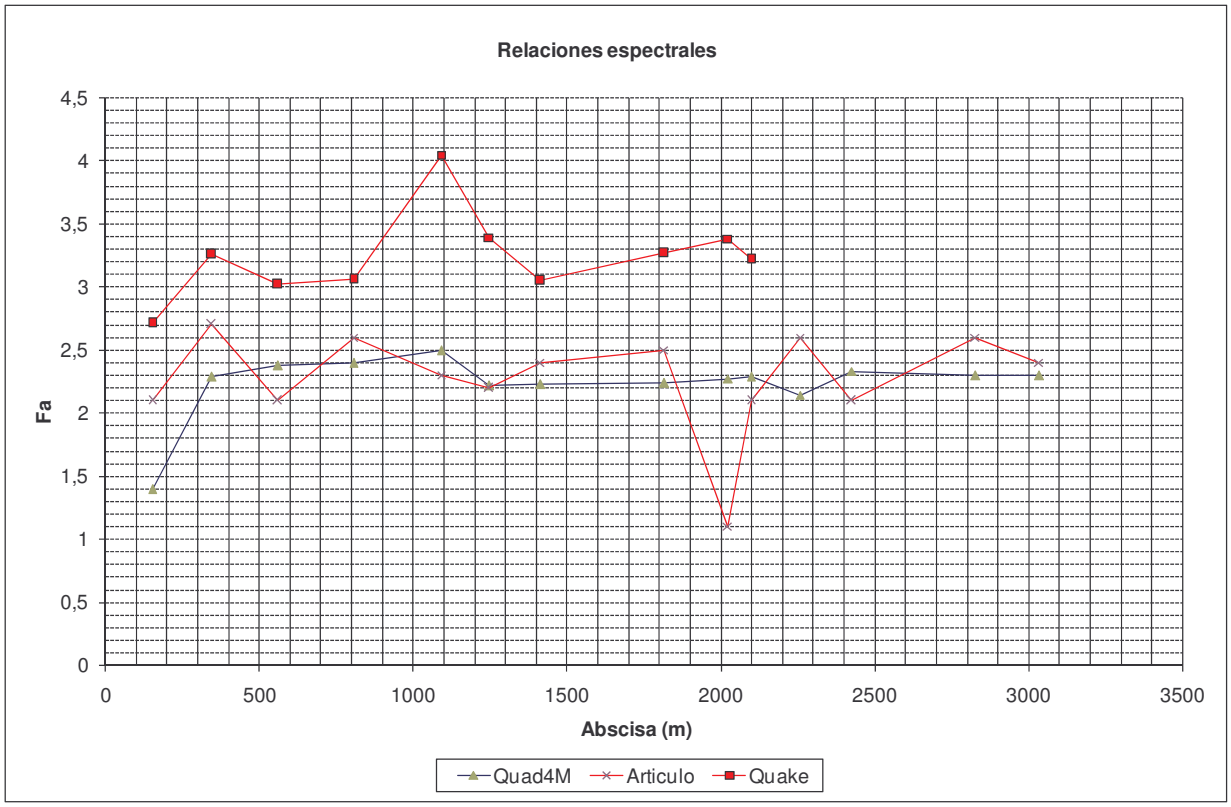


Figura 5.31 Comparación de resultados de SI, articulo, quad4M y Quake

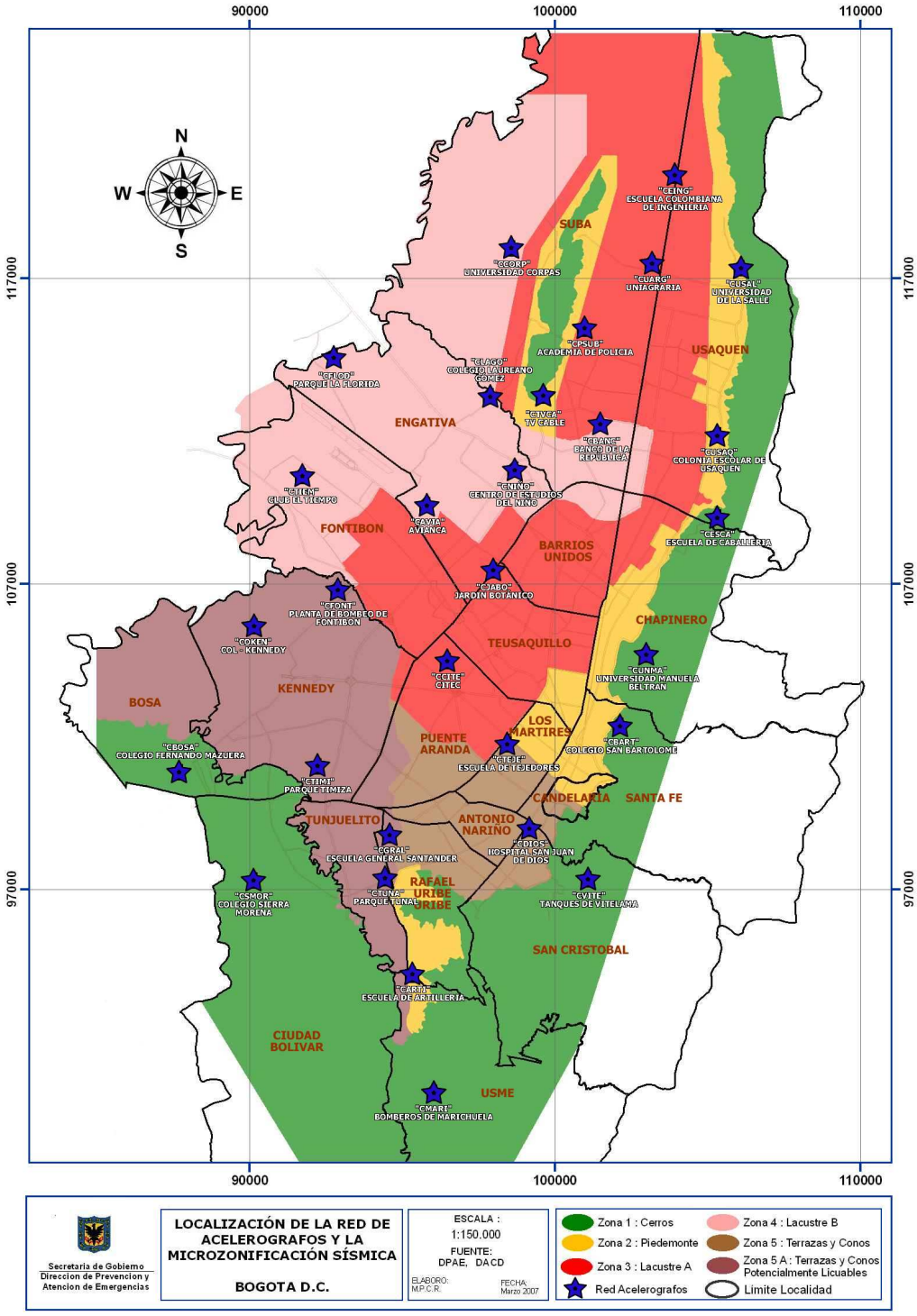


Figura 6.1. Localización de las estaciones de registro acelerográfico de la red de Bogotá

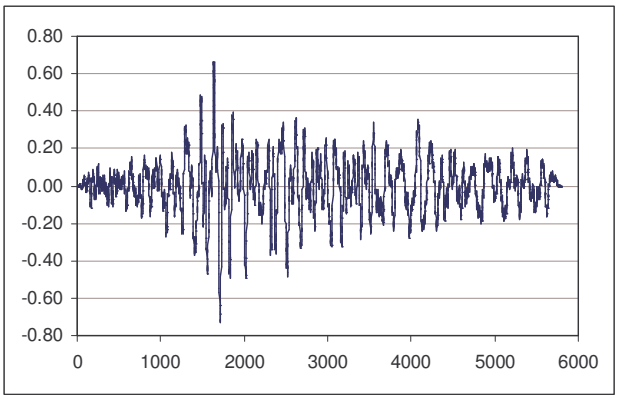


Figura 6.2. Registros de Aceleración Norte – Sur. Colegio San Bartolomé

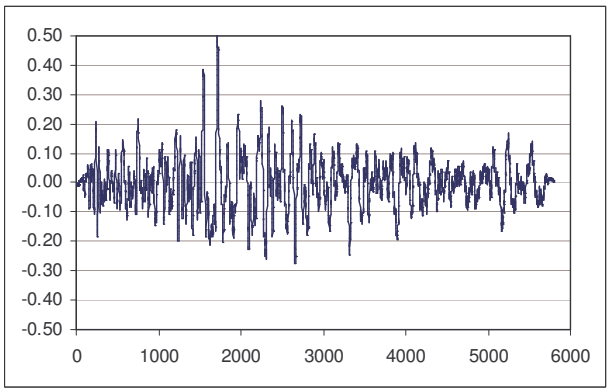


Figura 6.3. Registros de Aceleración Vertical. Colegio San Bartolomé

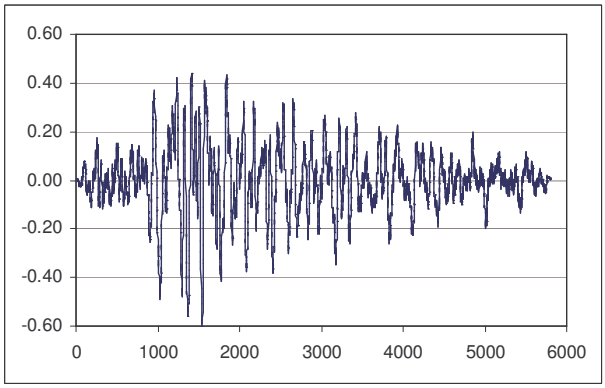


Figura 6.4. Registros de Aceleración Este – Oeste. Colegio San Bartolomé

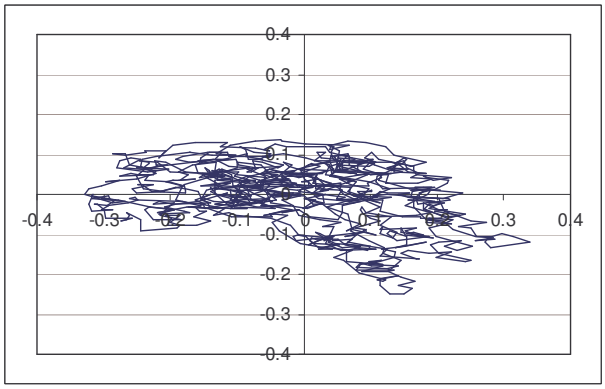


Figura 6.5. Componentes de Aceleración Norte – Sur V. Colegio San Bartolomé

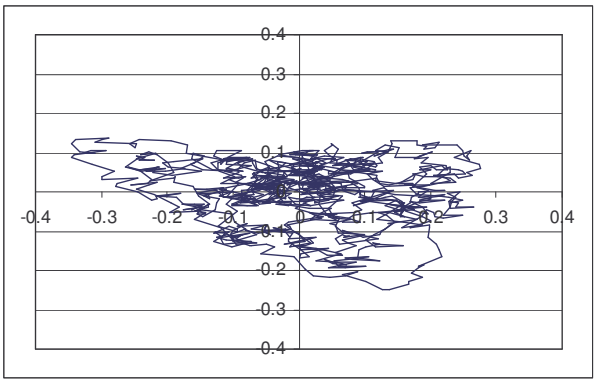


Figura 6.6. Componentes de Aceleración Este – Oeste V. Colegio San Bartolomé

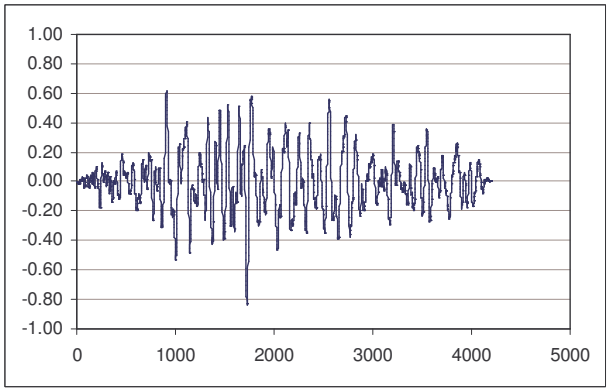


Figura 6.7. Registros de Aceleración Norte – Sur. Academia de Policía Suba

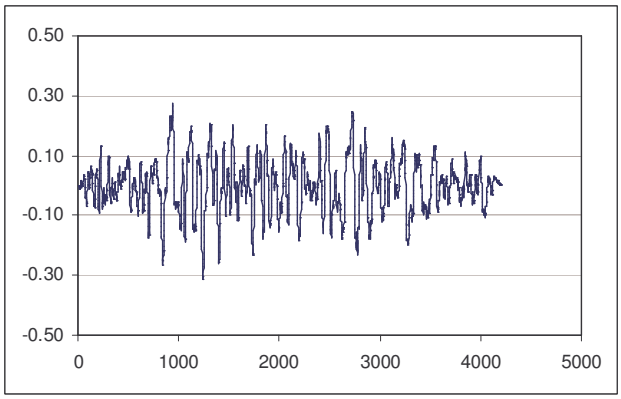


Figura 6.8. Registros de Aceleración Vertical. Academia de Policía Suba

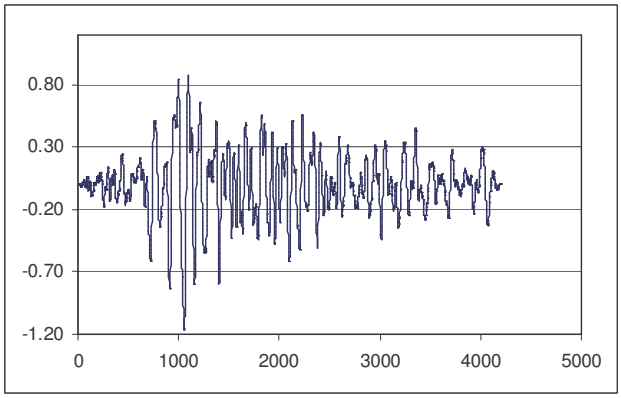


Figura 6.9. Registros de Aceleración Este – Oeste. Academia de Policía Suba

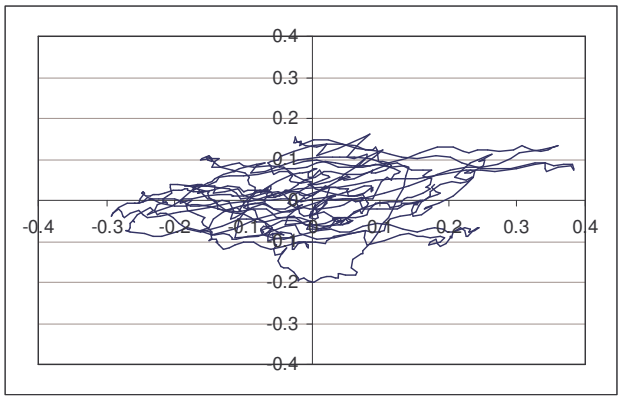


Figura 6.10. Componentes de Aceleración Norte – Sur V. Academia de Policía Suba

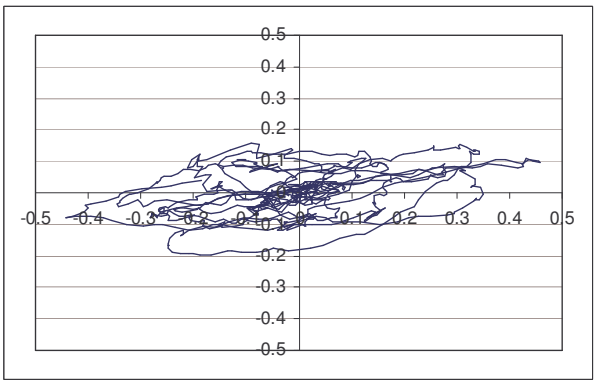


Figura 6.11. Componentes de Aceleración Este – Oeste V. Academia de Policía Suba

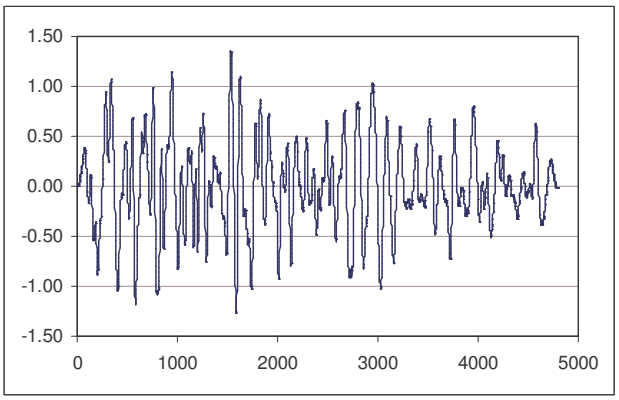


Figura 6.12. Registros de Aceleración Norte – Sur. Universidad de La Salle

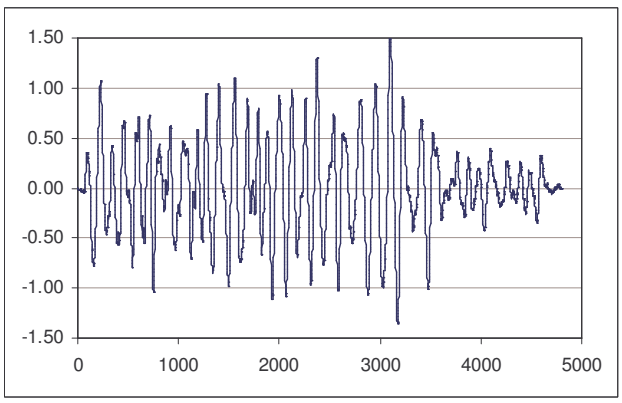


Figura 6.13. Registros de Aceleración Vertical. Universidad de La Salle

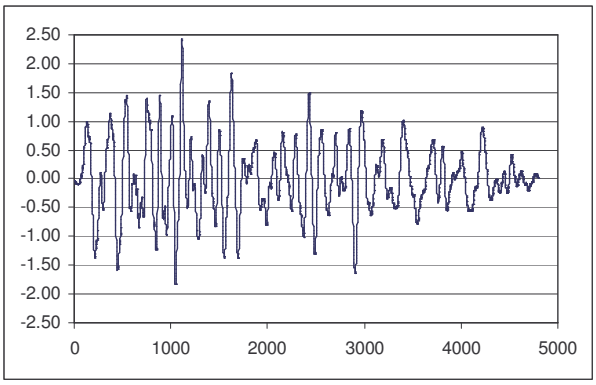


Figura 6.14. Registros de Aceleración Este – Oeste. Universidad de La Salle

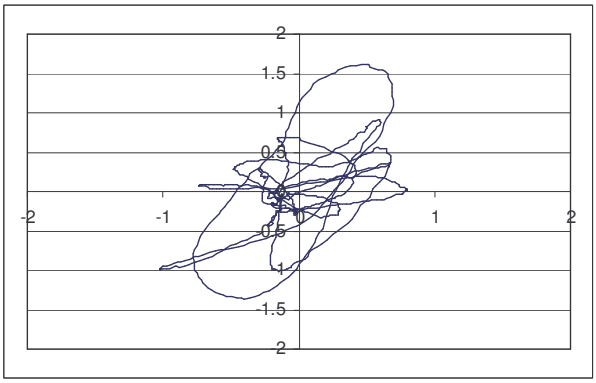


Figura 6.15. Componentes de Aceleración Norte – Sur V. Universidad de La Salle

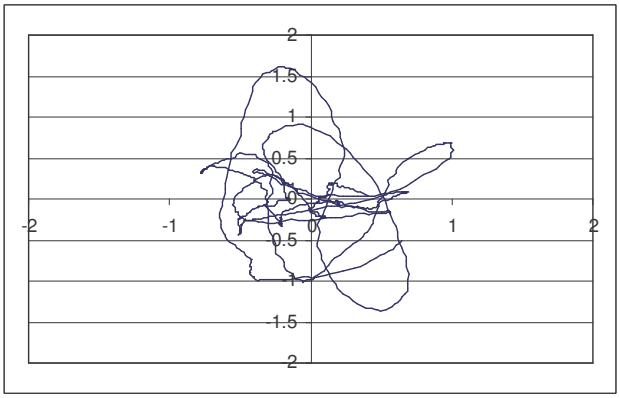


Figura 6.16. Componentes de Aceleración Este - Oeste V. Universidad de La Salle

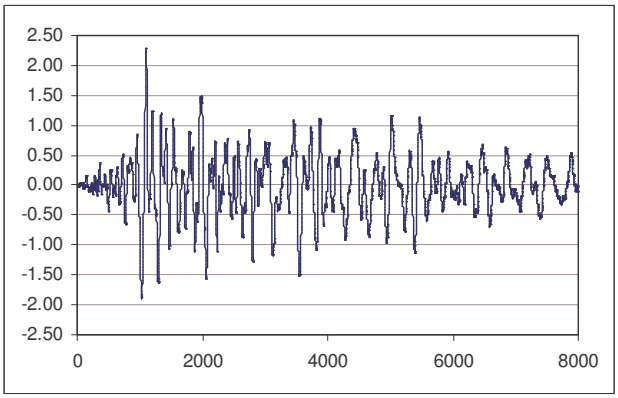


Figura 6.17. Registros de Aceleración Norte – Sur. Universidad Corpas

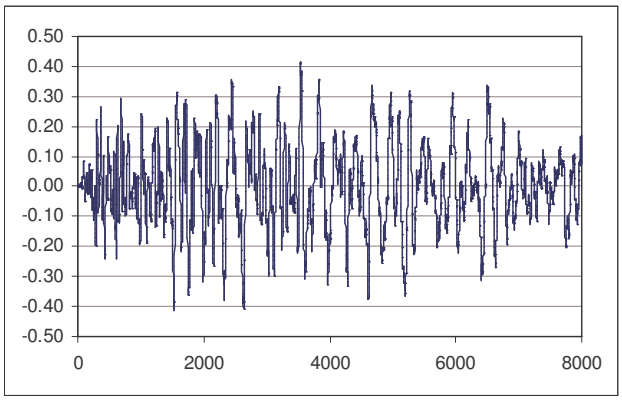


Figura 6.18. Registros de Aceleración Vertical. Universidad Corpas

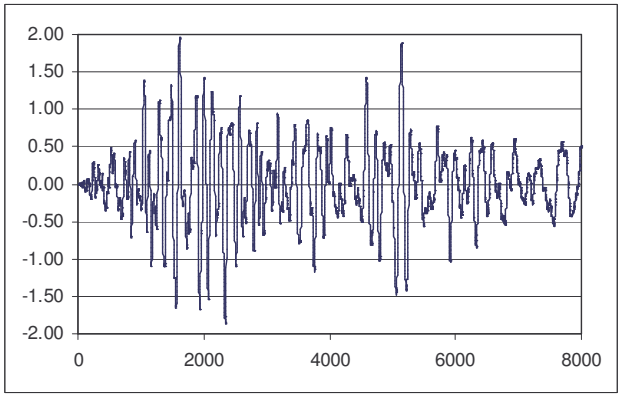


Figura 6.19. Registros de Aceleración Este – Oeste. Universidad Corpas

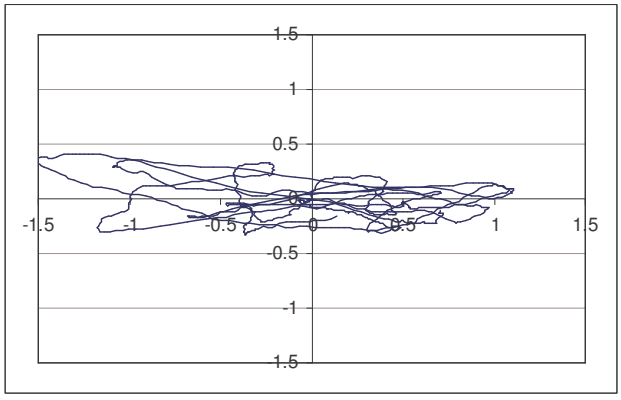


Figura 6.20. Componentes de Aceleración Norte – Sur V. Universidad Corpas

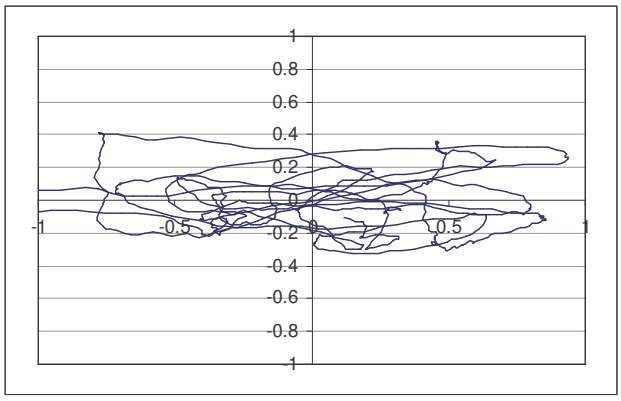


Figura 6.21. Componentes de Aceleración Este – Oeste V. Universidad Corpas

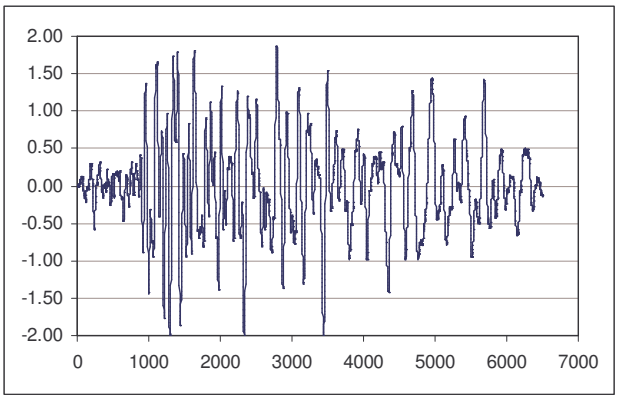


Figura 6.22. Registros de Aceleración Norte – Sur. Escuela Colombiana de Ingeniería

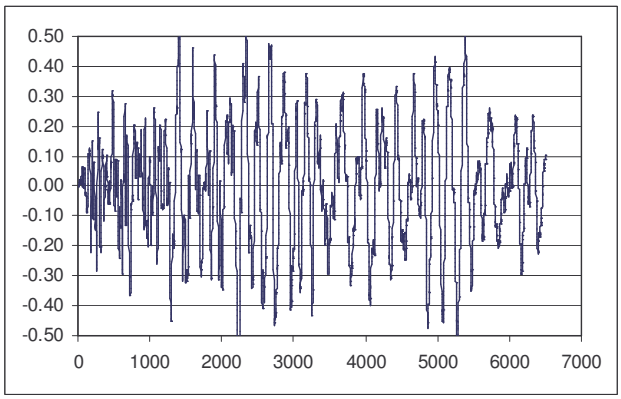


Figura 6.23. Registros de Aceleración Vertical. Escuela Colombiana de Ingeniería

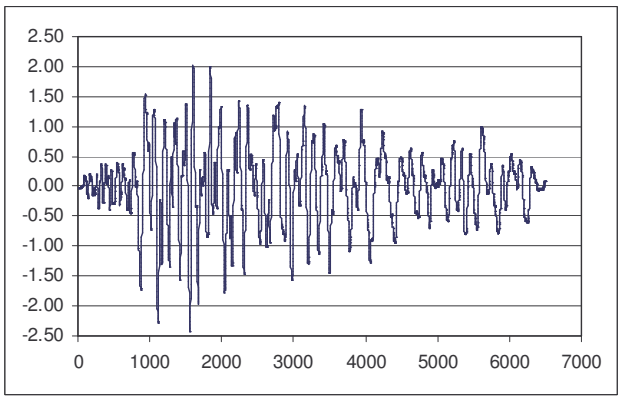


Figura 6.24. Registros de Aceleración Este – Oeste. Escuela Colombiana de Ingeniería

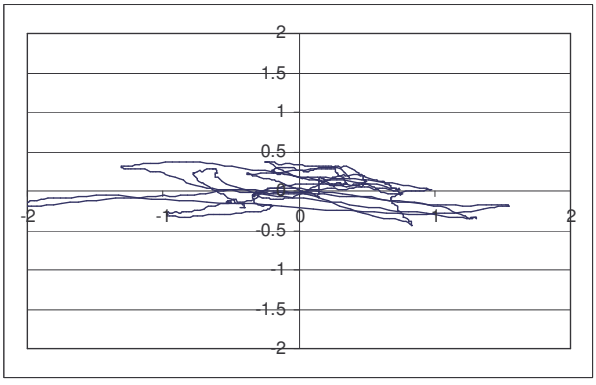


Figura 6.25. Componentes de Aceleración Norte - Sur V. Escuela Colombiana de Ingeniería

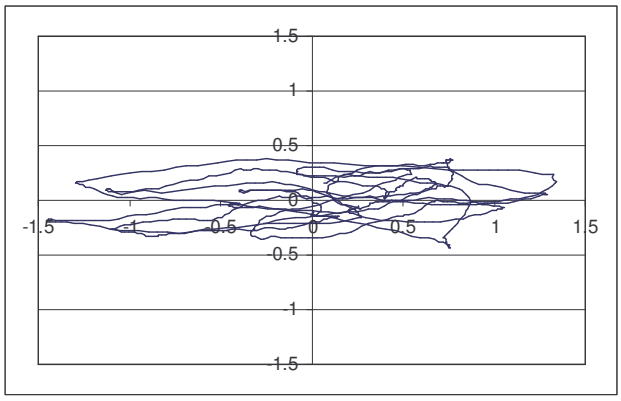


Figura 6.26. Componentes de Aceleración Este – Oeste V. Escuela Colombiana de Ingeniería

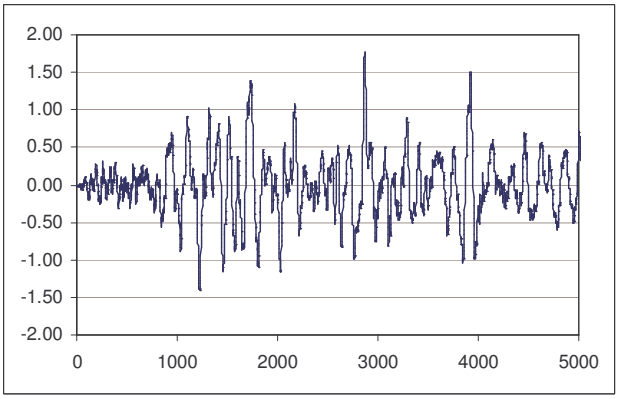


Figura 6.27. Registros de Aceleración Norte – Sur. Avianca

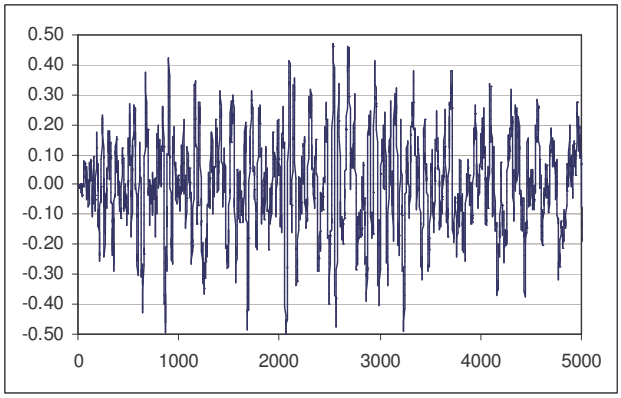


Figura 6.28. Registros de Aceleración Vertical. Avianca

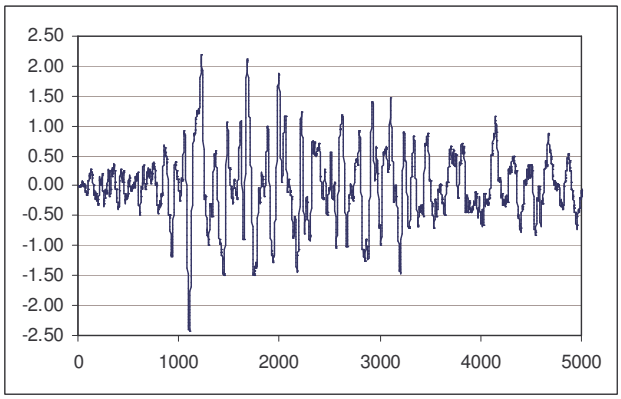


Figura 6.29 Registros de Aceleración Este – Oeste. Avianca

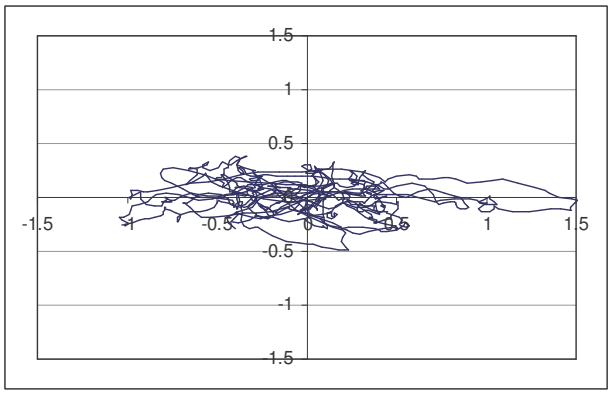


Figura 6.30 Componentes de Aceleración Norte - Sur V. Avianca

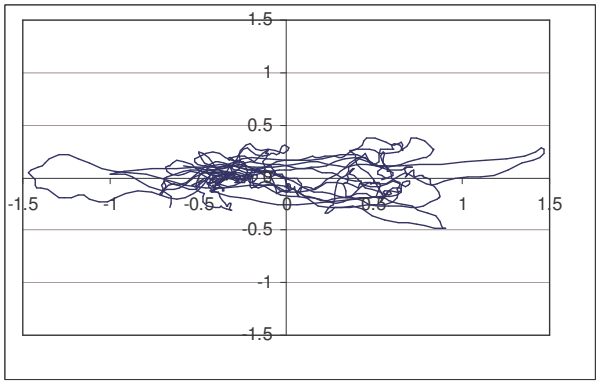


Figura 6.31. Componentes de Aceleración Este – Oeste V. Avianca

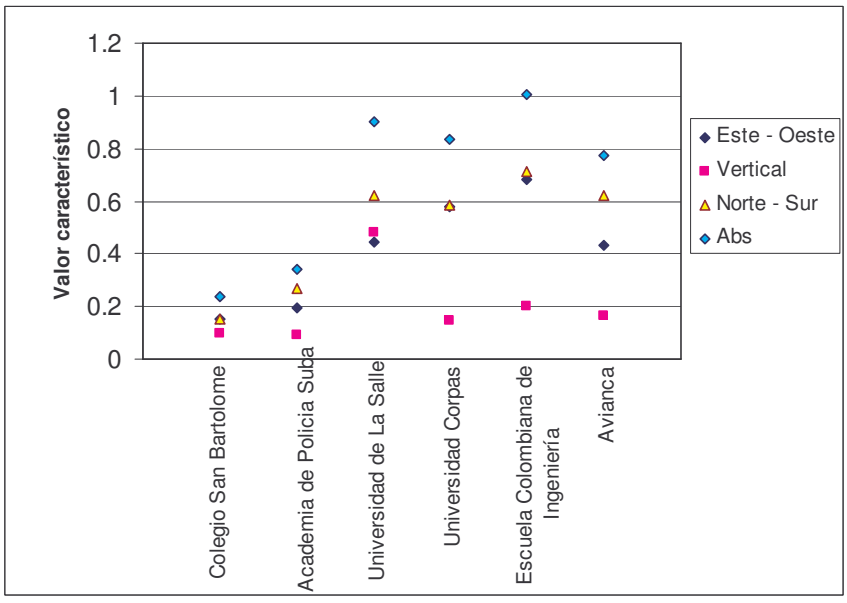


Figura 6.32. Amplificación del depósito en las diferentes estaciones para los tres componentes y el valor absoluto total, en términos de los valores característicos de amplitud de la señal

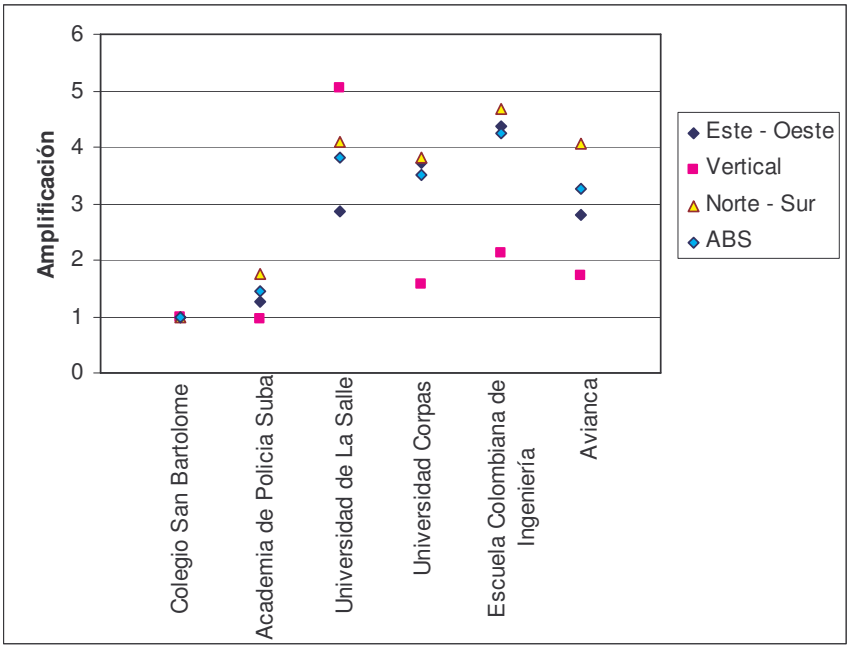


Figura 6.33. Amplificación del depósito en las diferentes estaciones para los tres componentes y el valor absoluto total en términos de amplificación con respecto al valor en roca

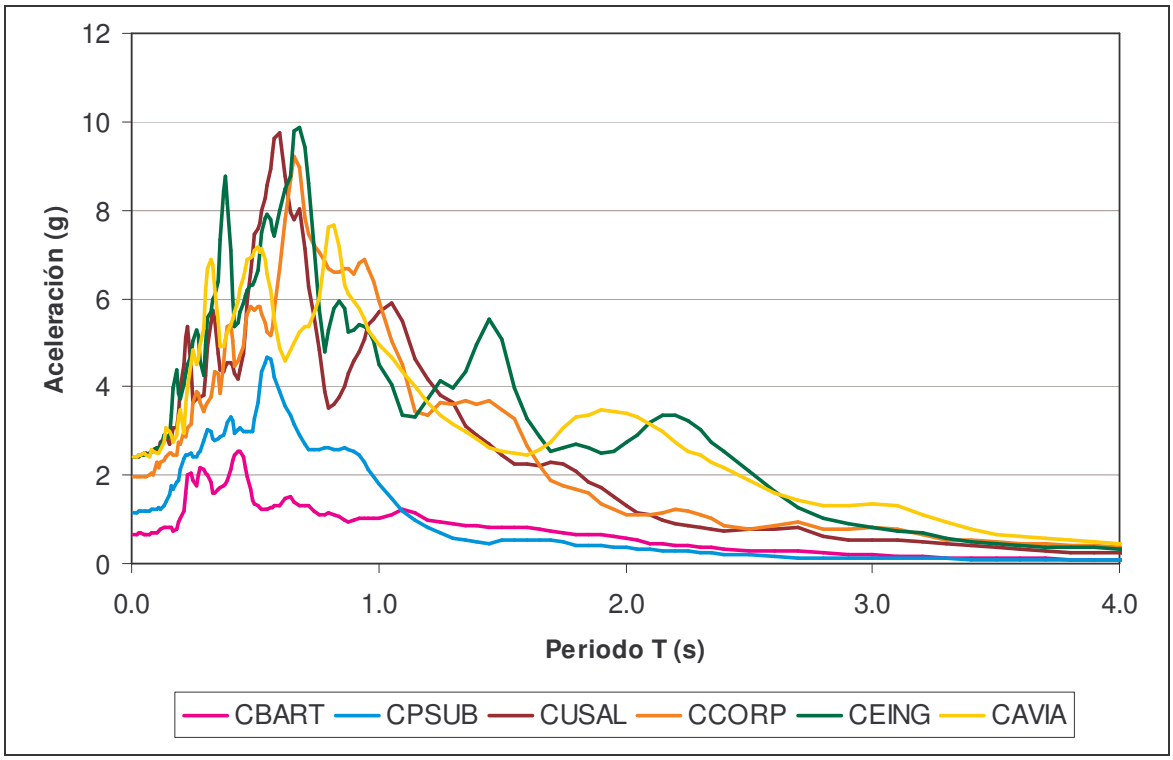


Figura 6.34. Espectros de respuesta elásticos de aceleración para 5% amortiguamiento

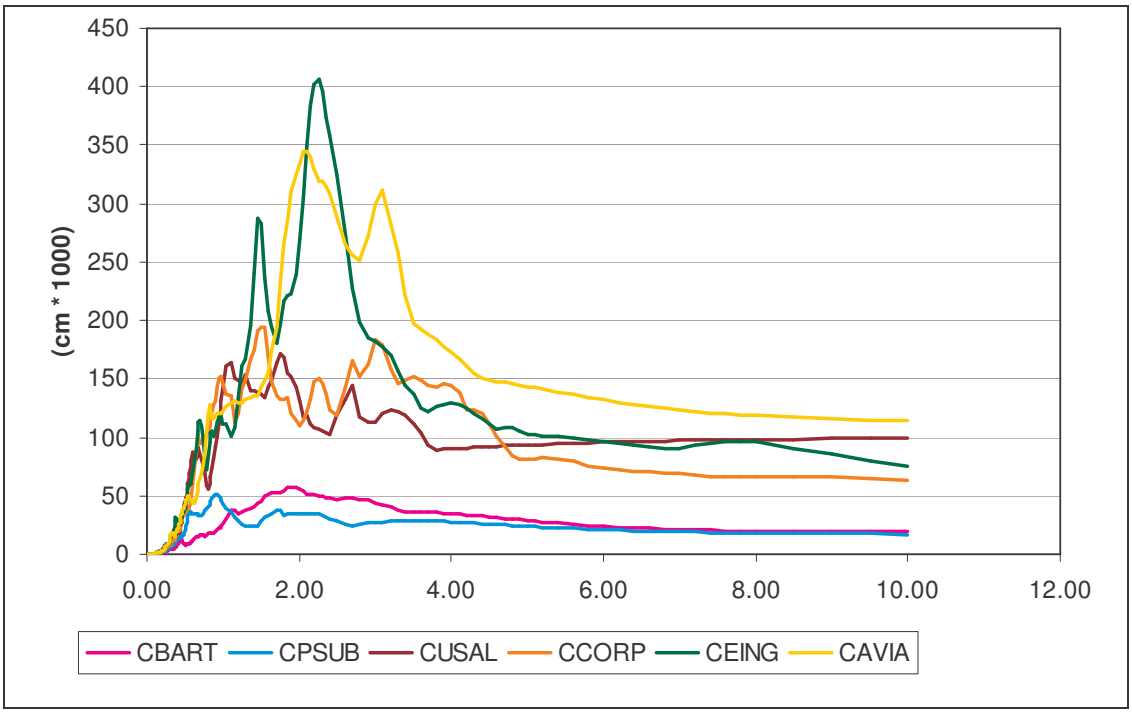


Figura 6.35. Espectros de respuesta elásticos de desplazamientos para 5% amortiguamiento

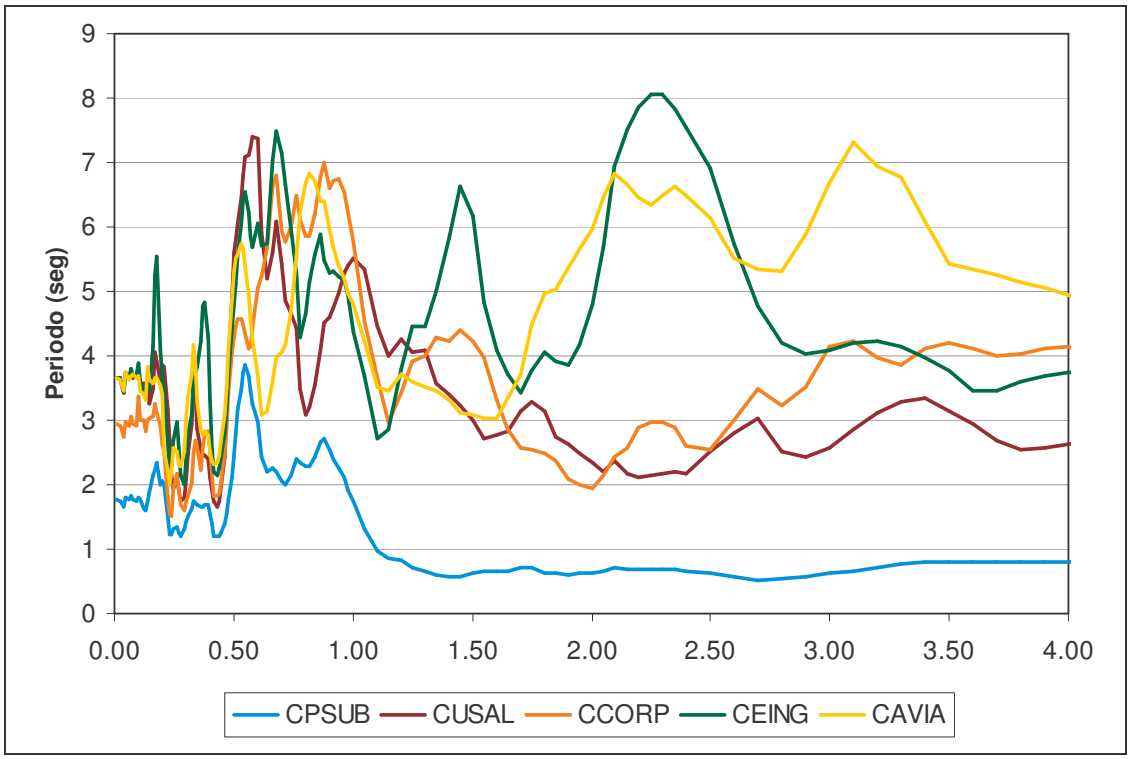


Figura 6.36. Relación de ordenadas espectrales con respecto a los valores de la estación San Bartolomé

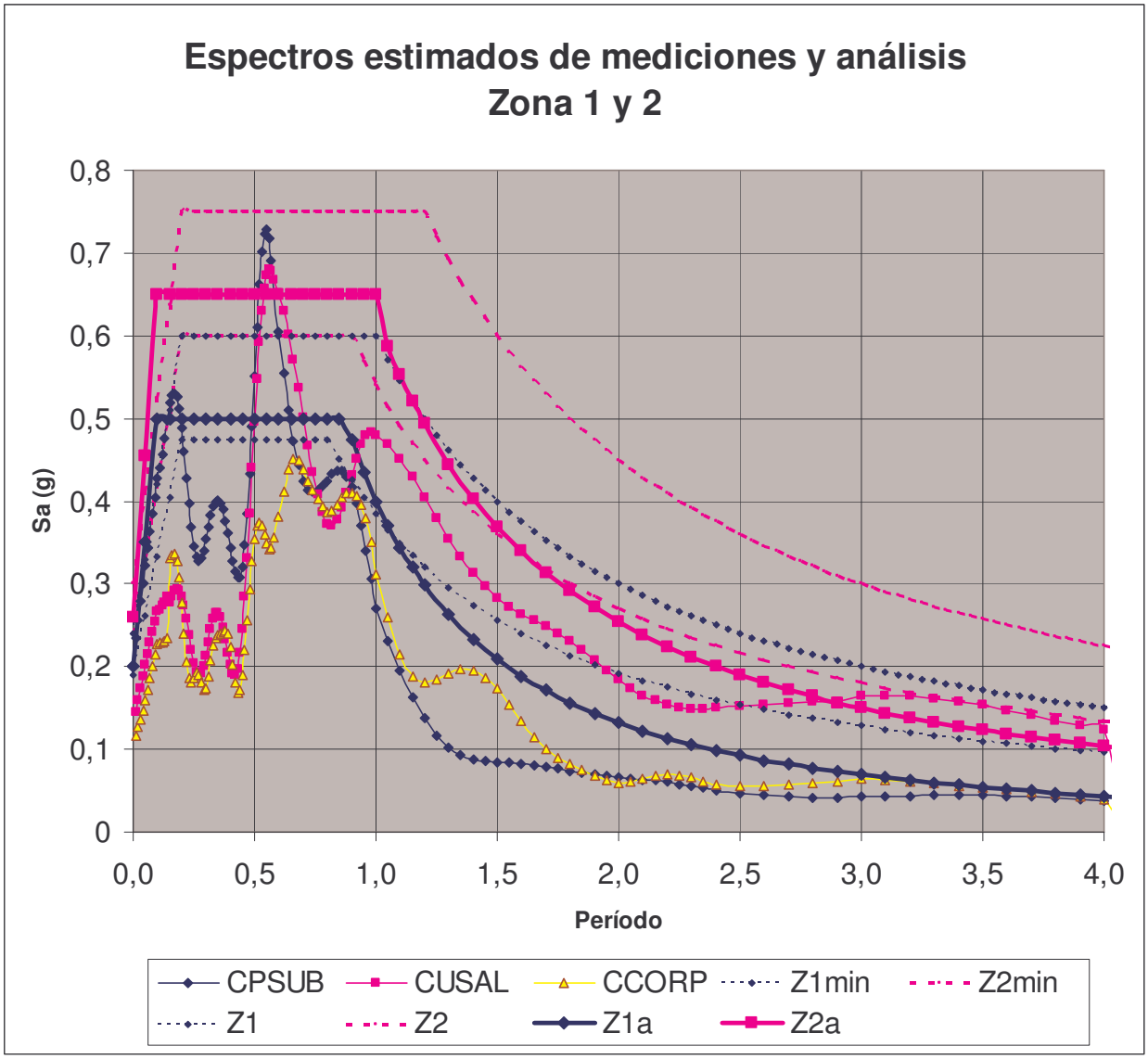


Figura 6.37. Información disponible para los espectros de las zonas 1 y 2

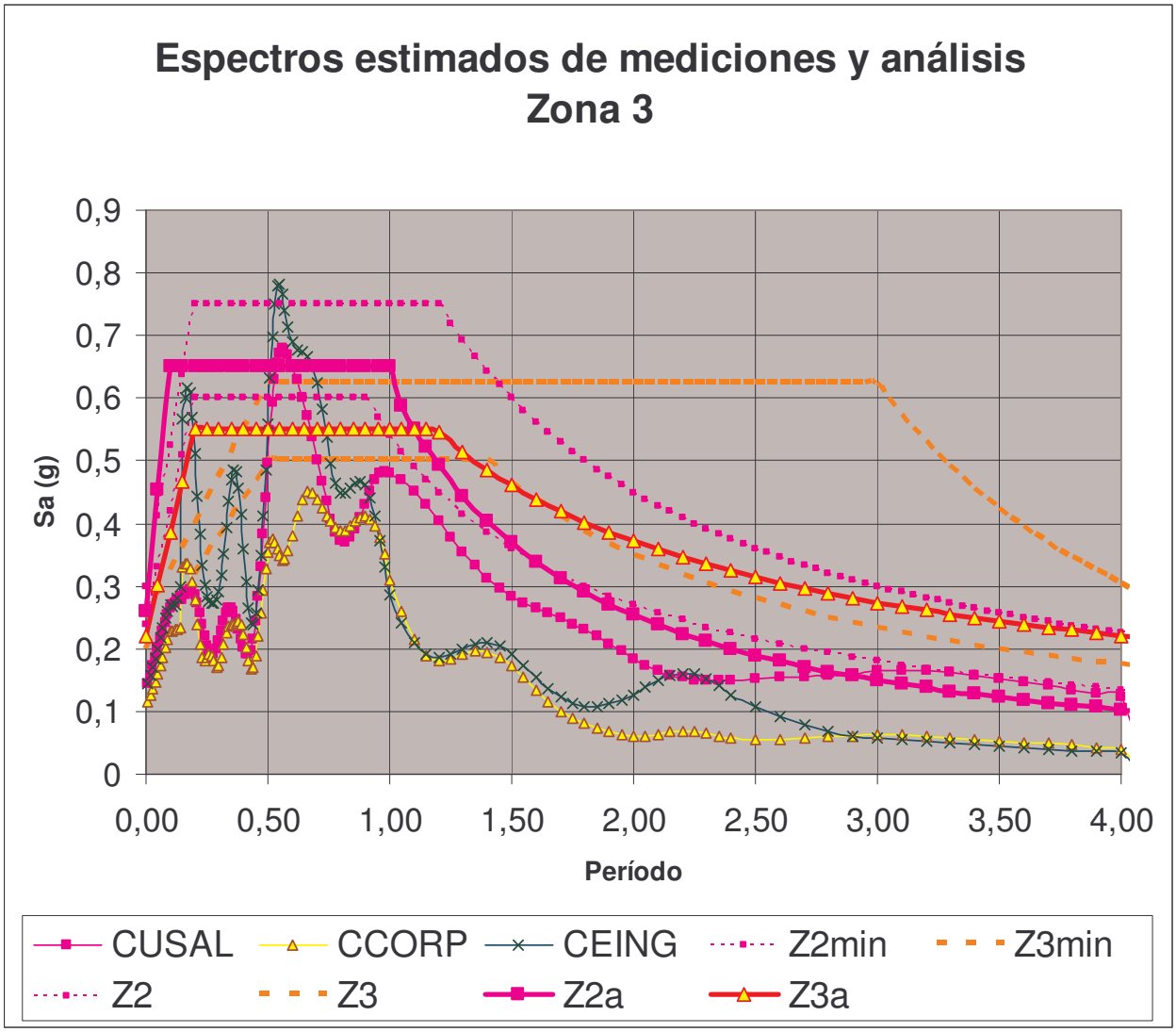


Figura 6.38. Información disponible para los espectros de la zona 3

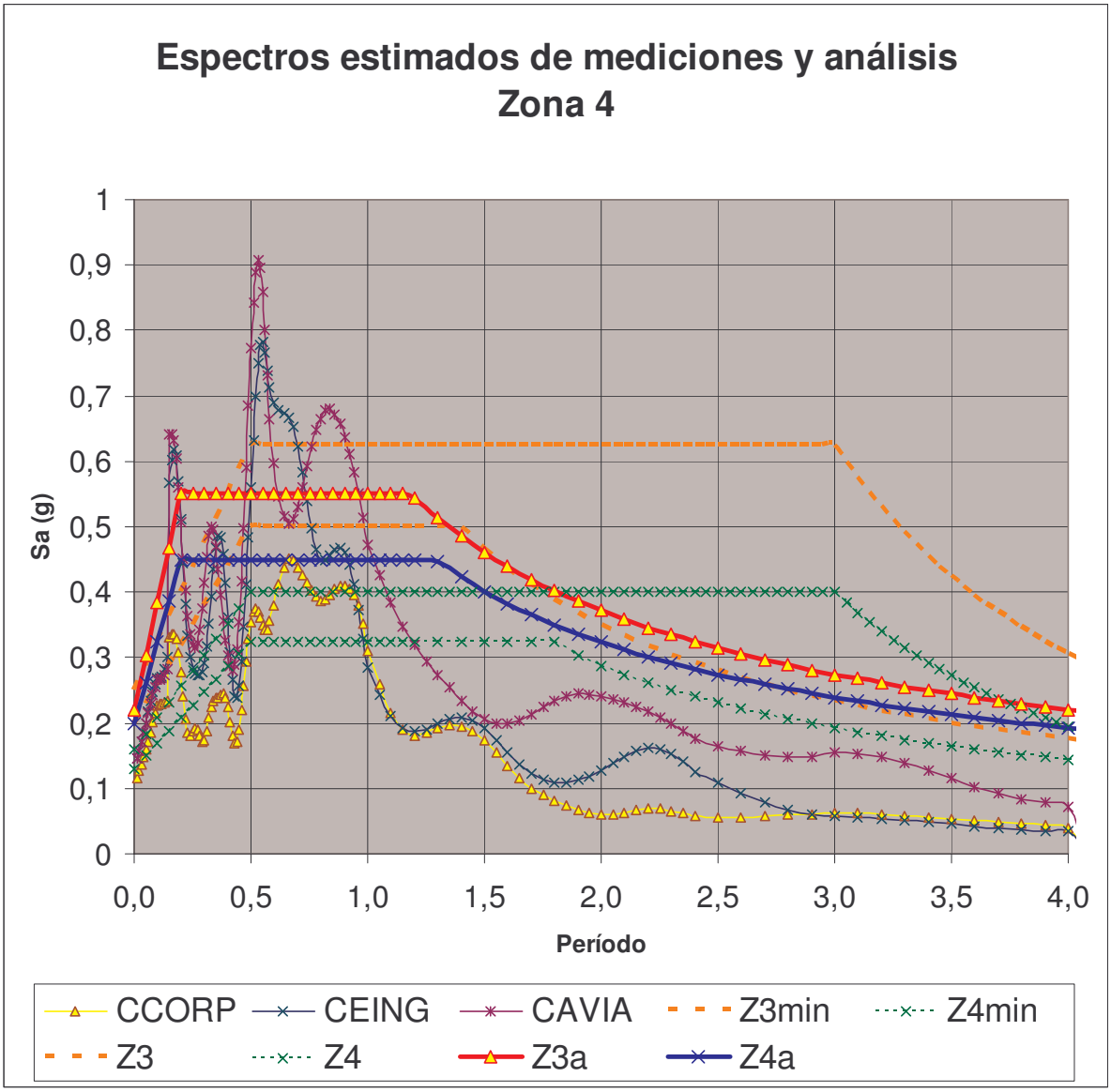


Figura 6.39. Información disponible para los espectros de la zona 4

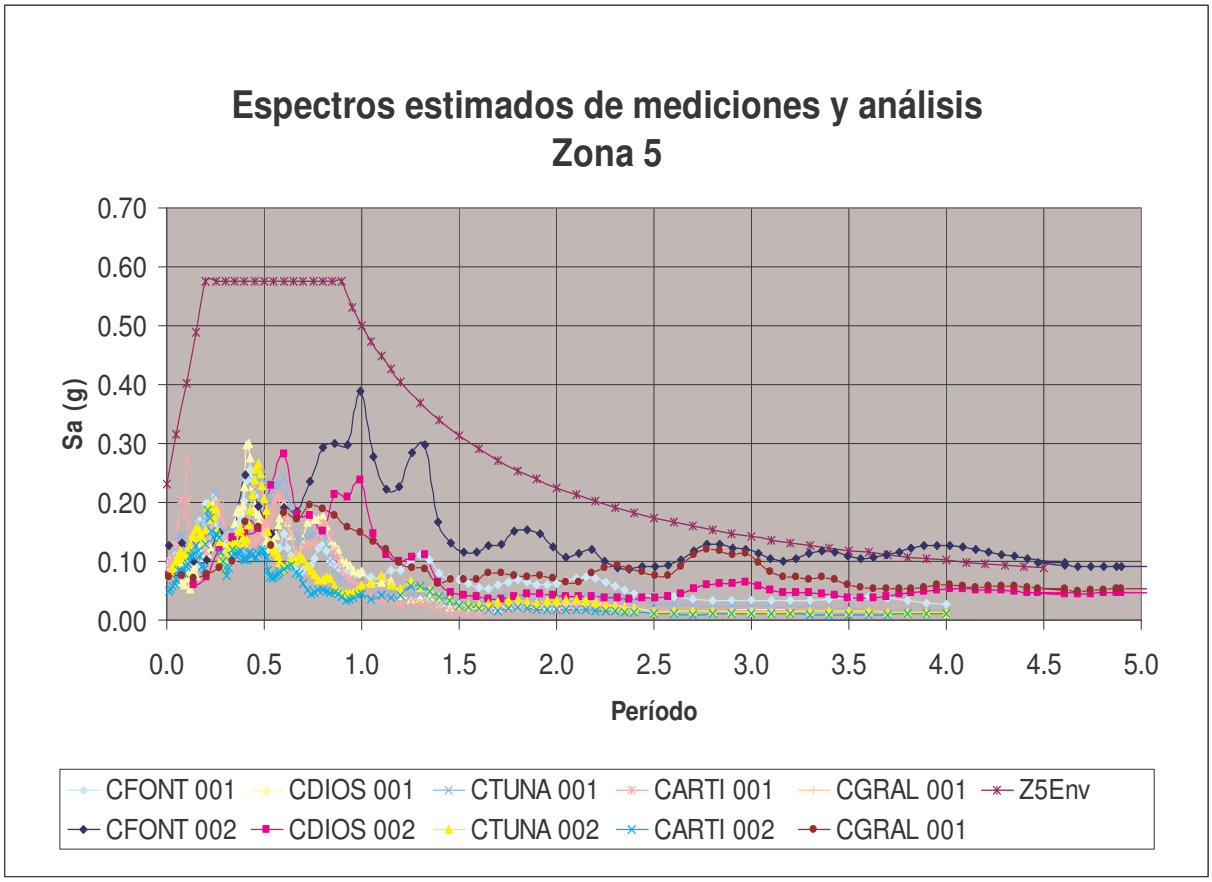


Figura 6.40. Información disponible para los espectros de la zona 5

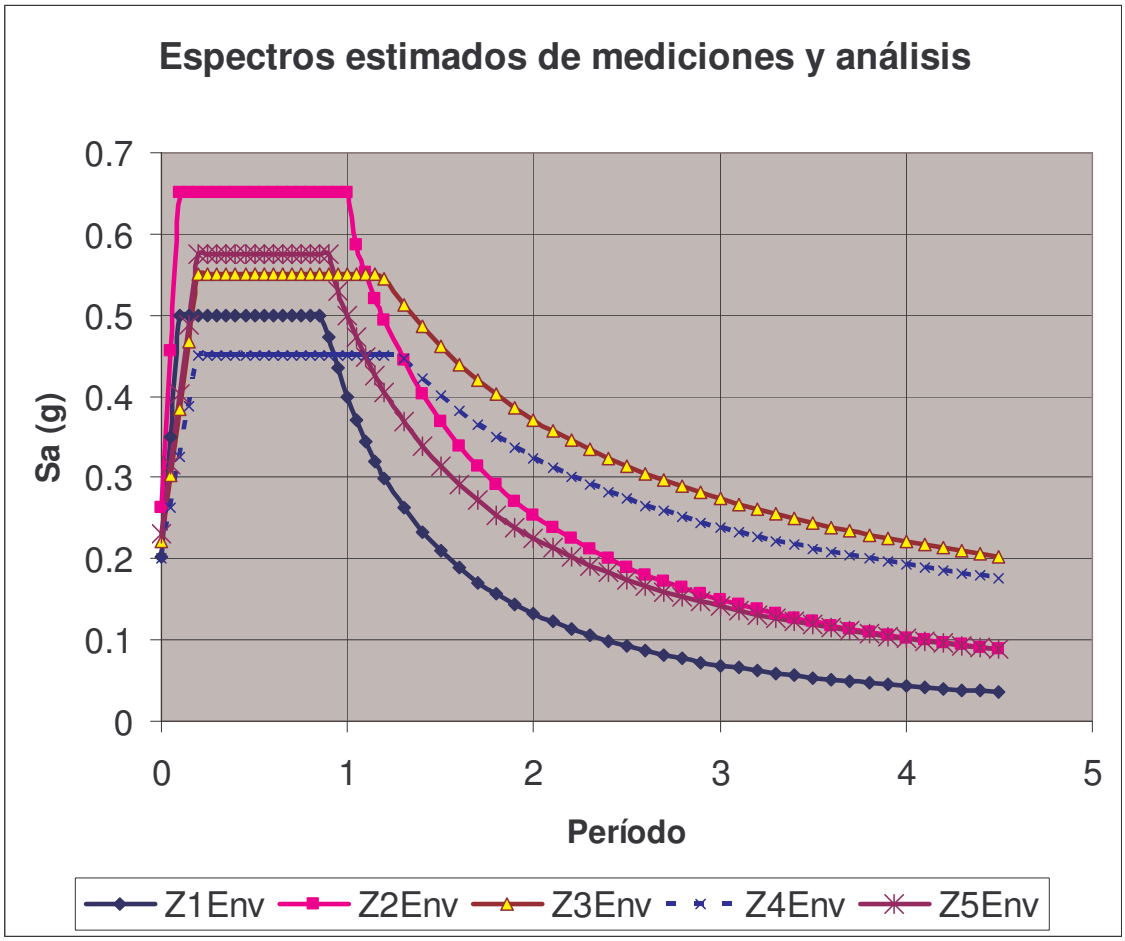


Figura 6.41. Resumen de los espectros obtenidos en esta sección.

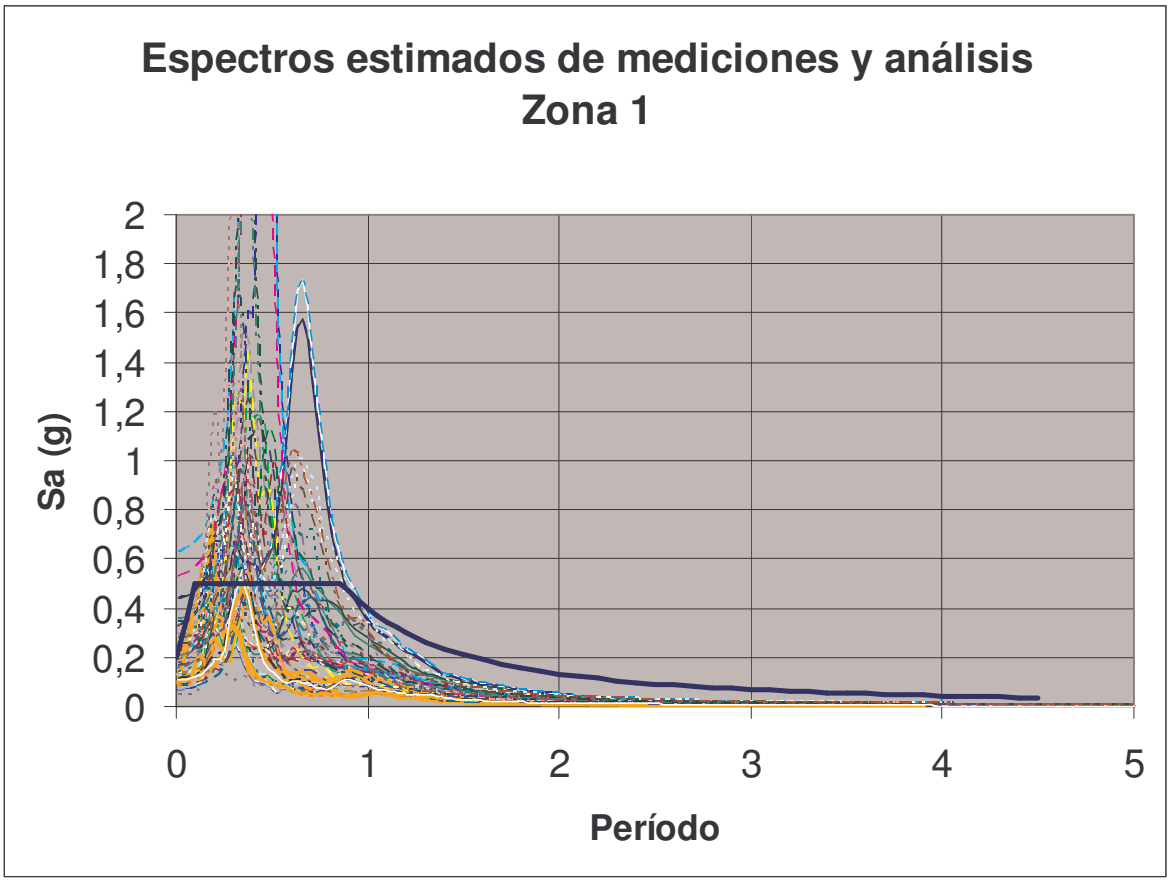


Figura 6.42. Resultados de análisis y envolvente estimada con los datos de la zona 1

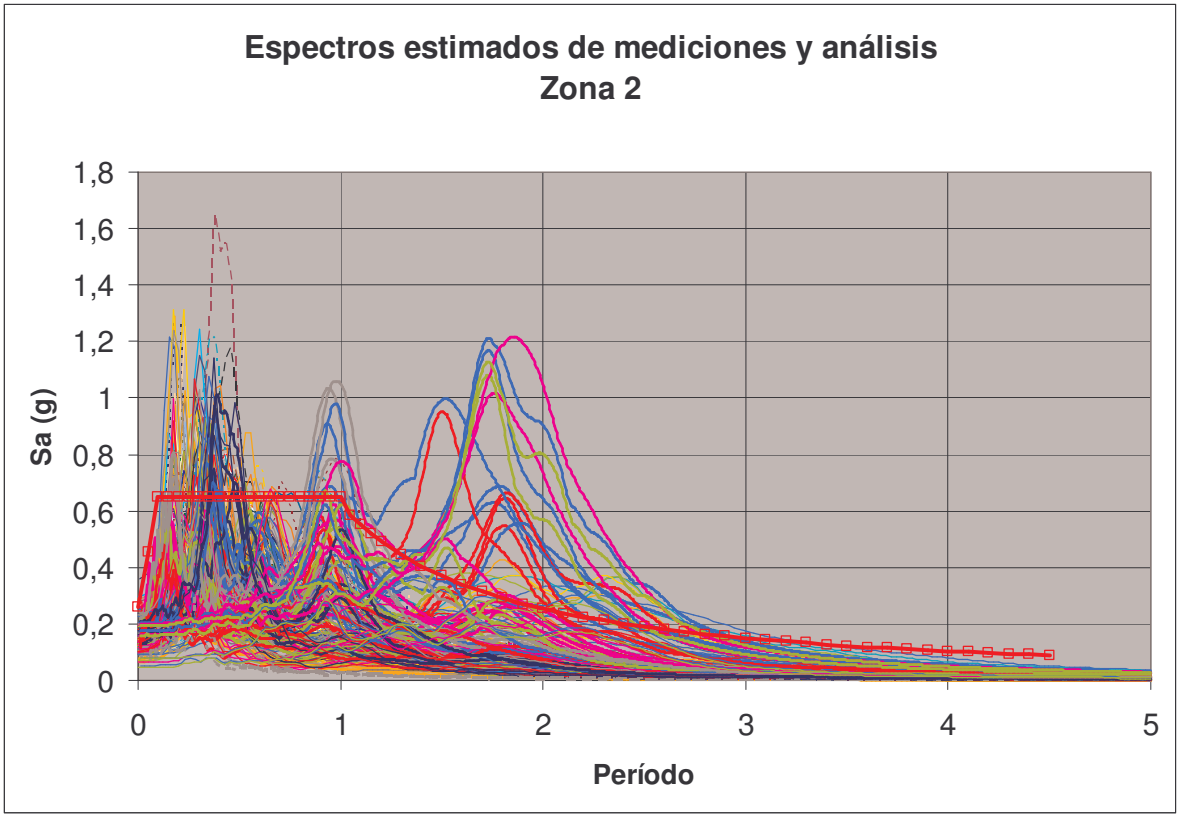


Figura 6.43. Resultados de análisis y envolvente estimada con los datos de la zona 2

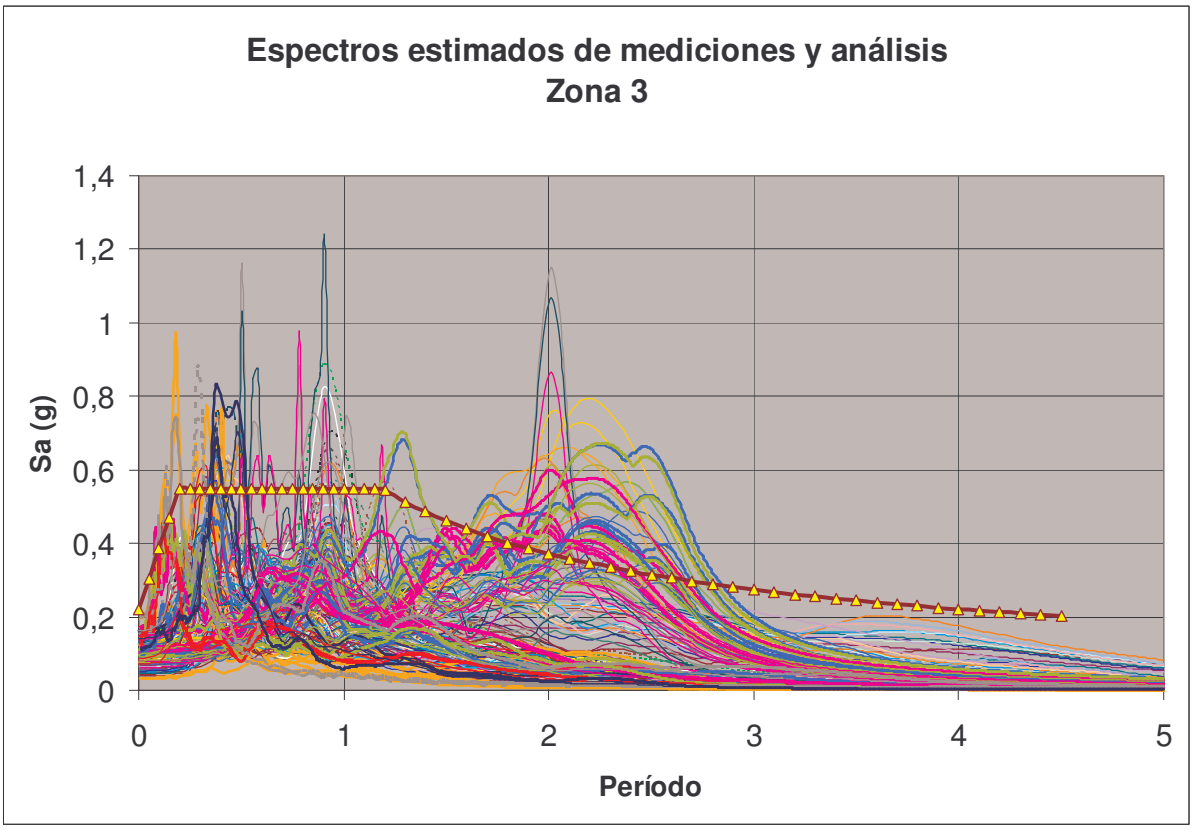


Figura 6.44. Resultados de análisis y envolvente estimada con los datos de la zona 3

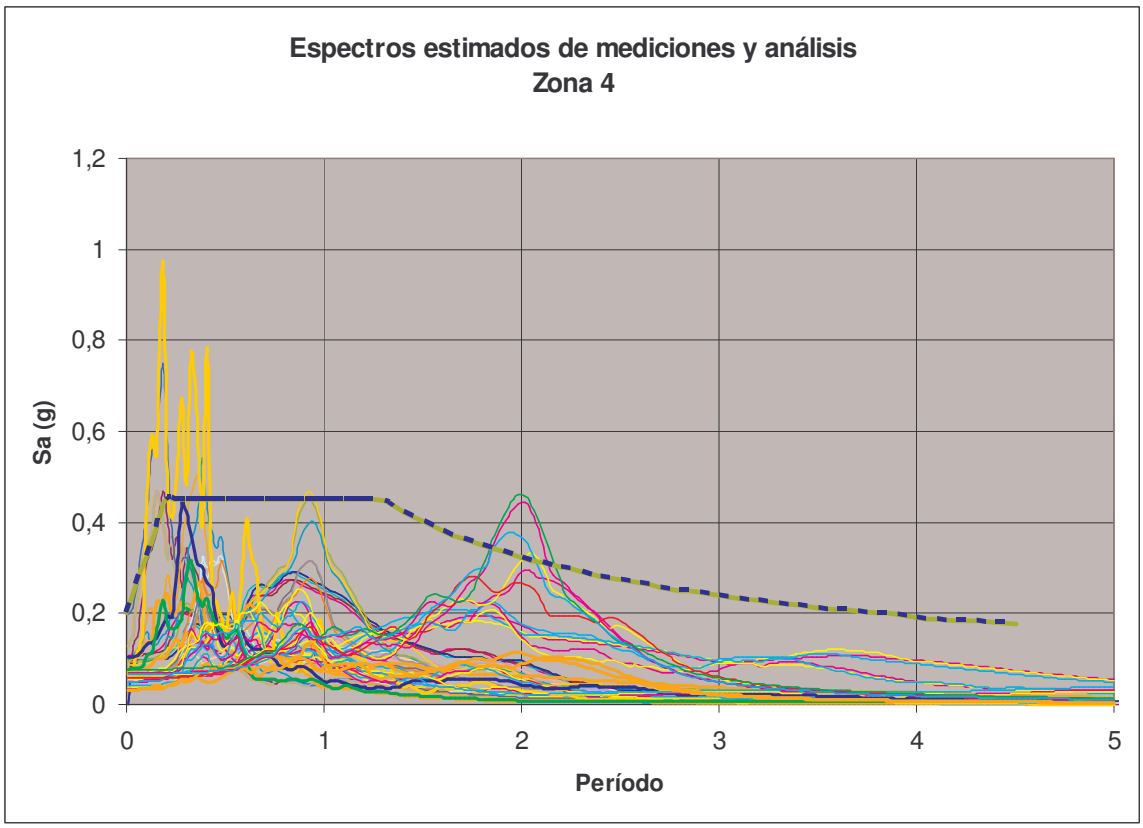


Figura 6.45. Resultados de análisis y envolvente estimada con los datos de la zona 4

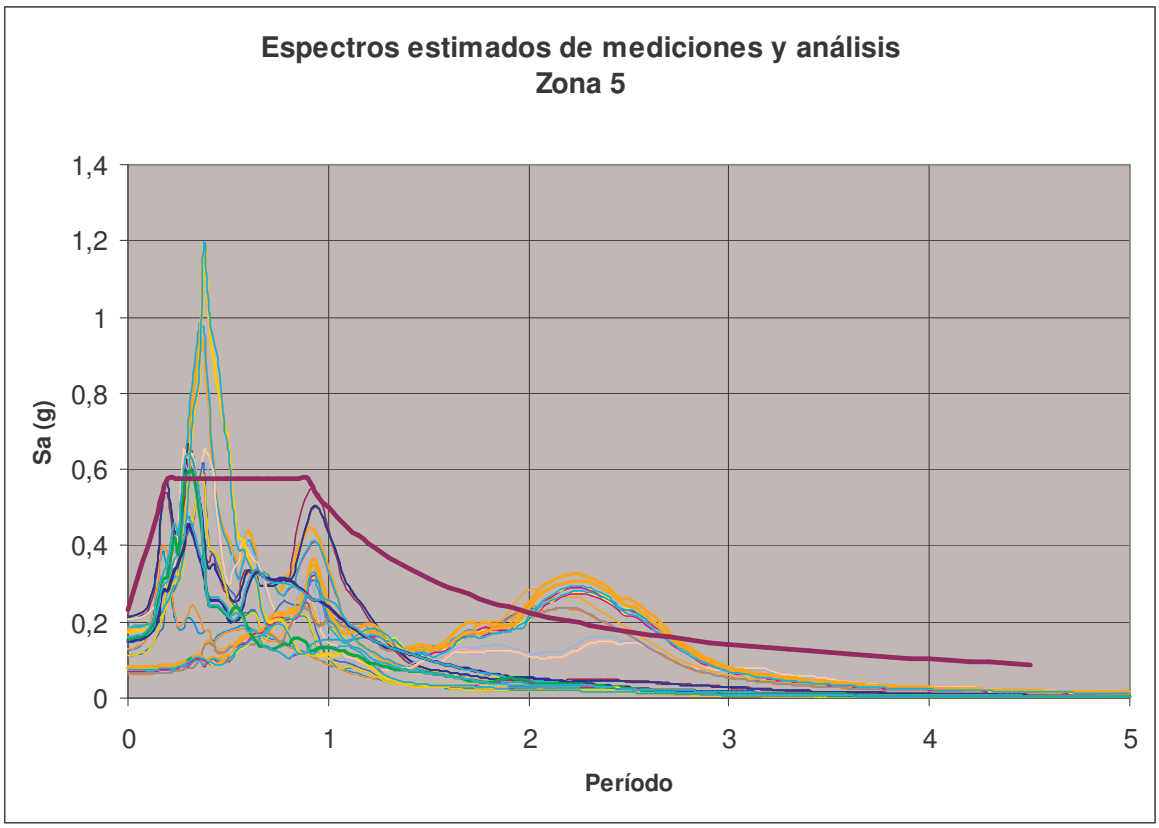


Figura 6.46. Resultados de análisis y envolvente estimada con los datos de la zona 5

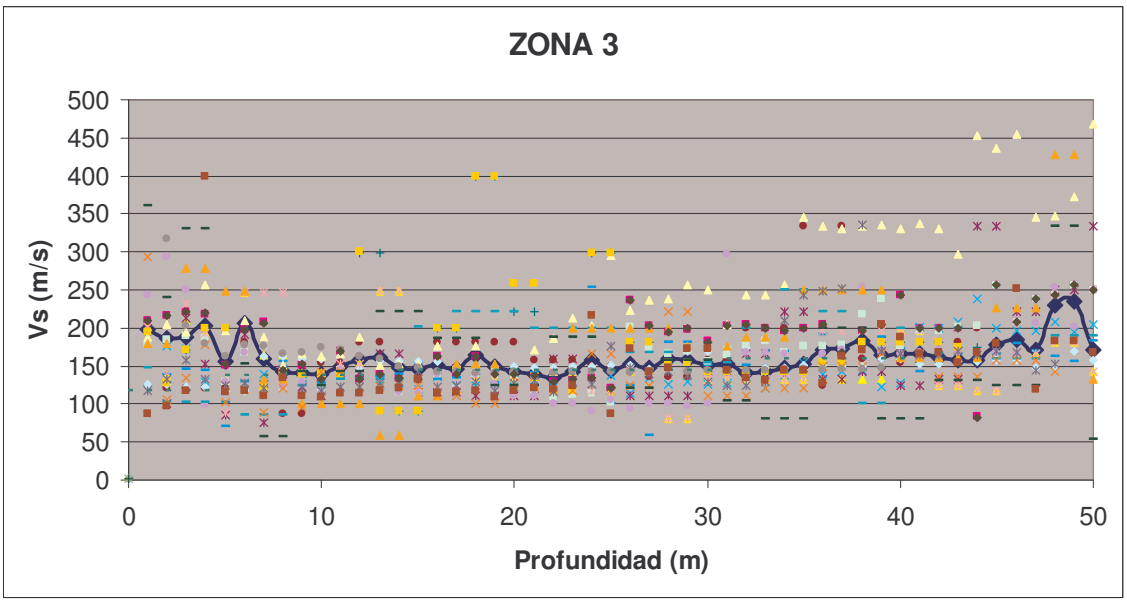


Figura 6.47. Datos de Vs medidos en ensayos de Down Hole para la zona 3

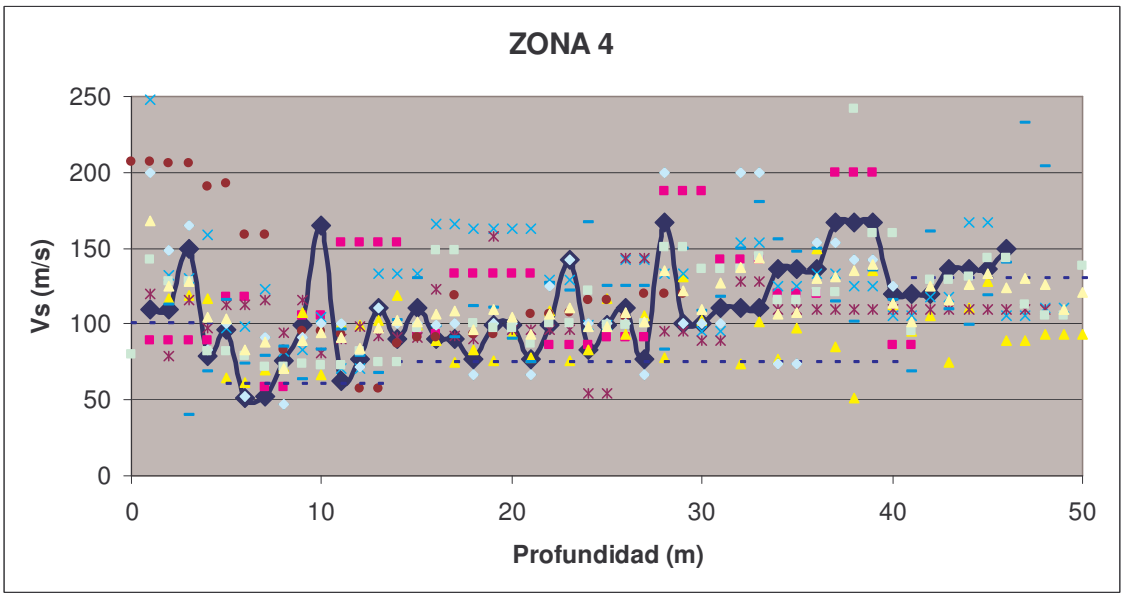


Figura 6.48. Datos de Vs medidos en ensayos de Down Hole para la zona 4

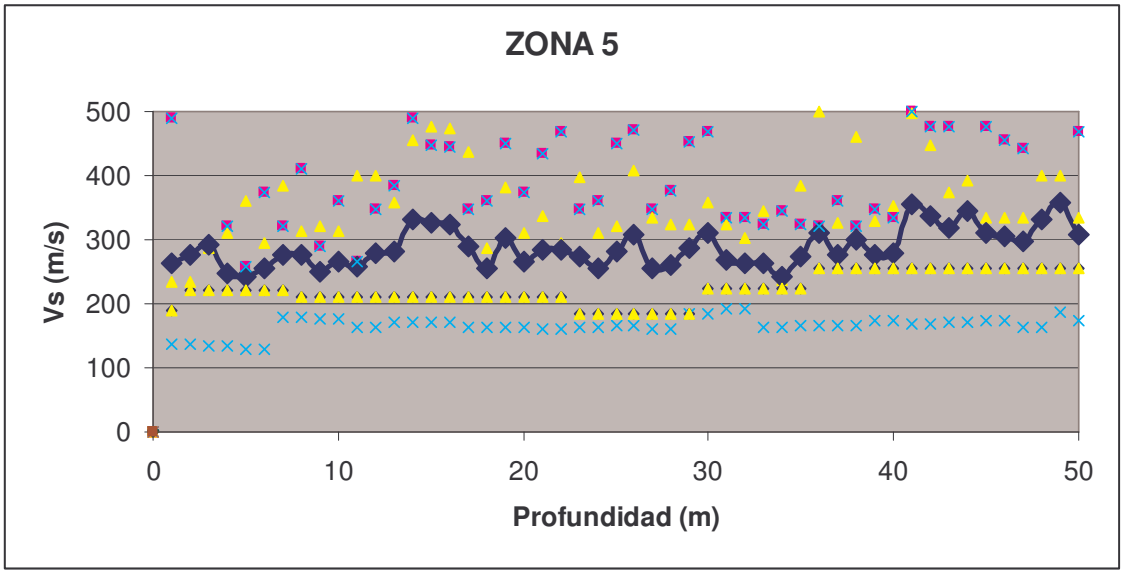


Figura 6.49. Datos de Vs medidos en ensayos de Down Hole para la zona 5

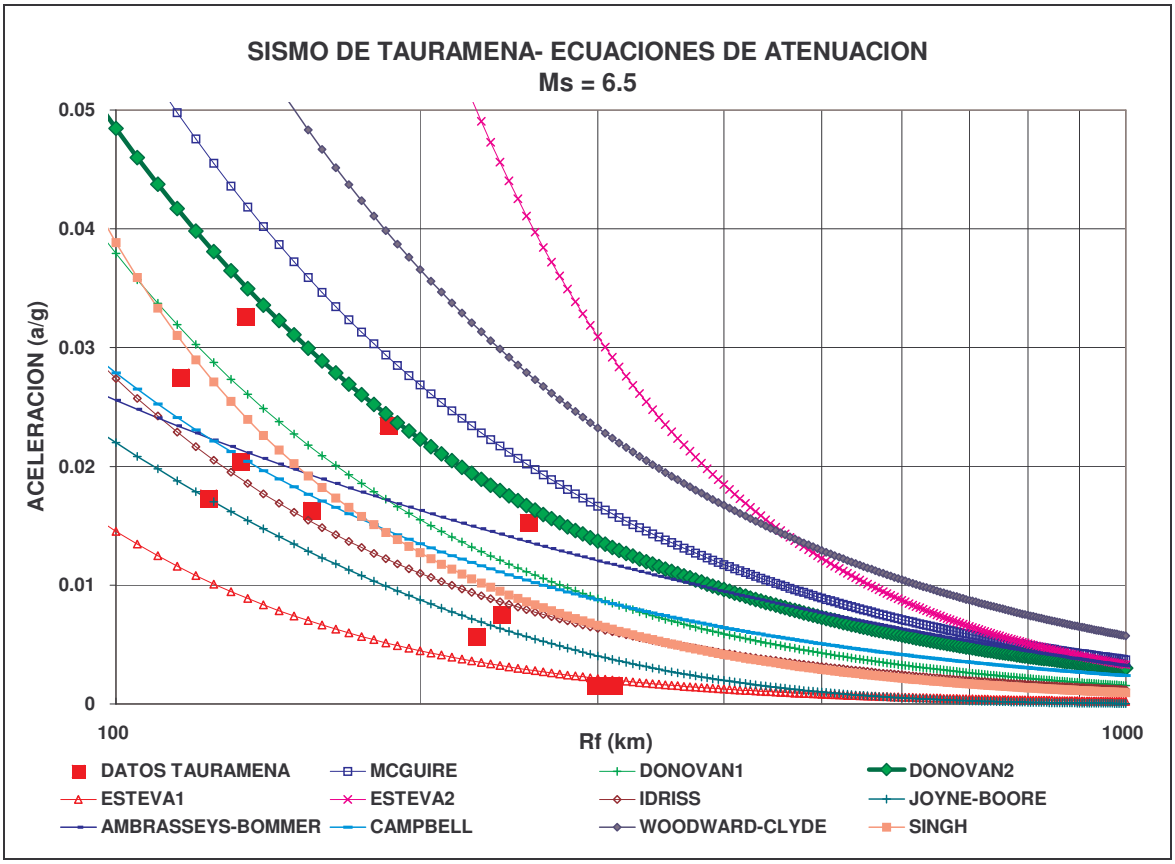


Figura 6.50. Calibración Aproximada- Sismo de Tauramena (1995)

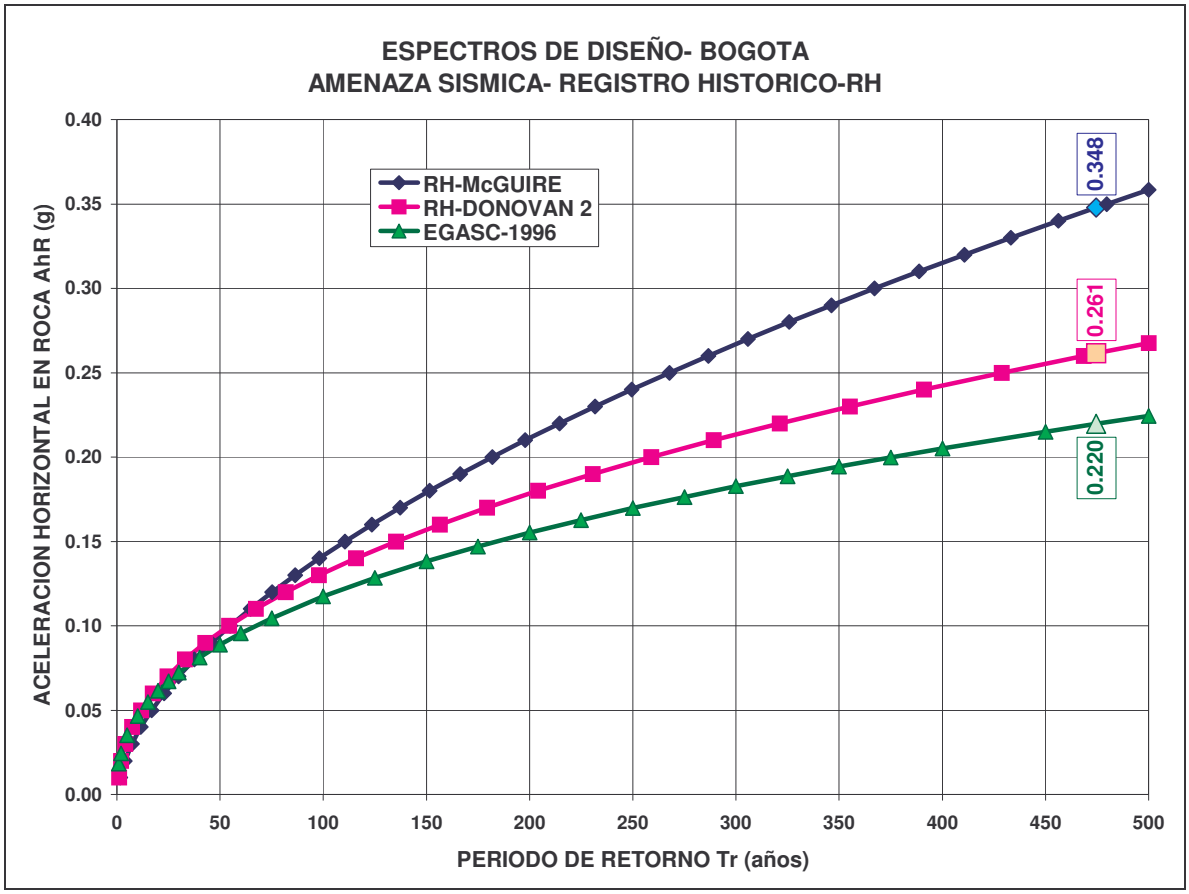


Figura 6.51. Registro Histórico- Amenaza Sismica para Bogotá

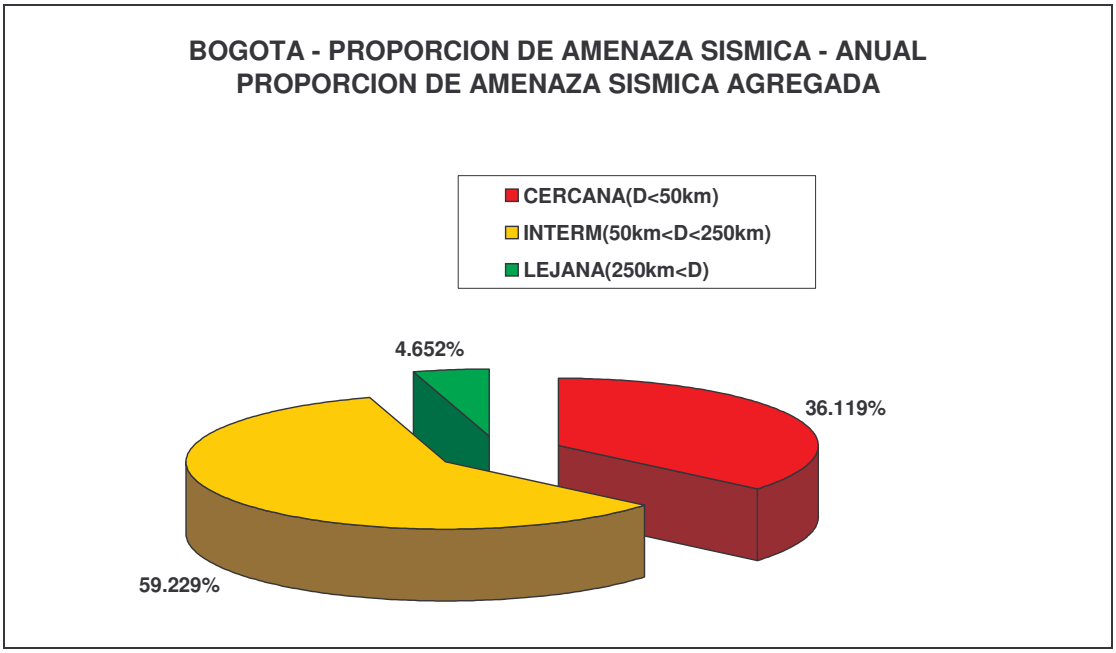


Figura 6.52. Bogotá- Proporción de Amenaza Sismica Agregada

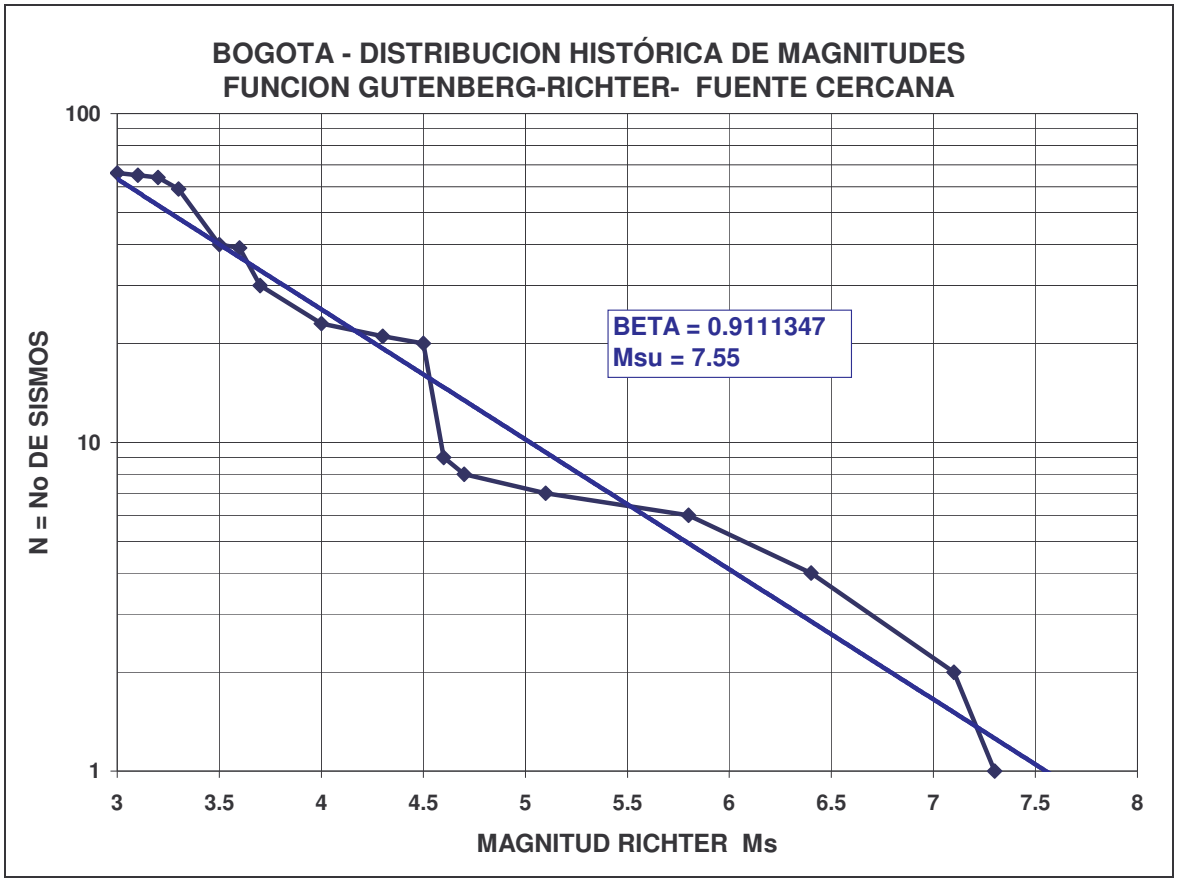


Figura 6.53. Registro Histórico- Amenaza Sismica Cercana para Bogotá

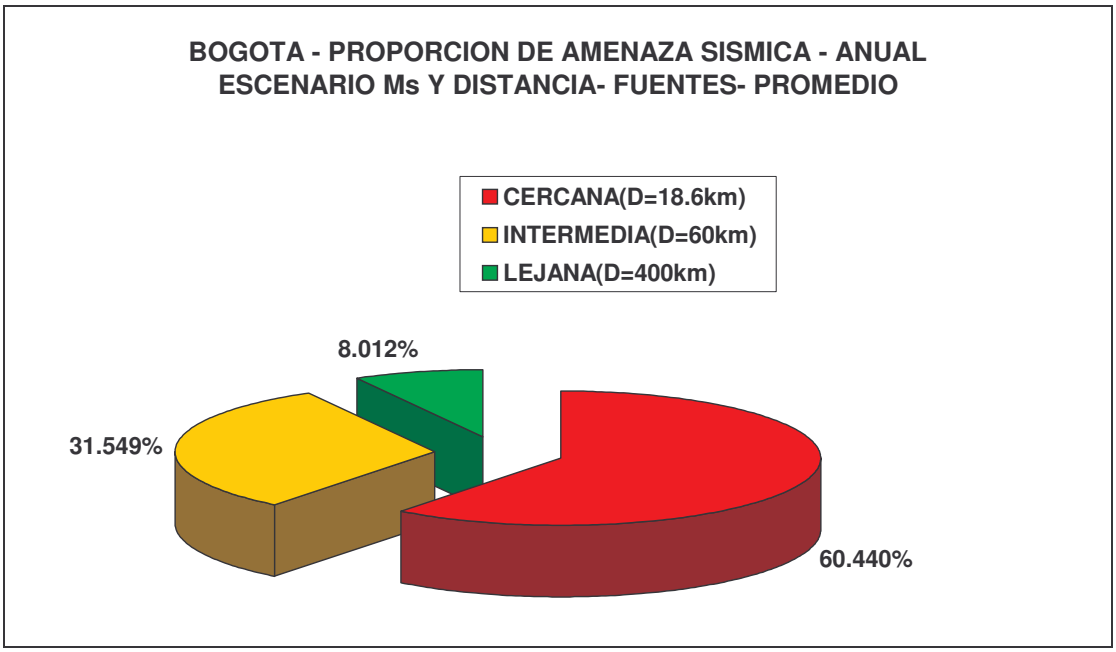


Figura 6.54. Bogotá- Proporción de Amenaza Sismica - Períodos de Retorno Ms Fuentes

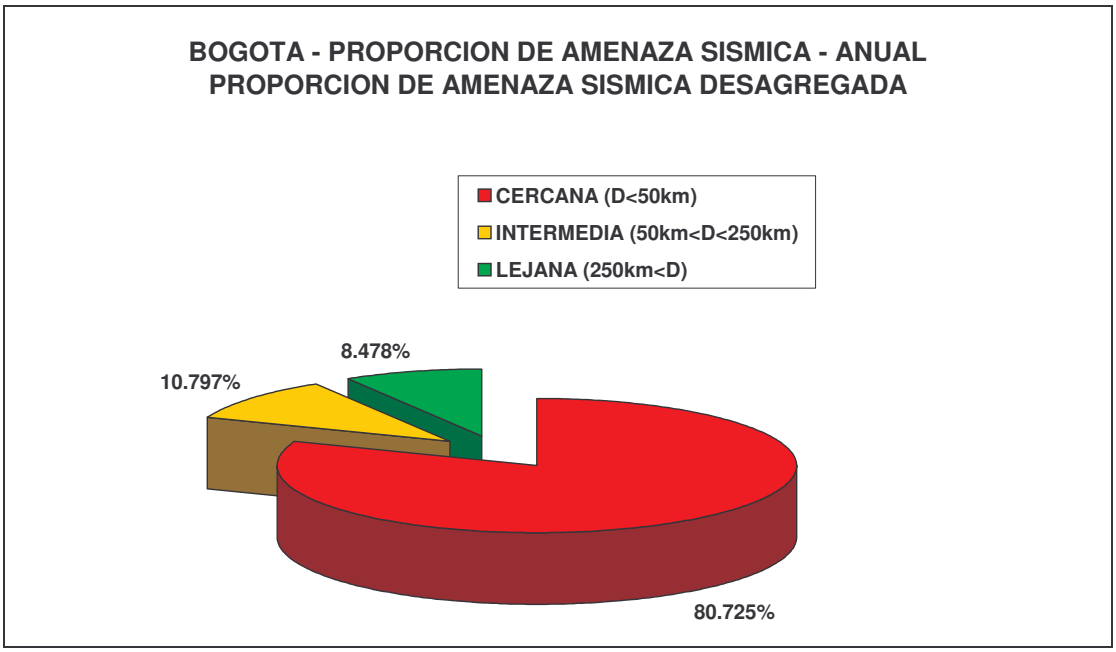


Figura 6.55. Bogotá- Proporción de Amenaza Sismica Desagregada

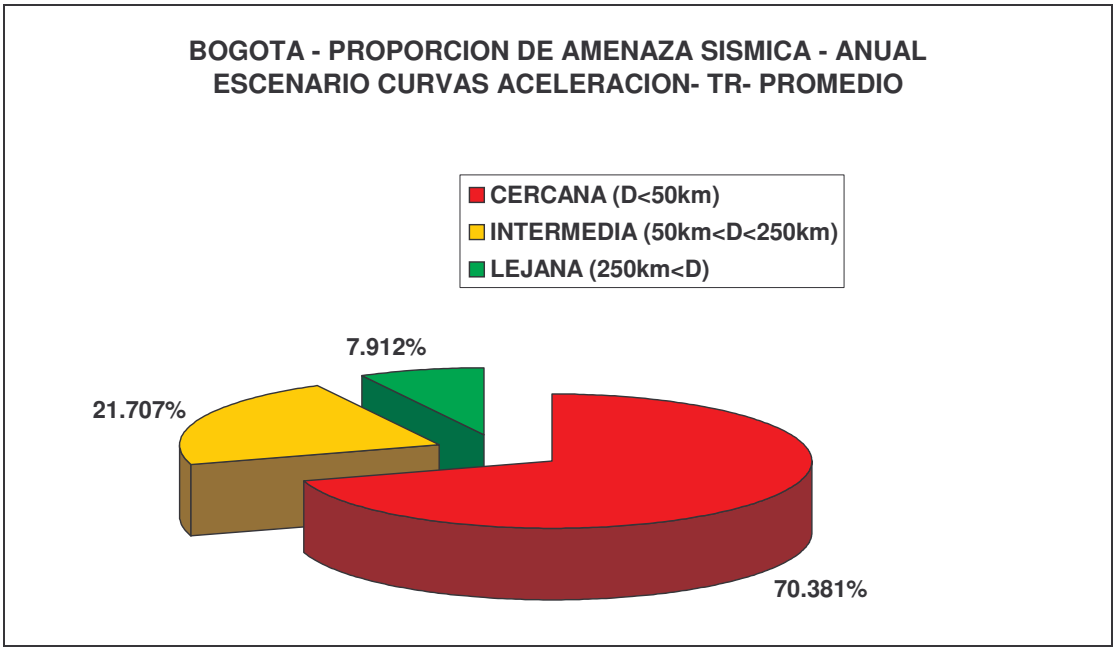


Figura 6.56. Bogotá- Proporción de Amenaza Sismica - Períodos de Retorno Aceleraciones

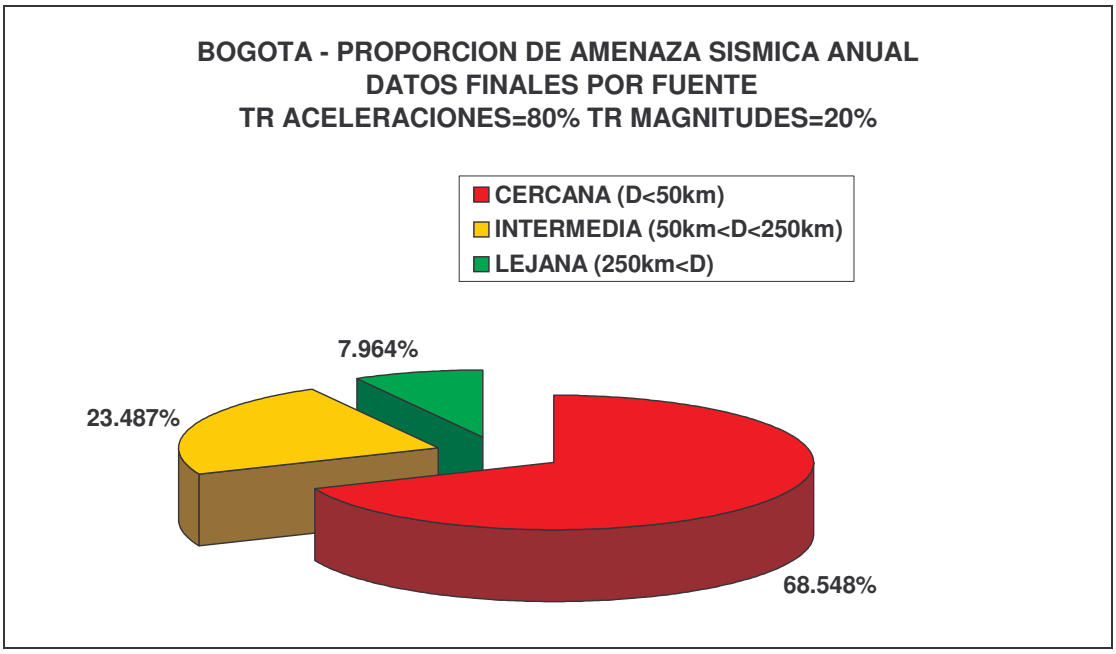


Figura 6.57. Bogotá- Proporción de Amenaza Sismica - Valores Finales Anuales

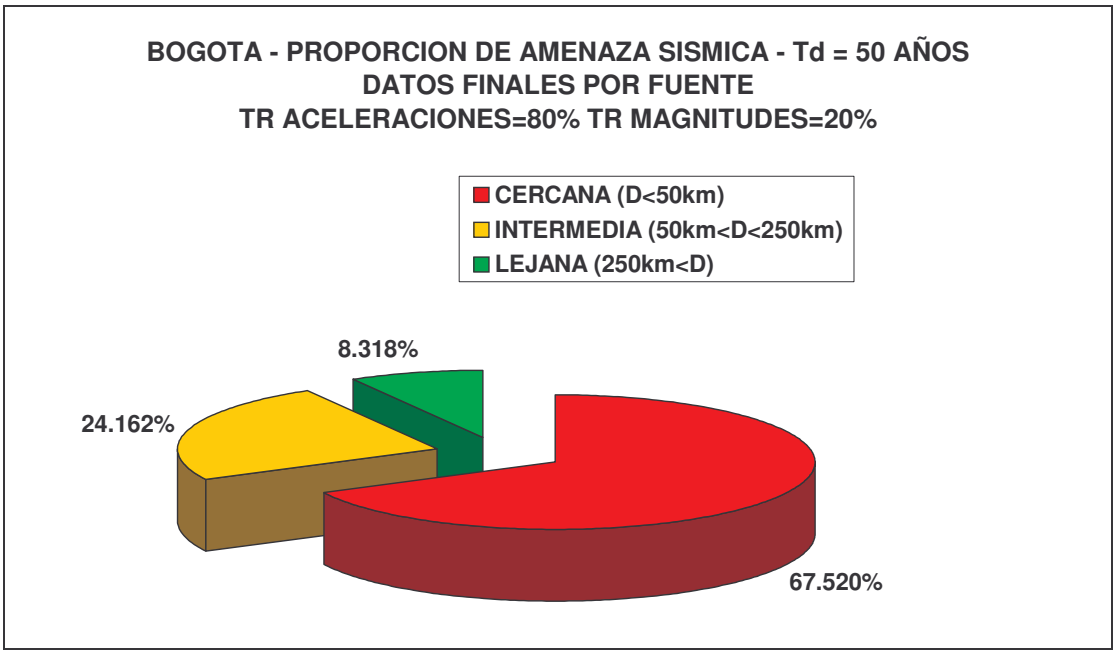


Figura 6.58. Bogotá- Proporción de Amenaza Sismica - Valores Finales a 50 años

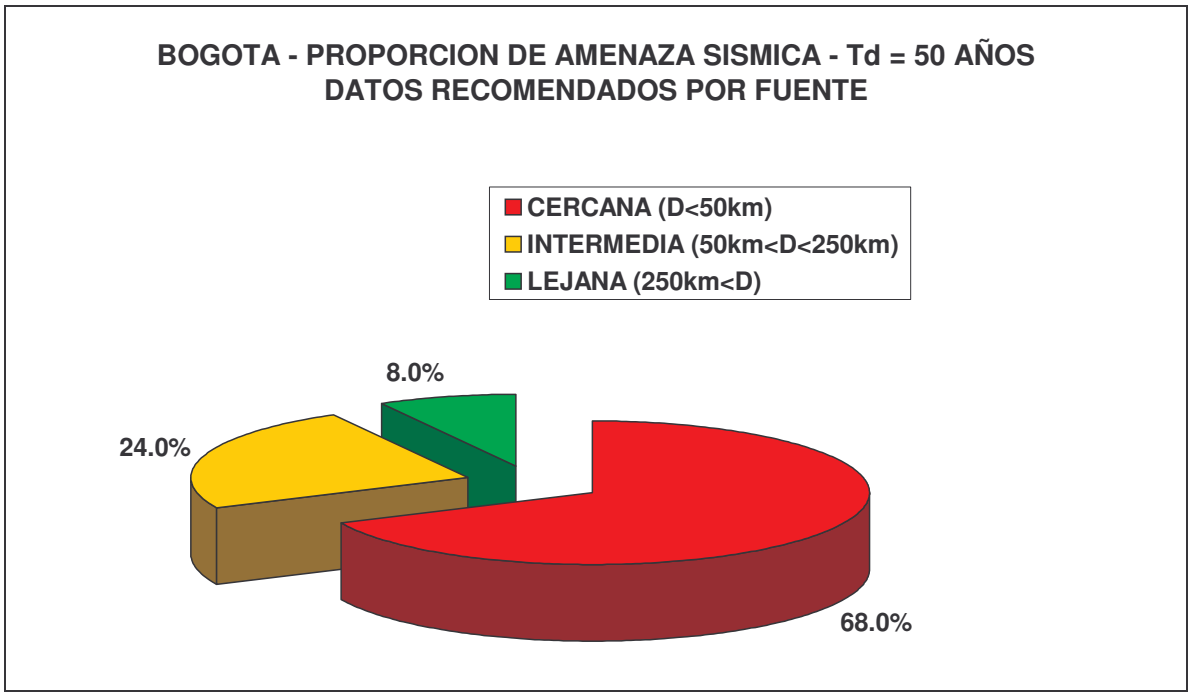


Figura 6.59. Bogotá- Proporción de Amenaza Sismica - Valores Finales Adoptados



Figura 6.60. Bogotá- Espectros de Velocidades de Diseño- Parámetros

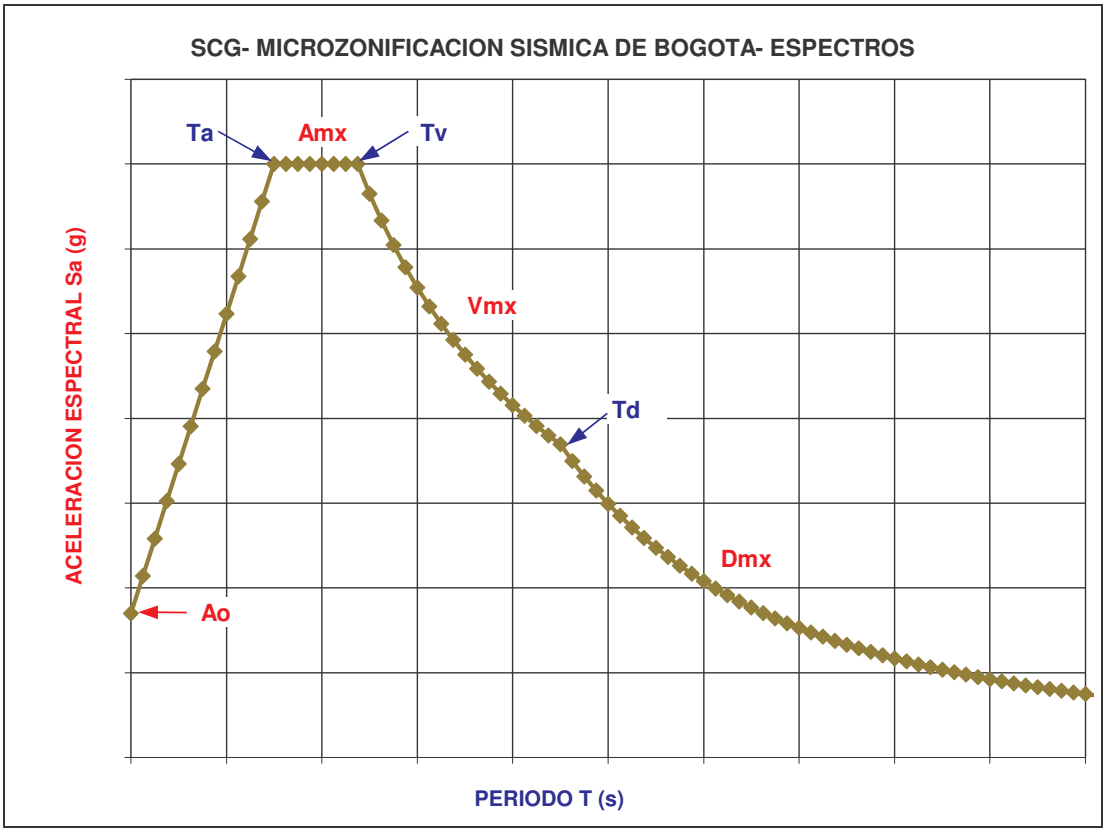


Figura 6.61. Bogotá- Espectros de Aceleraciones de Diseño- Parámetros

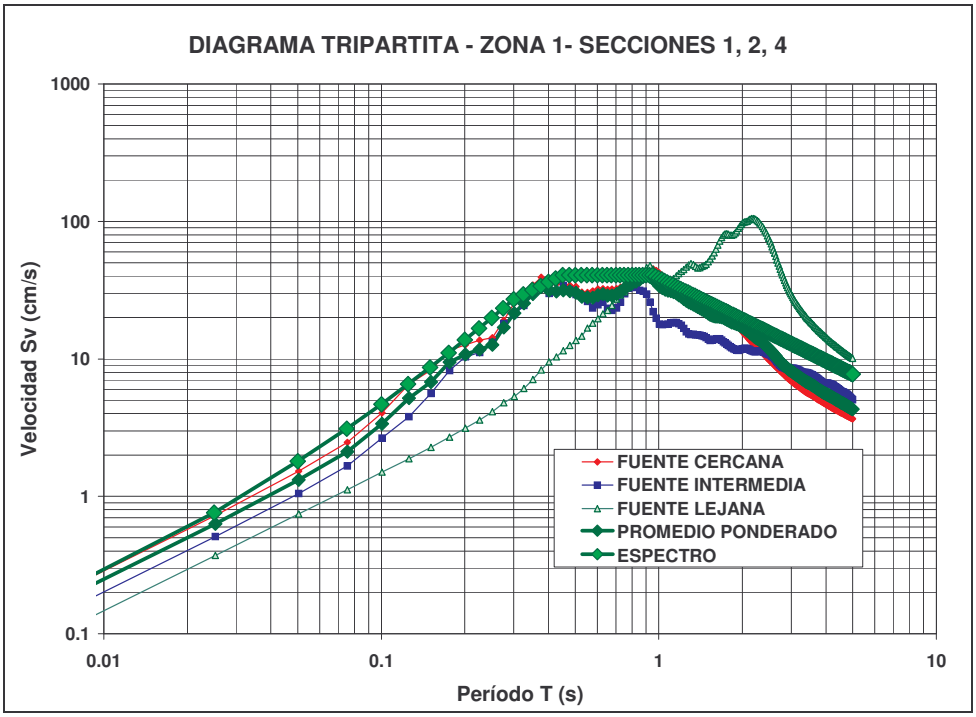


Figura 6.62. Zona 1- Espectros en Diagrama Tripartita

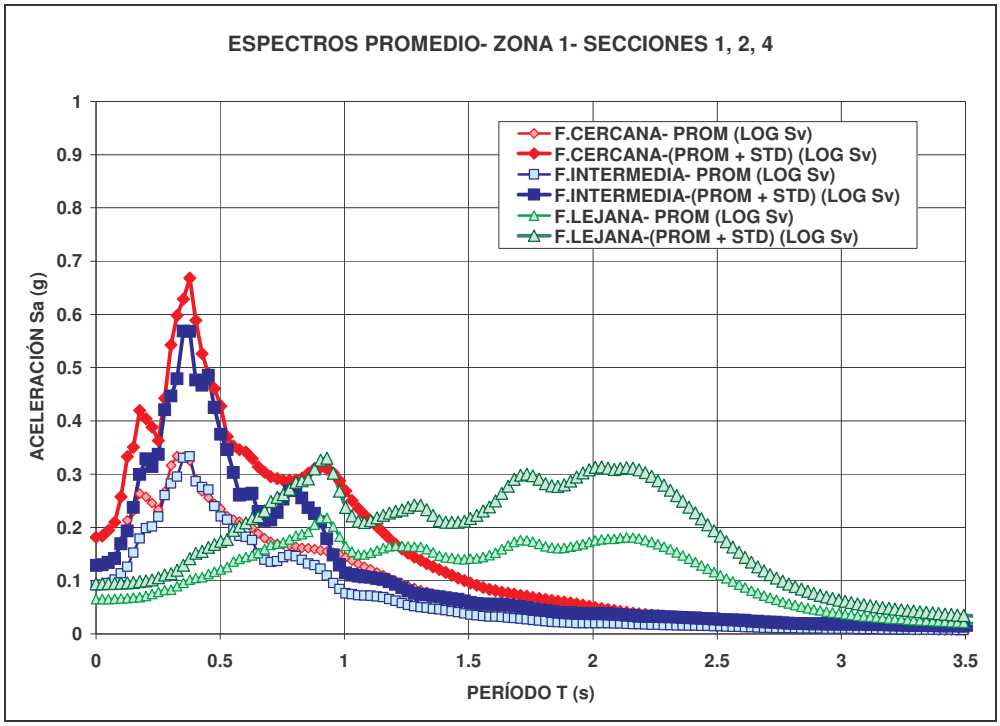


Figura 6.63. Zona 1- Espectros de Aceleración- Promedio y Promedio+Estándar

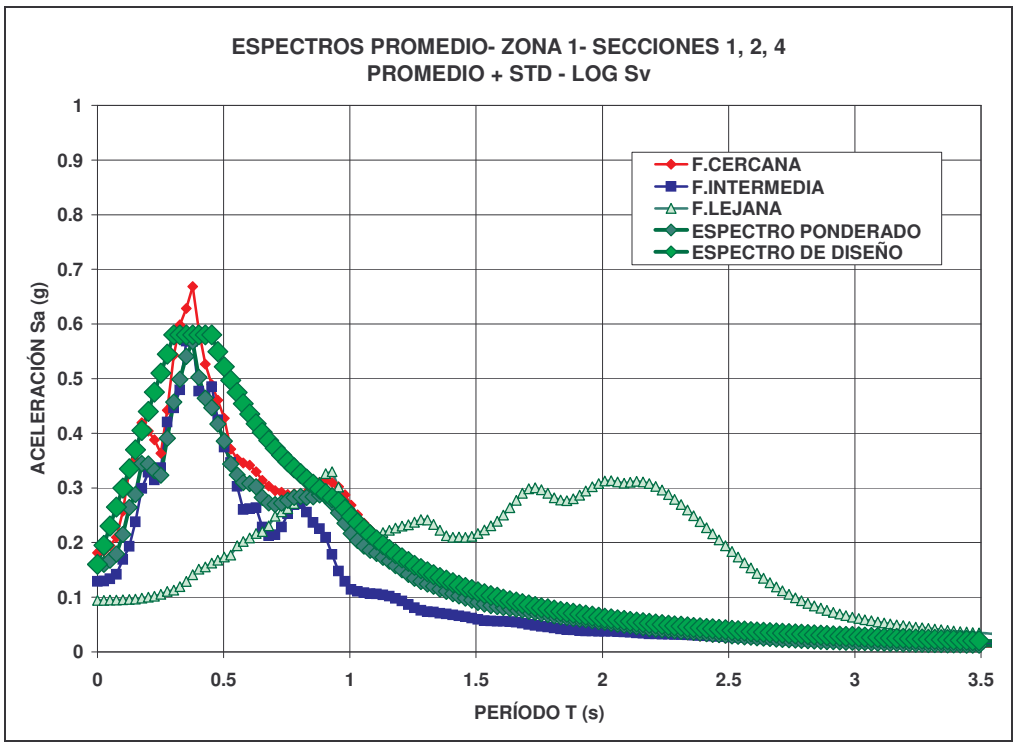


Figura 6.64. Zona 1- Espectros de Aceleración- Promedio y Diseño

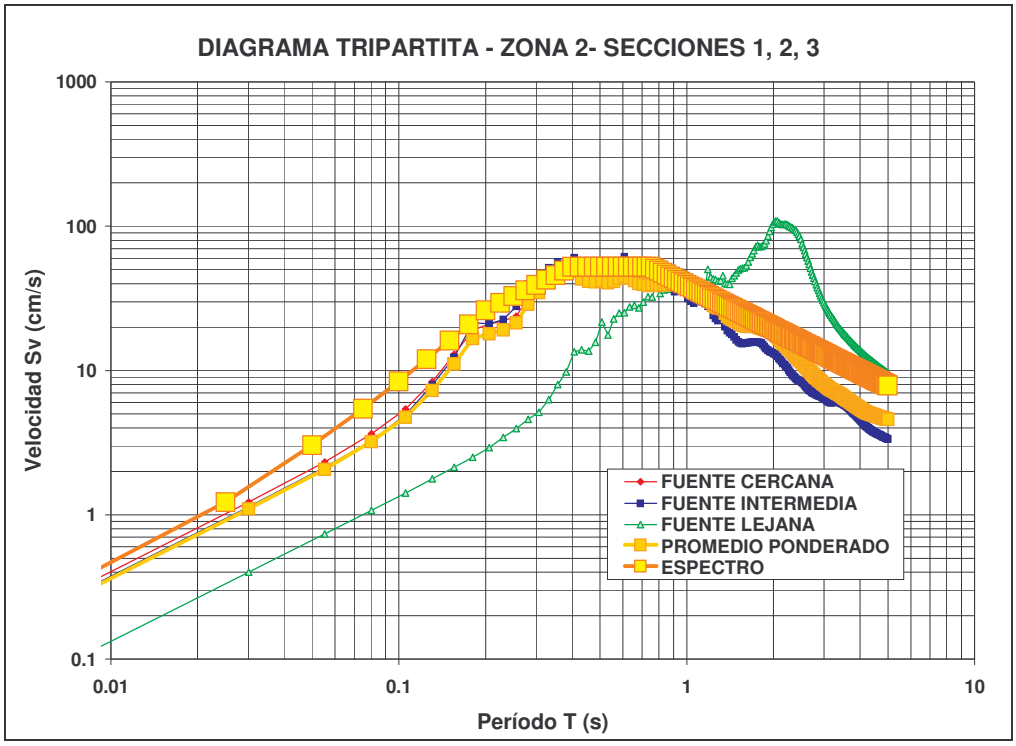


Figura 6.65. Zona 2- Espectros en Diagrama Tripartita

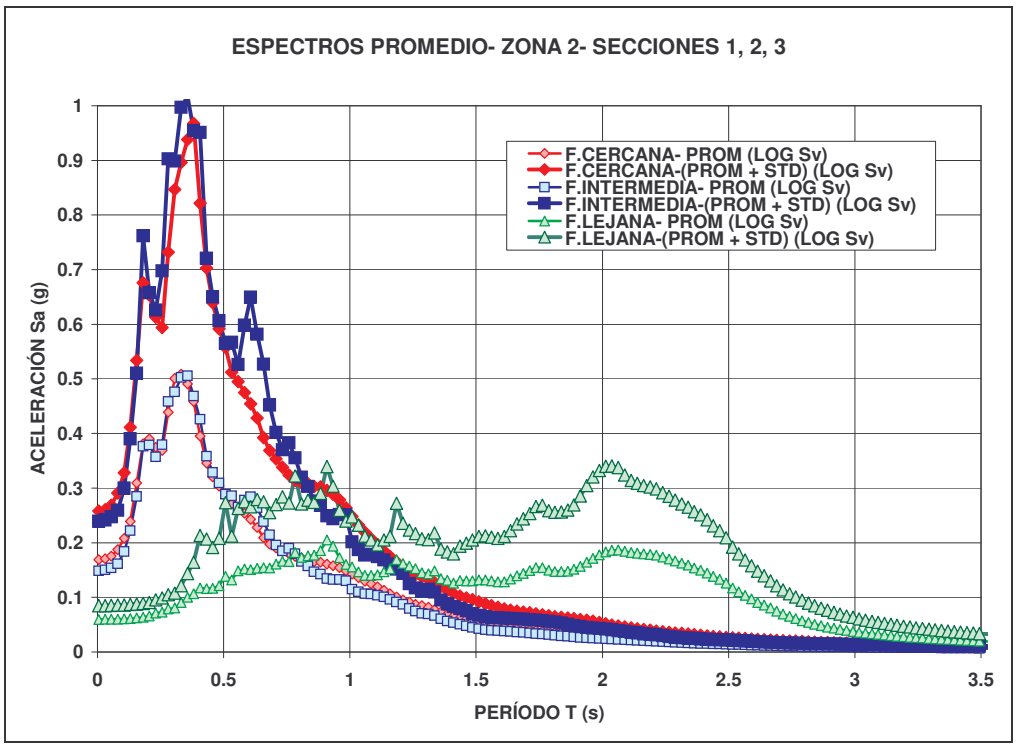


Figura 6.66. Zona 2- Espectros de Aceleración- Promedio y Promedio+Estándar

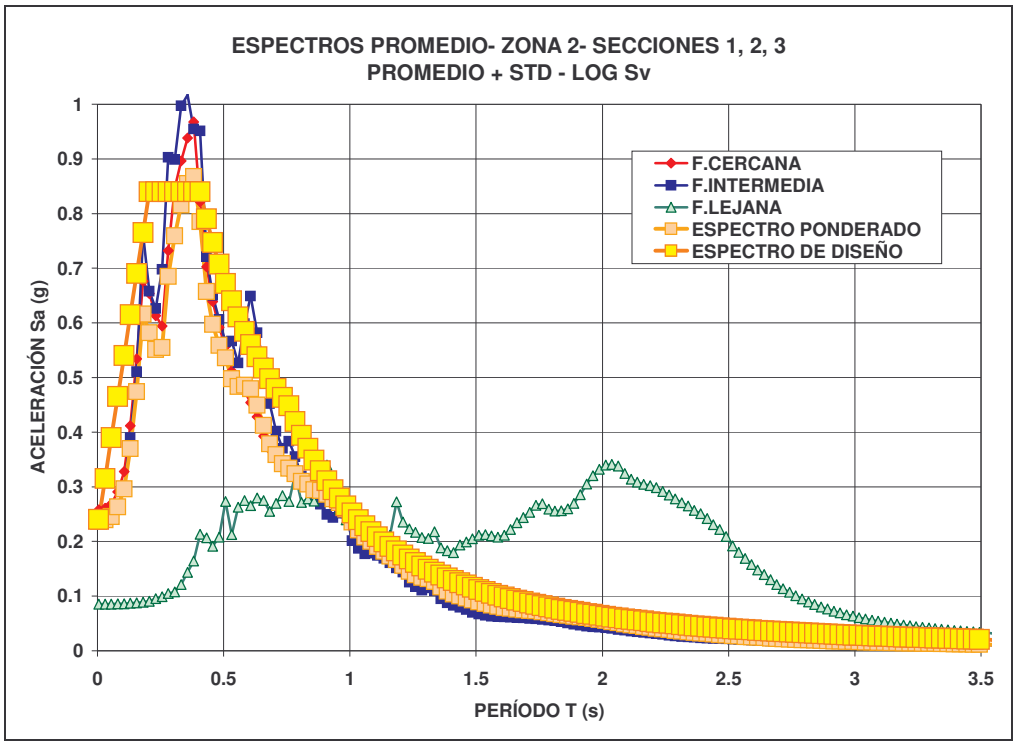


Figura 6.67. Zona 2- Espectros de Aceleración- Promedio y Diseño

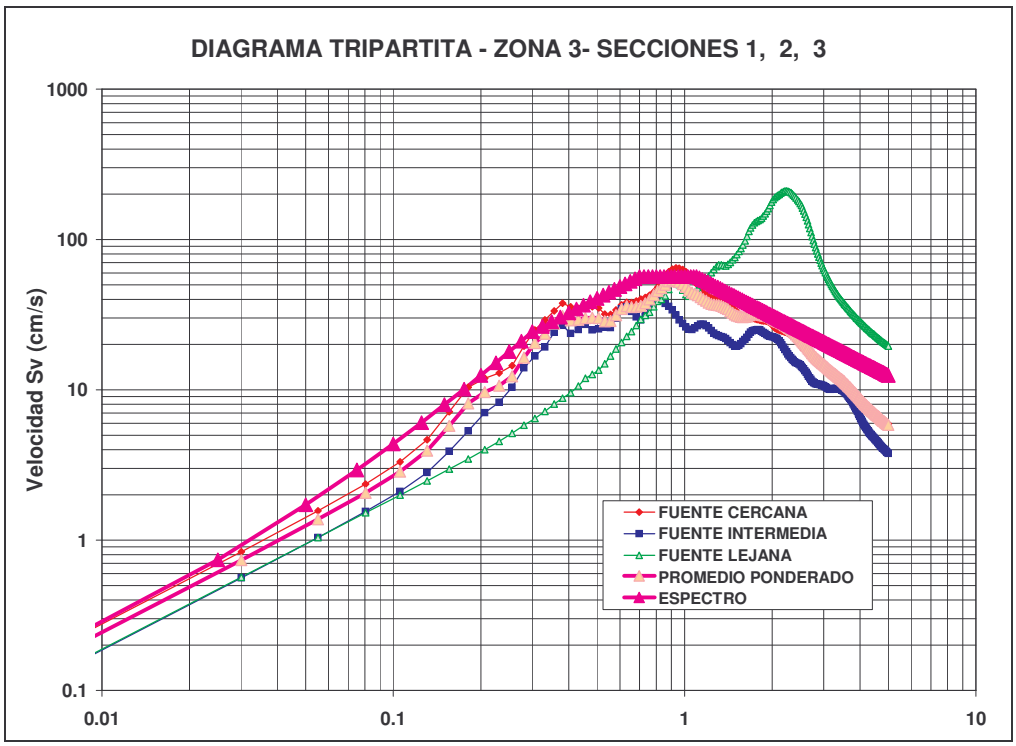


Figura 6.68. Zona 3- Espectros en Diagrama Tripartita

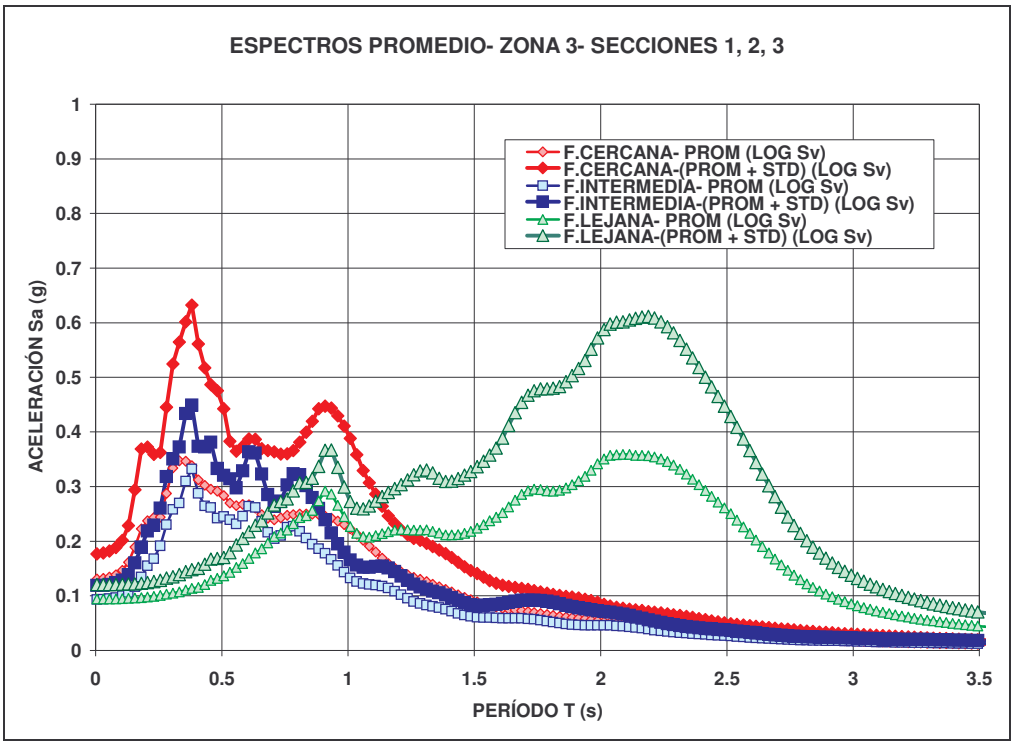


Figura 6.69. Zona 3- Espectros de Aceleración- Promedio y Promedio+Estándar

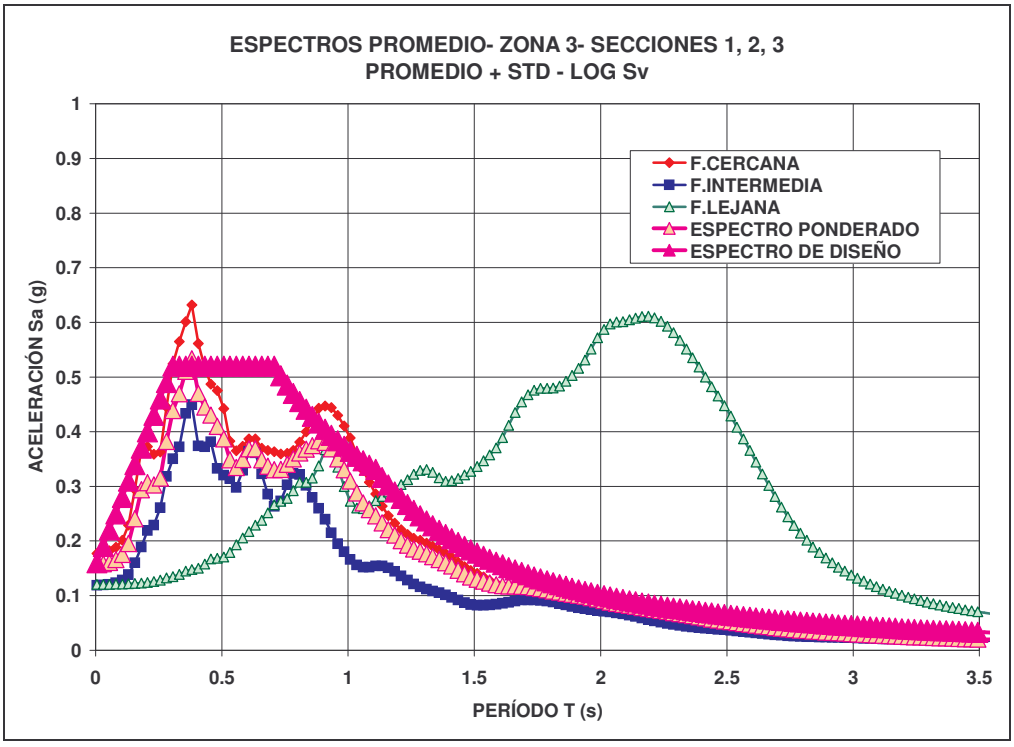


Figura 6.70. Zona 3- Espectros de Aceleración- Promedio y Diseño

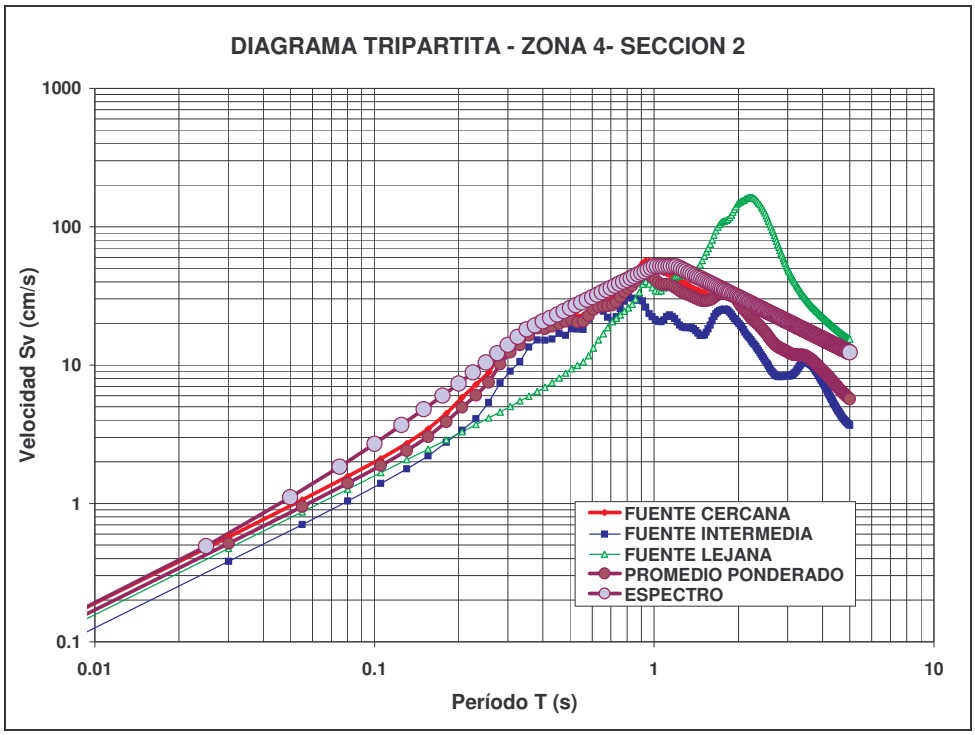


Figura 6.71. Zona 4- Espectros en Diagrama Tripartita

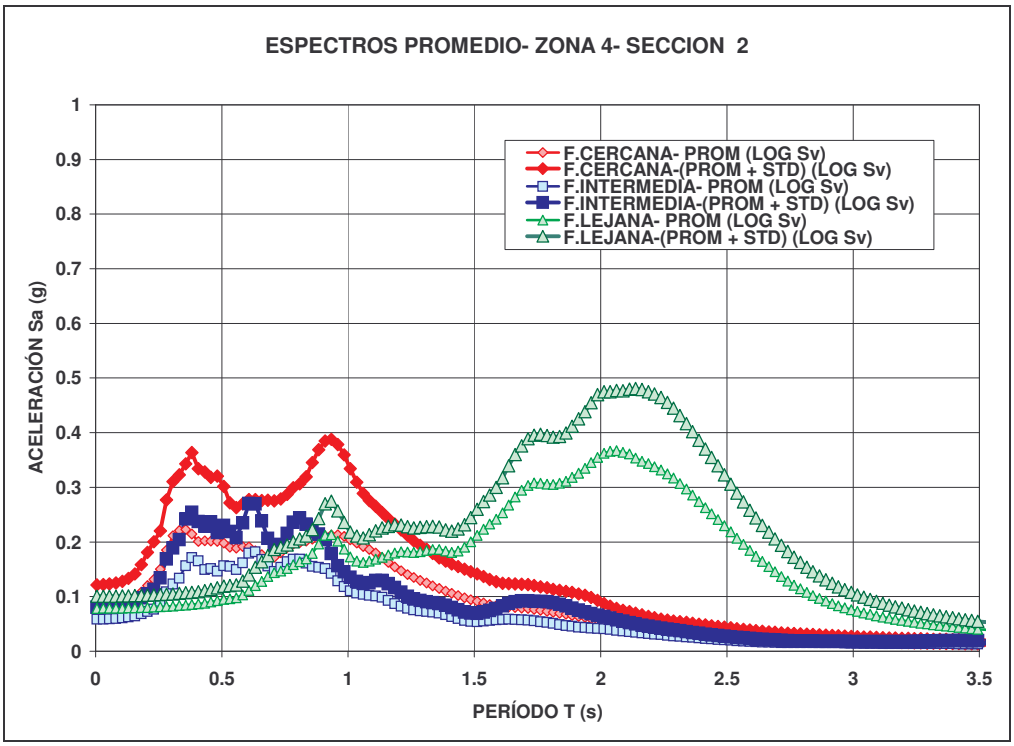


Figura 6.72. Zona 4- Espectros de Aceleración- Promedio y Promedio+Estándar

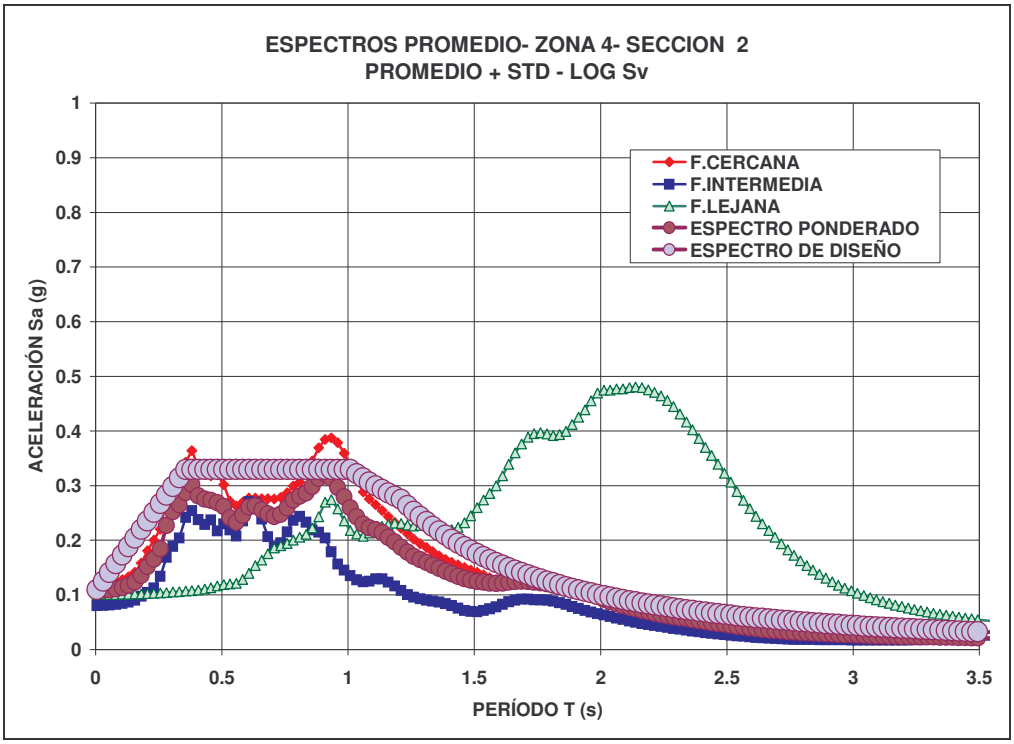


Figura 6.73. Zona 4- Espectros de Aceleración- Promedio y Diseño

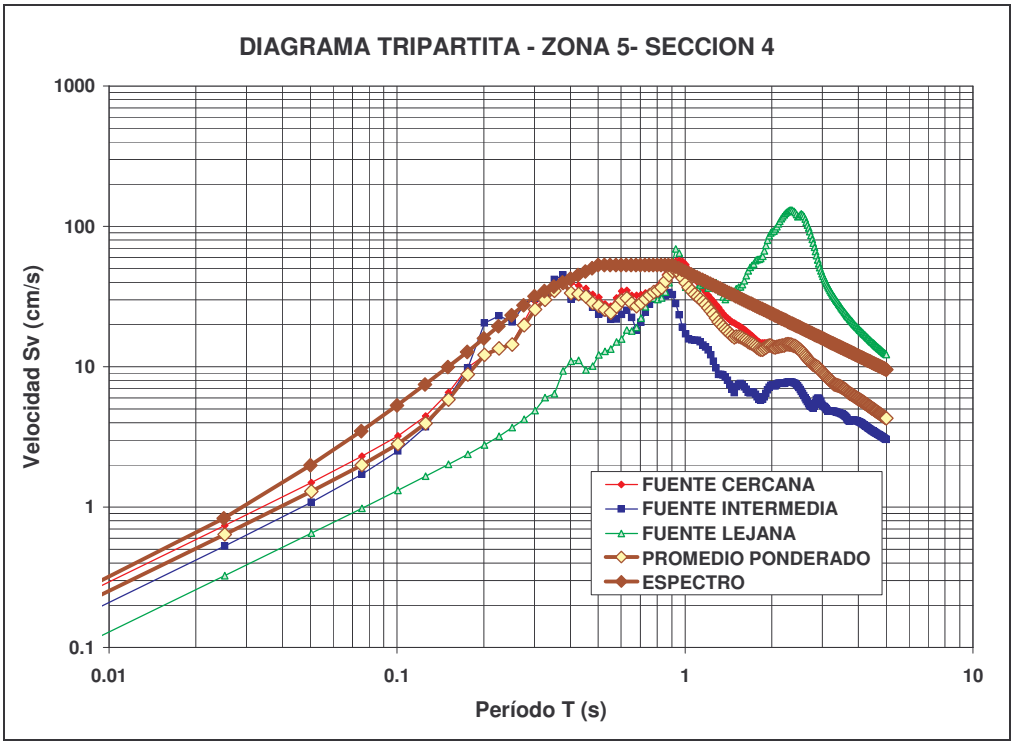


Figura 6.74. Zona 5- Espectros en Diagrama Tripartita

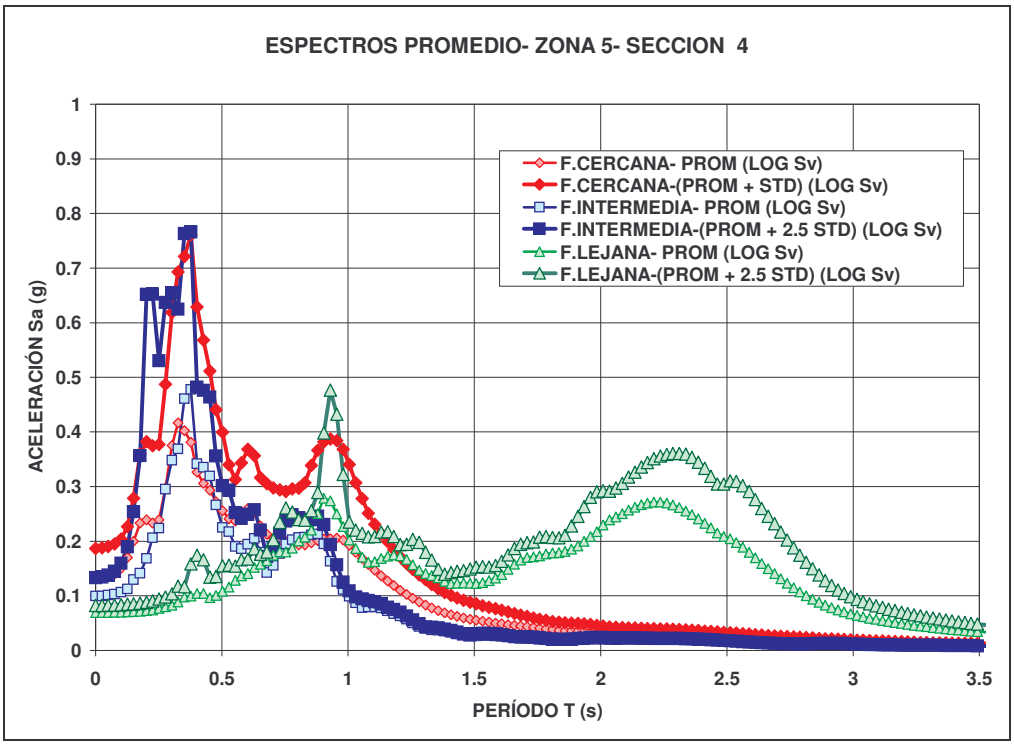


Figura 6.75. Zona 5- Espectros de Aceleración- Promedio y Promedio+Estándar

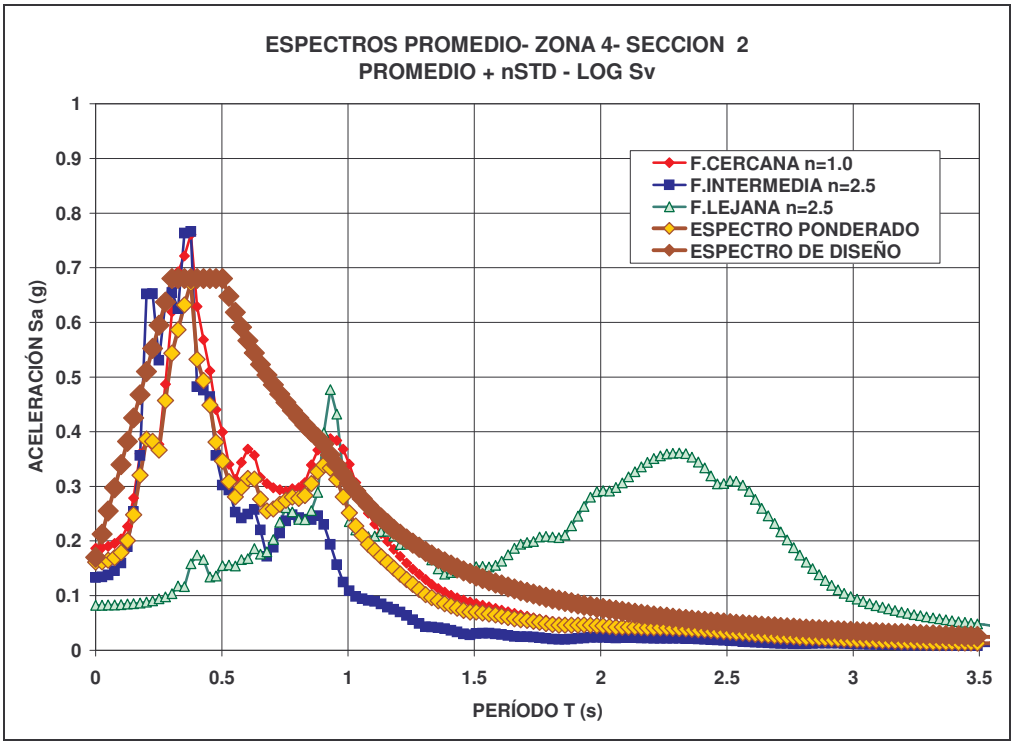


Figura 6.76. Zona 5- Espectros de Aceleración- Promedio y Diseño

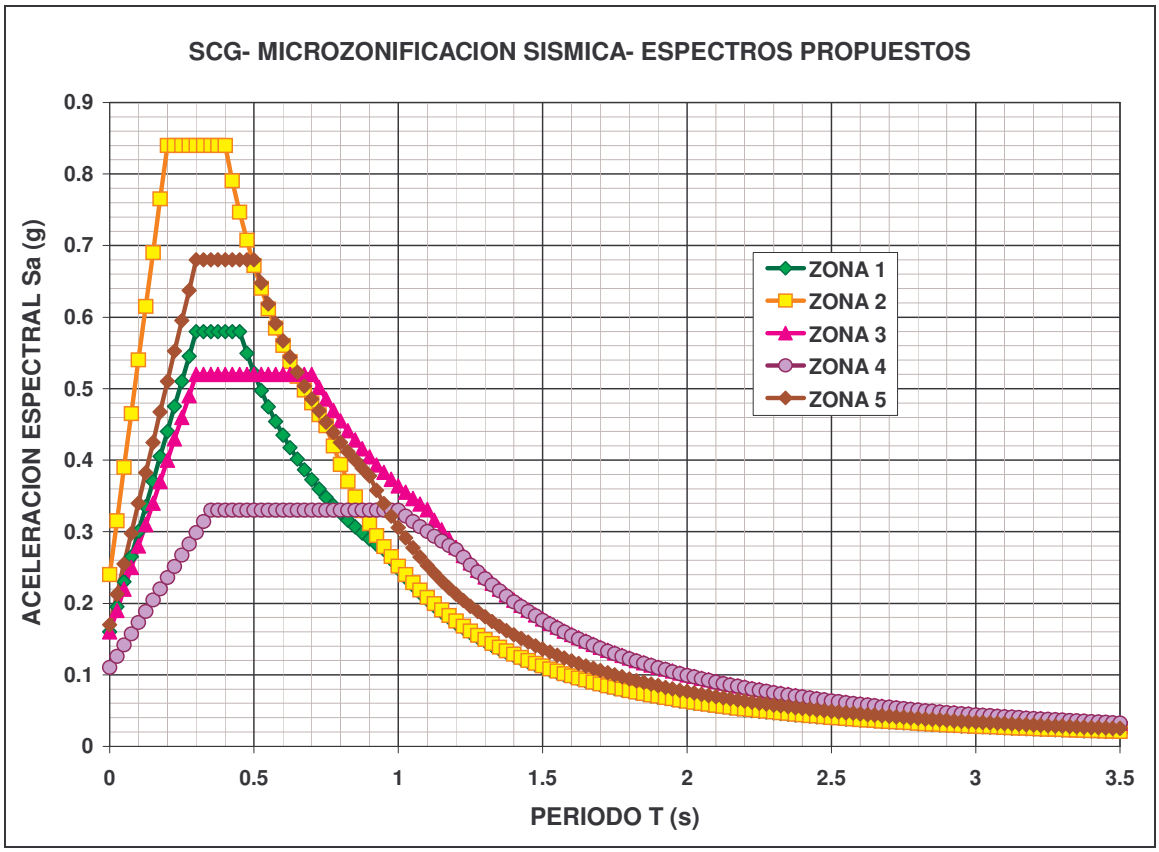


Figura 6.77. Espectros de Aceleración Propuestos

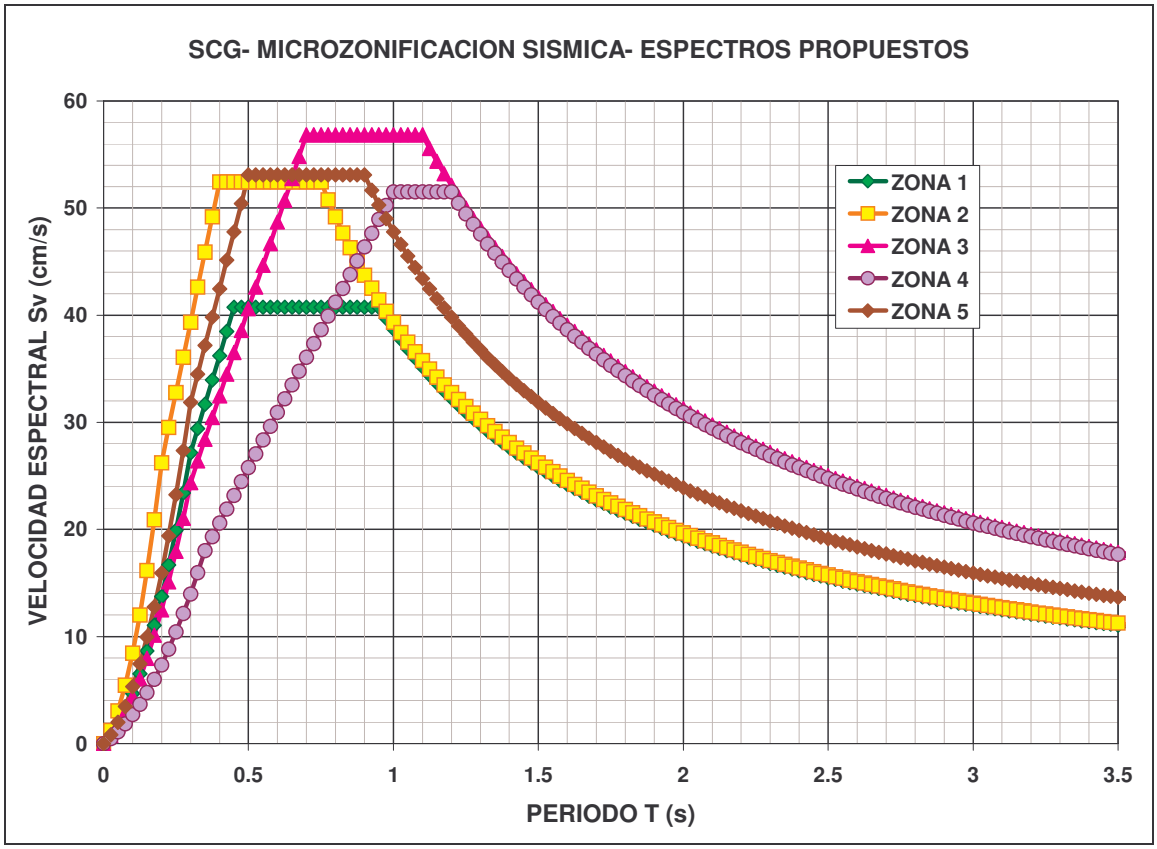


Figura 6.78. Espectros de Velocidad Propuestos

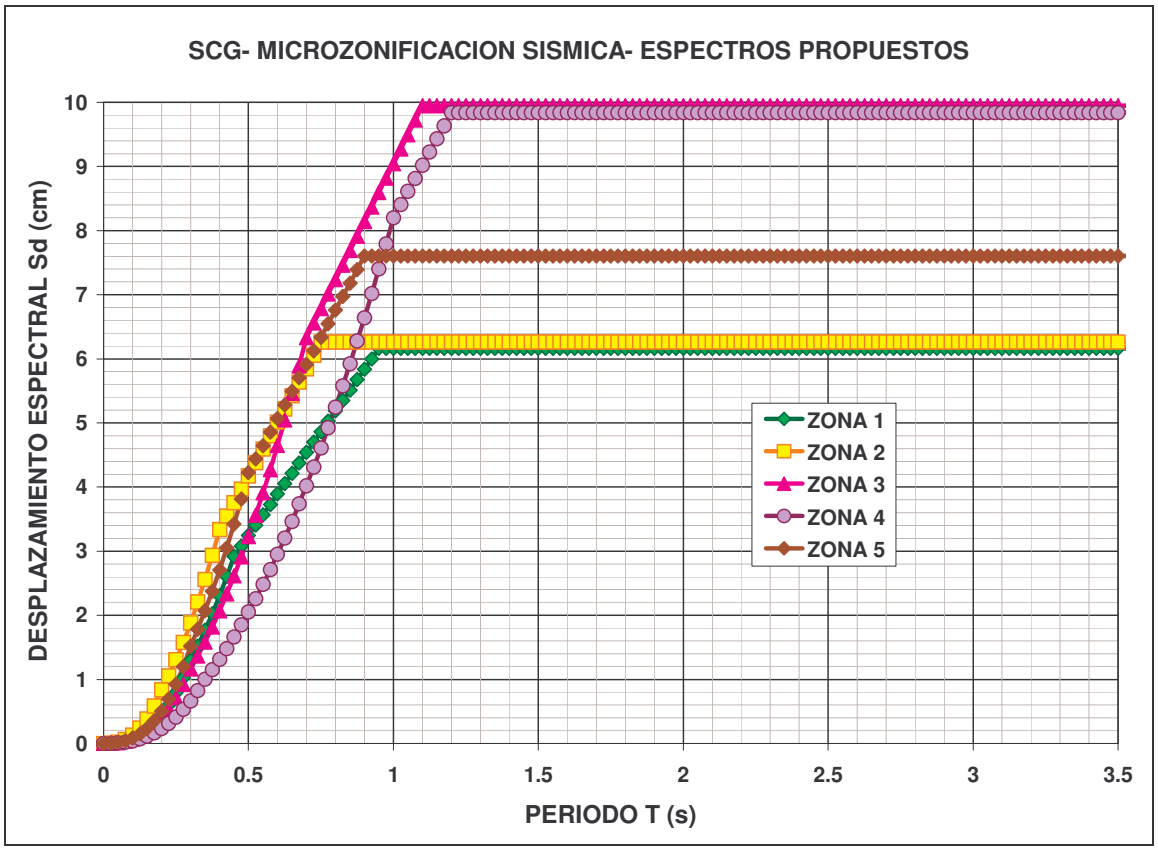


Figura 6.79. Espectros de Velocidad Propuestos

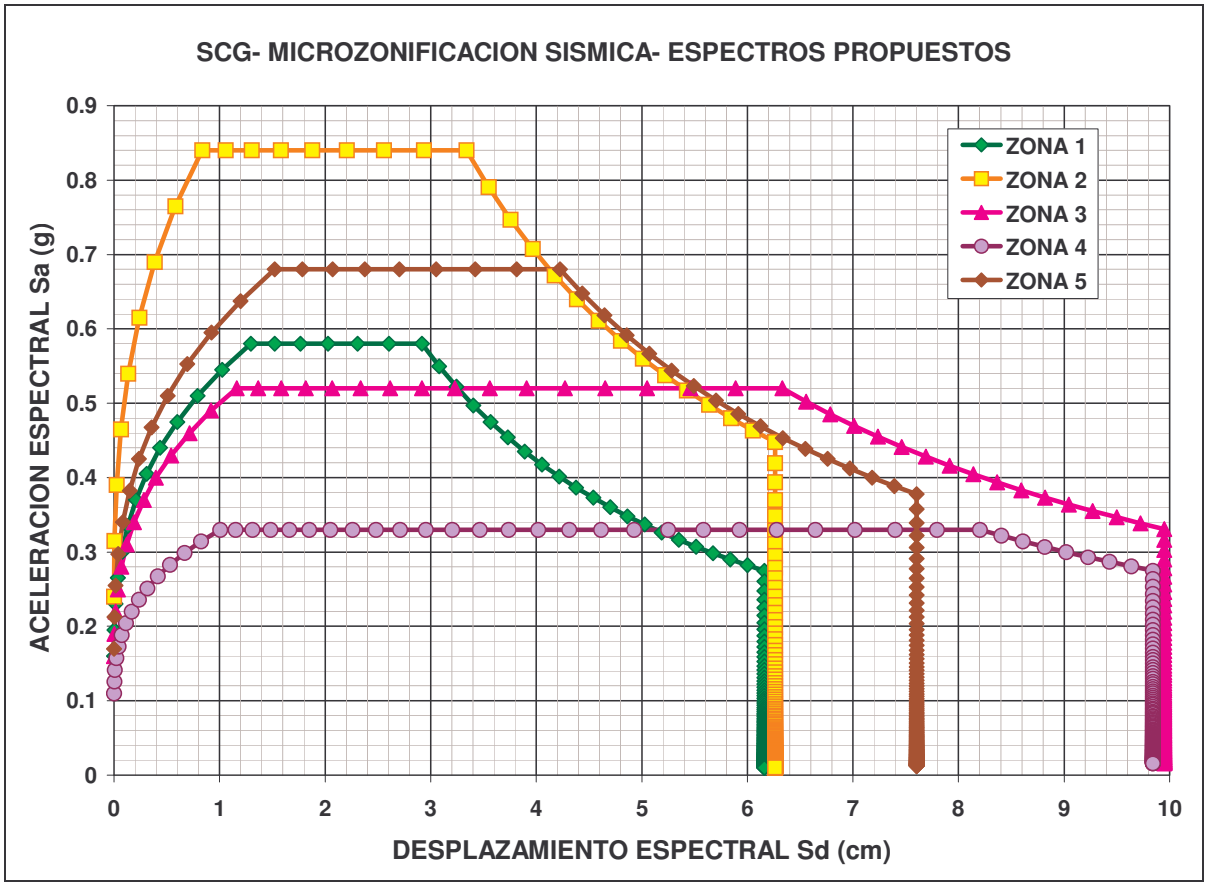


Figura 6.80. Espectros de Desplazamiento- Aceleración Propuestos

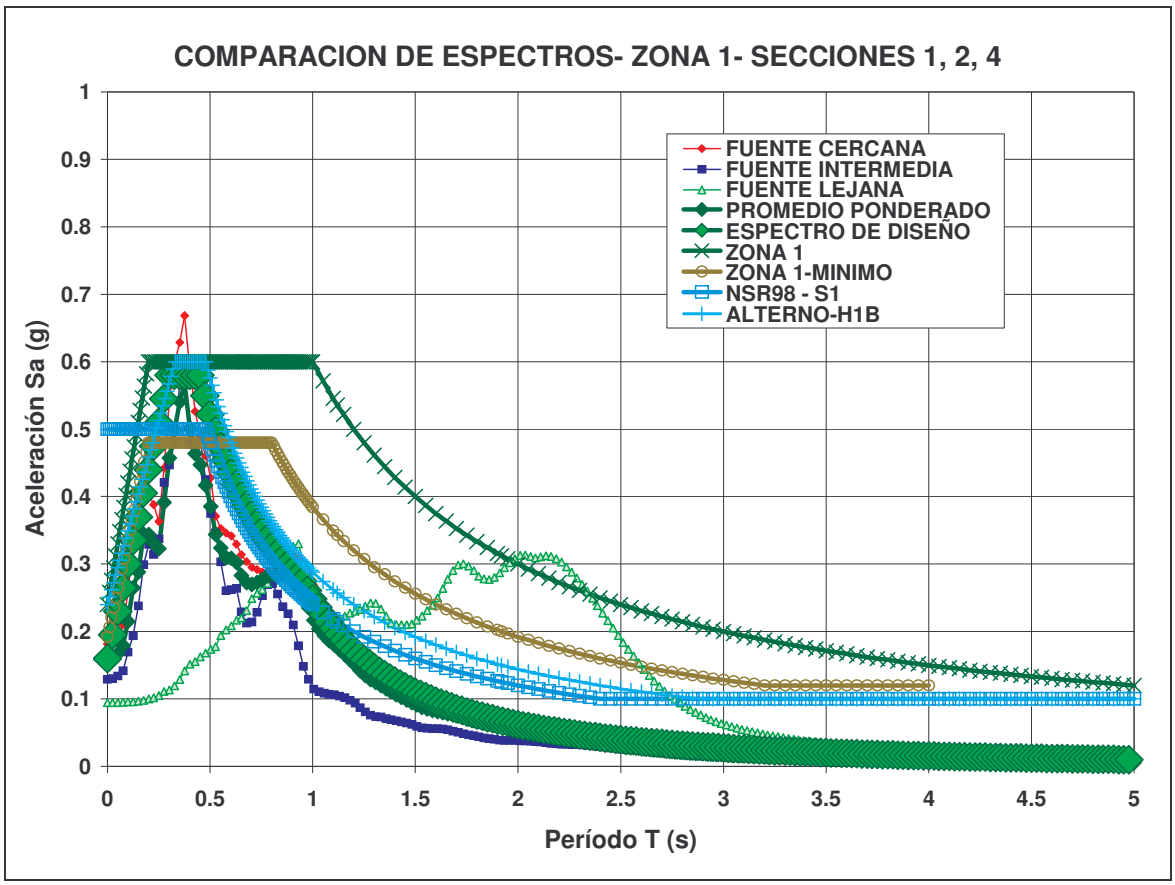


Figura 6.81. Comparación de Espectros- Zona 1- Cerros

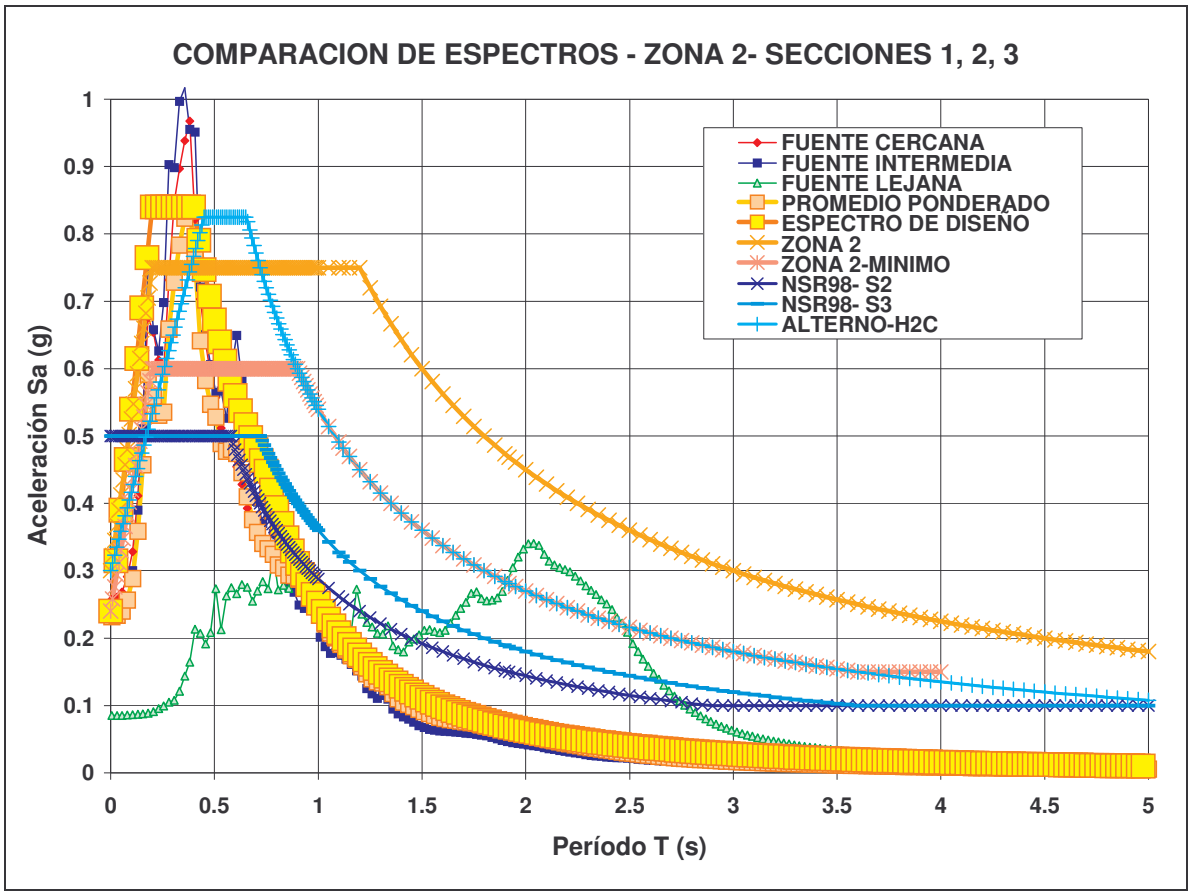


Figura 6.82. Comparación de Espectros- Zona 2- Piedemonte

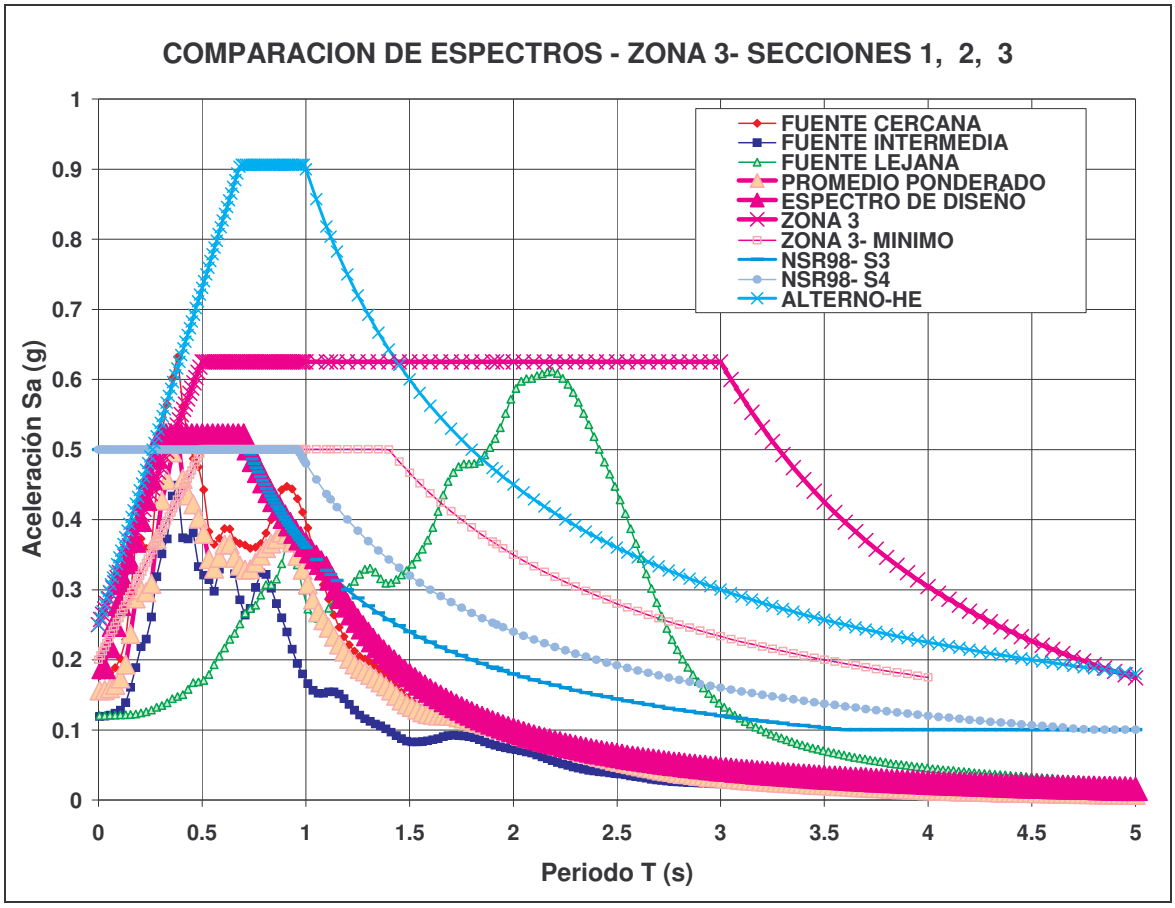


Figura 6.83. Comparación de Espectros- Zona 3- Lacustre A

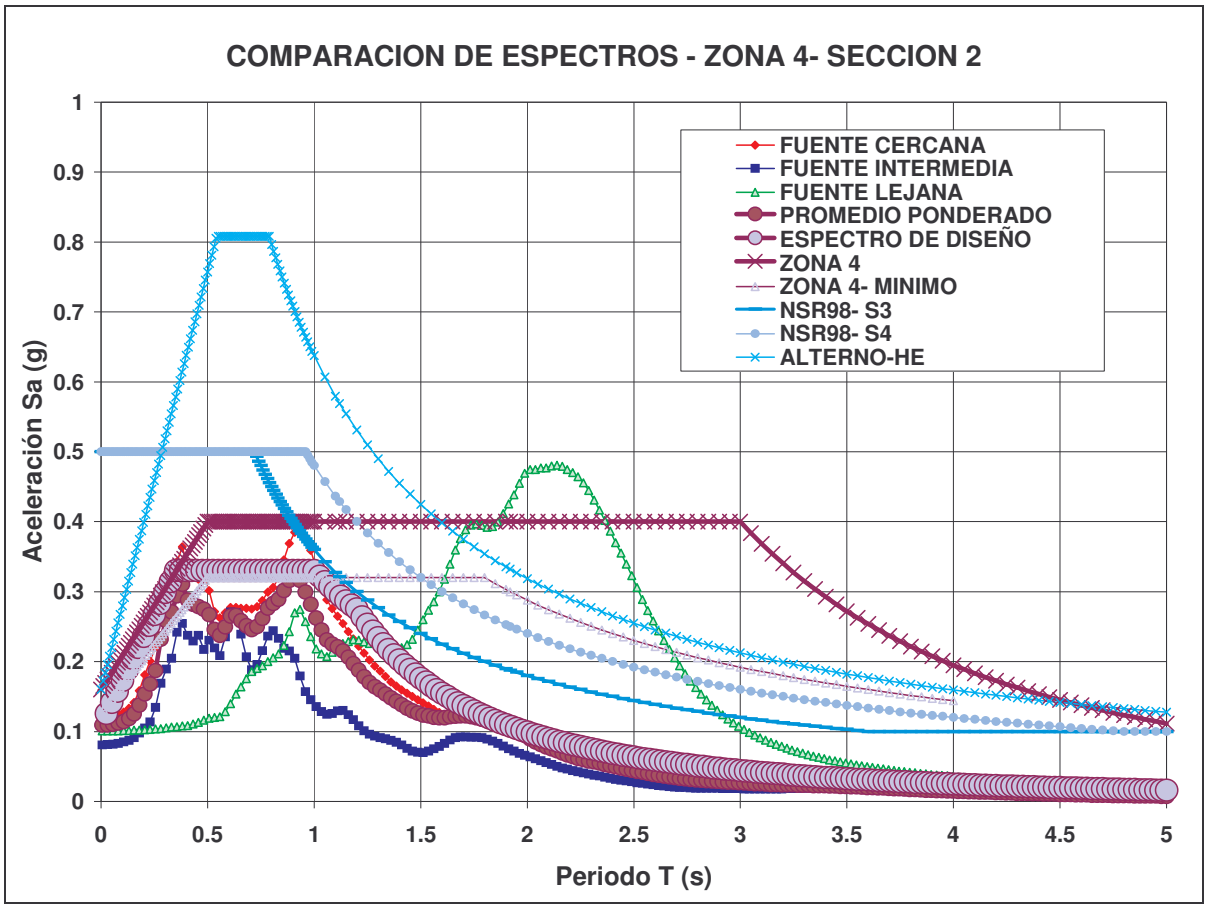


Figura 6.84. Comparación de Espectros- Zona 4- Lacustre B

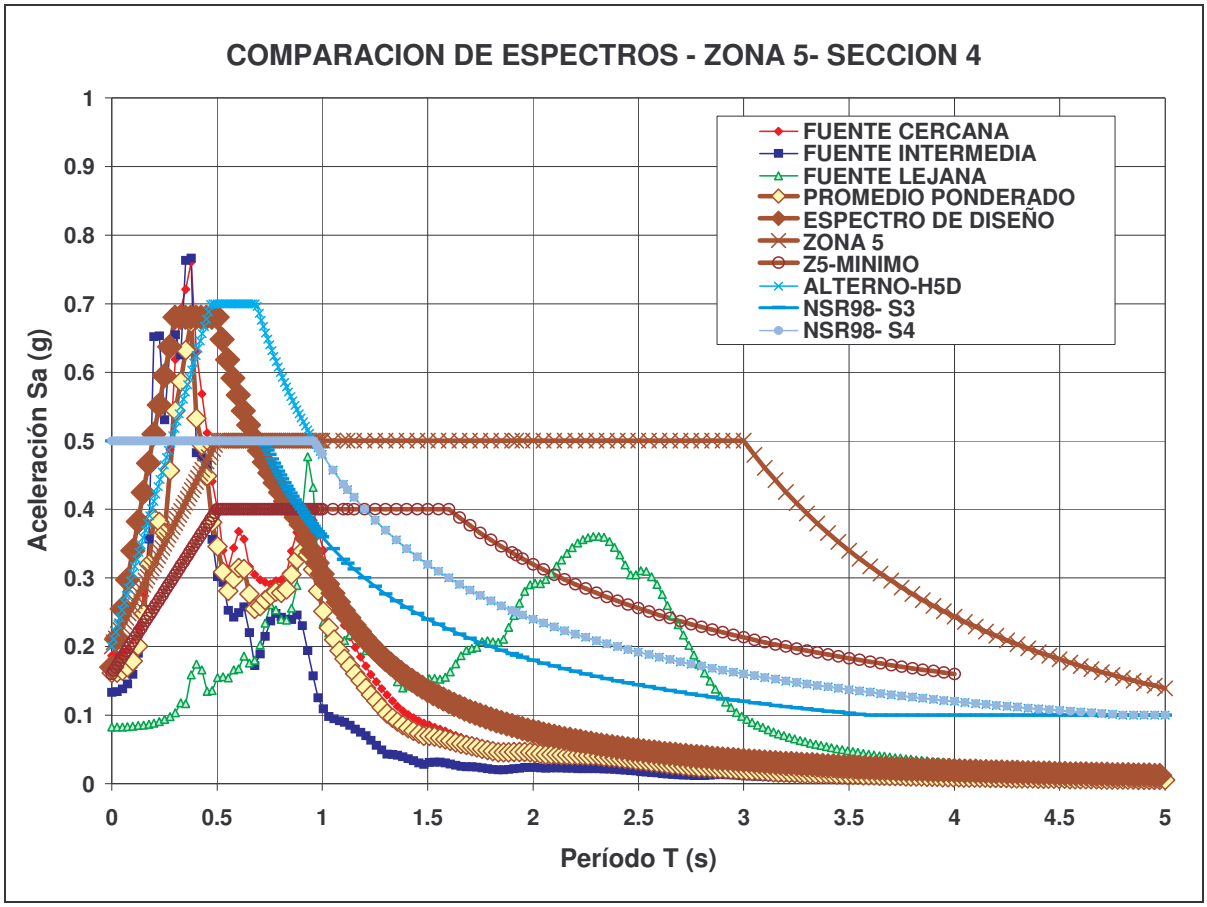


Figura 6.85. Comparación de Espectros- Zona 5- Terrazas y Conos

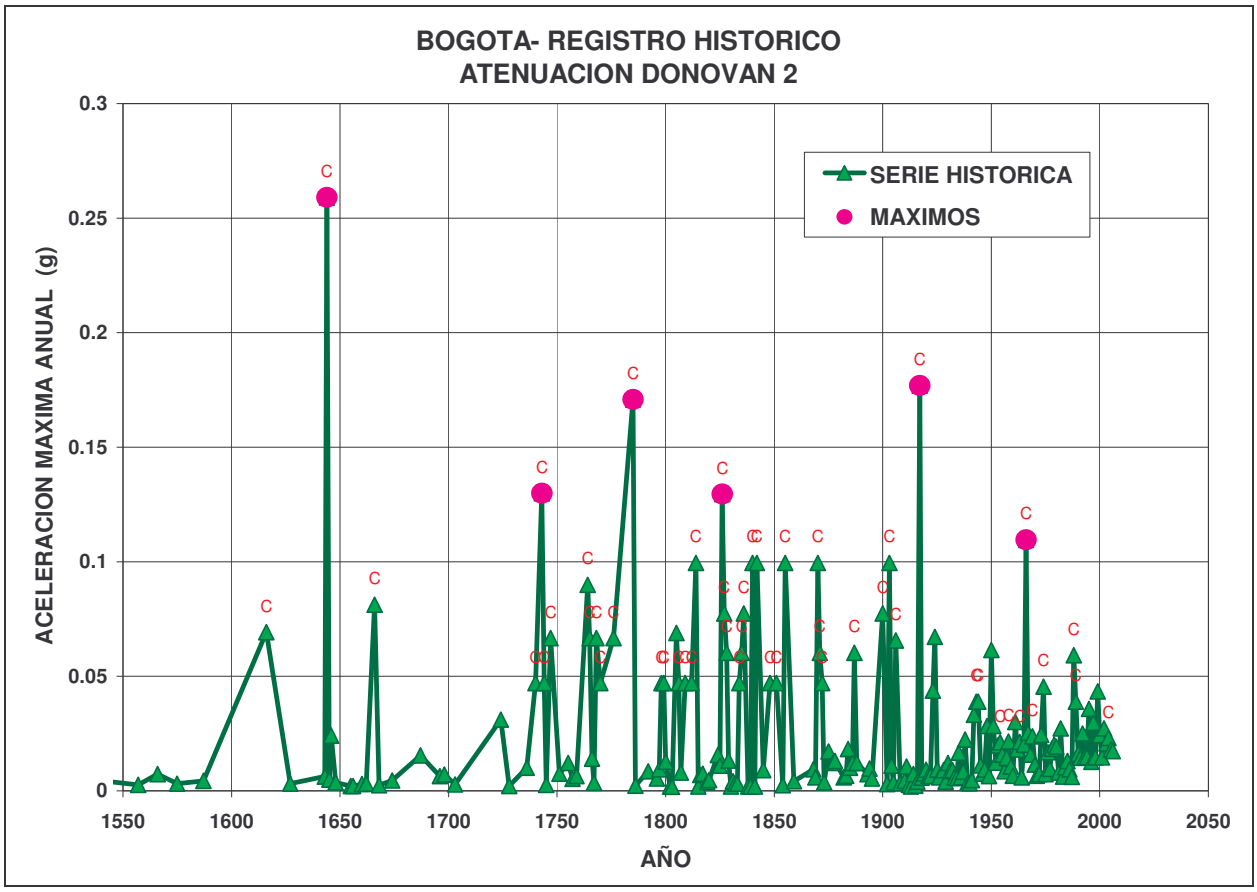


Figura 6.86. Aceleraciones Máximas Anuales y Sismos Significativos

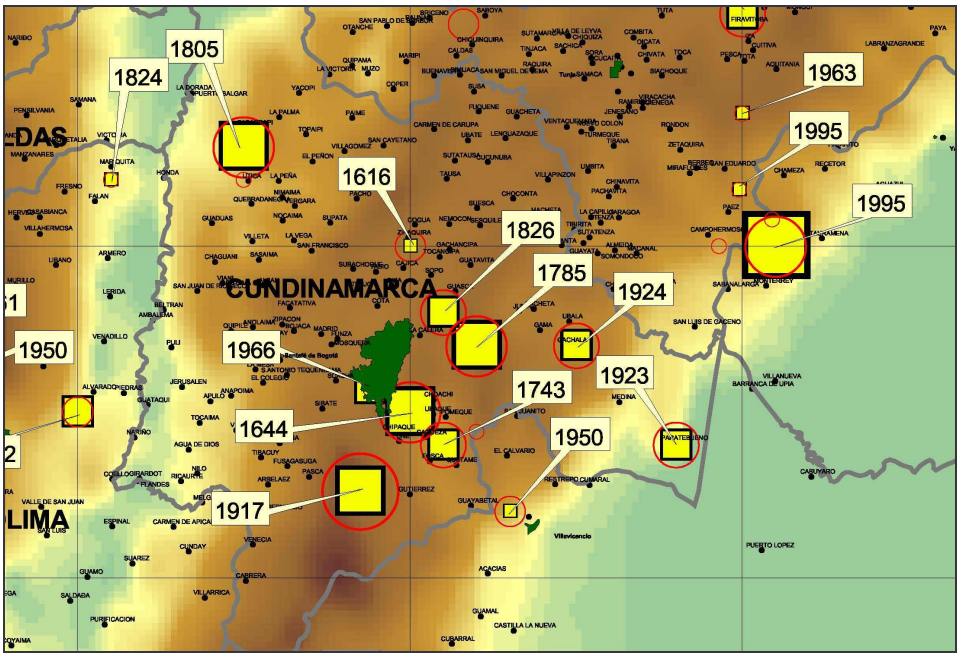


Figura 6.87. Localización de Epicentros de Sismos Significativos (INGEOMINAS, 2000)

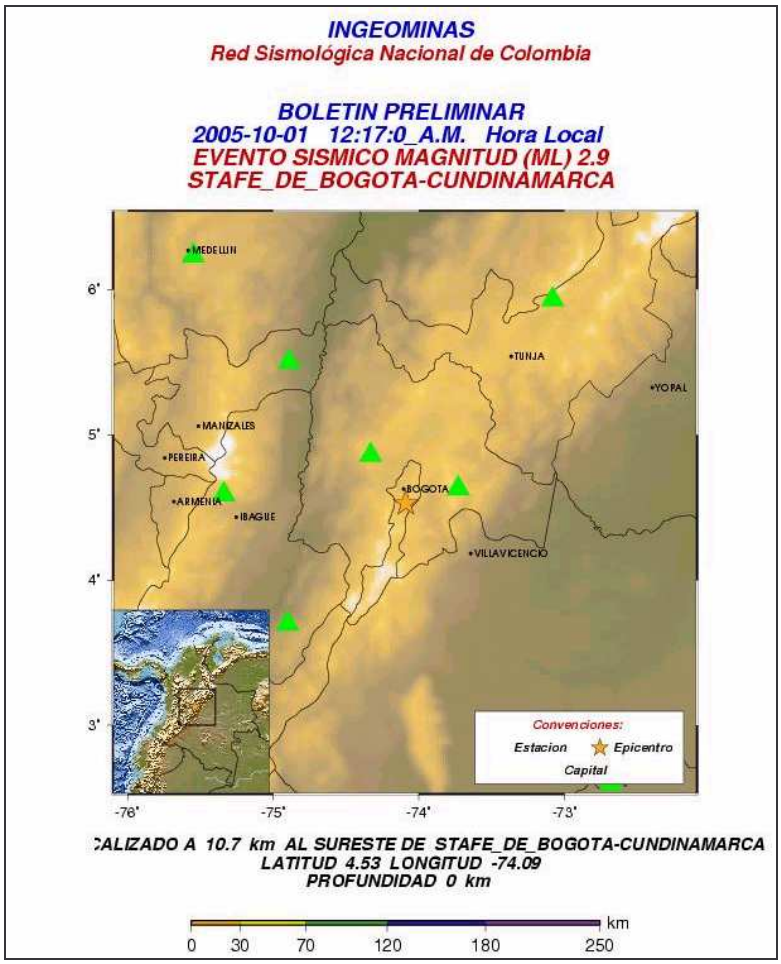


Figura 6.88. Evento Cercano Reciente- 01-Oct-2005 (INGEOMINAS, 2005)

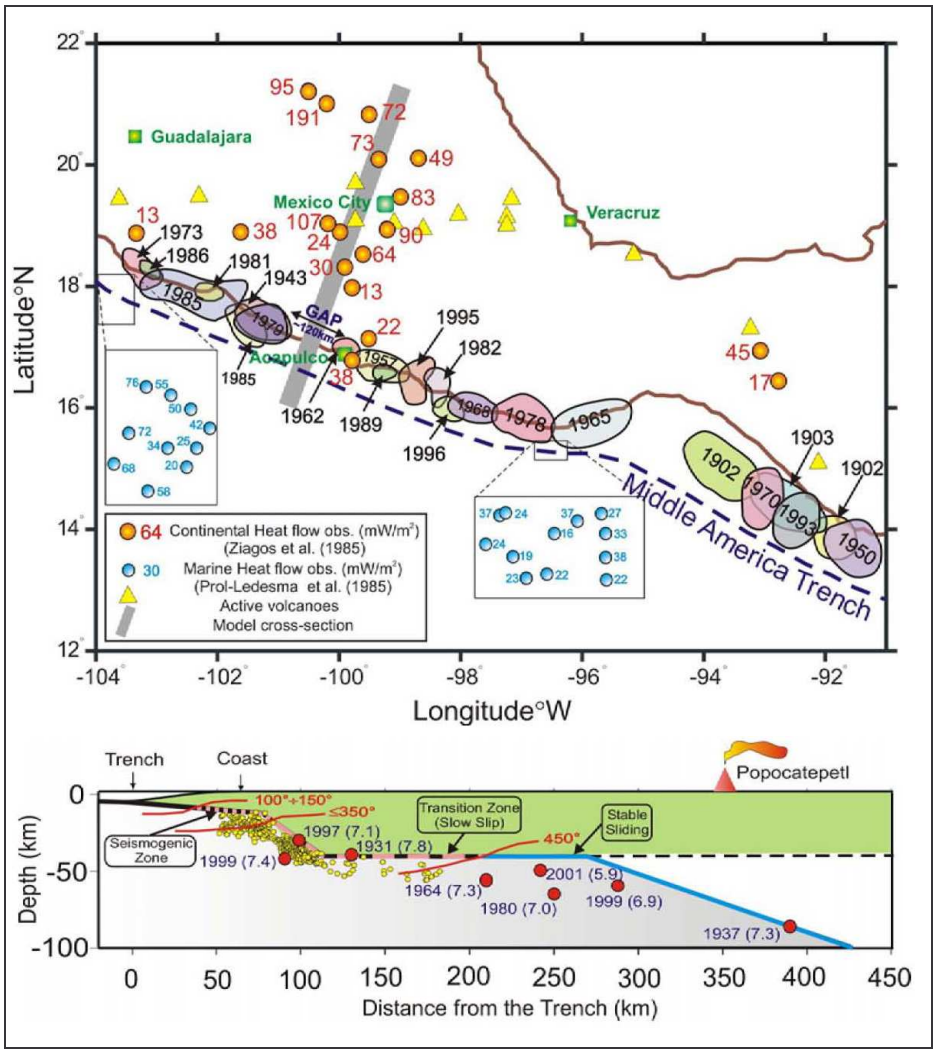


Figura 6.89. Zona de Subducción de Guerrero (Manea, 2004)

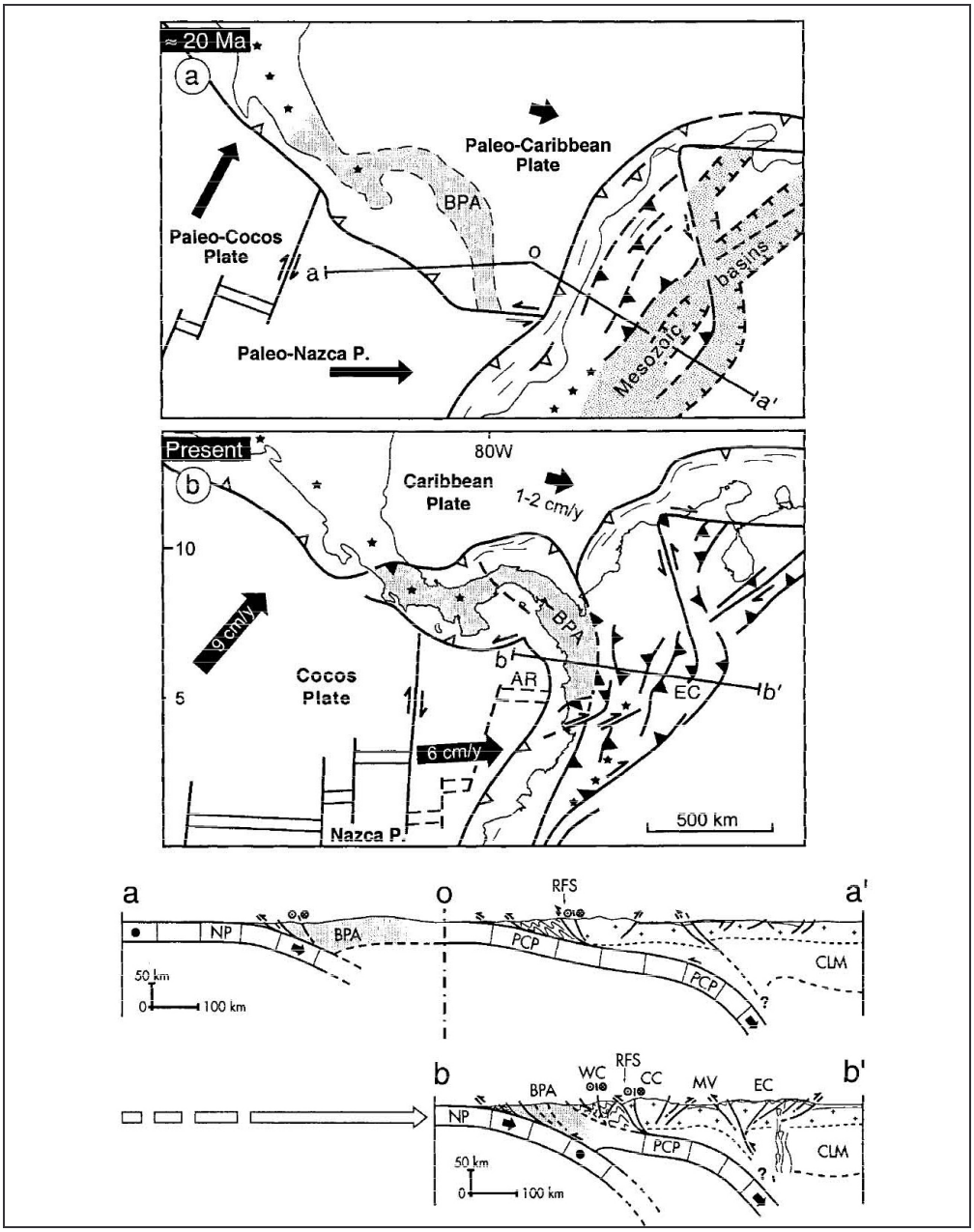


Figura 6.90. Zona de Subducción del Pacífico Colombiano (Taboada et al, 2000)

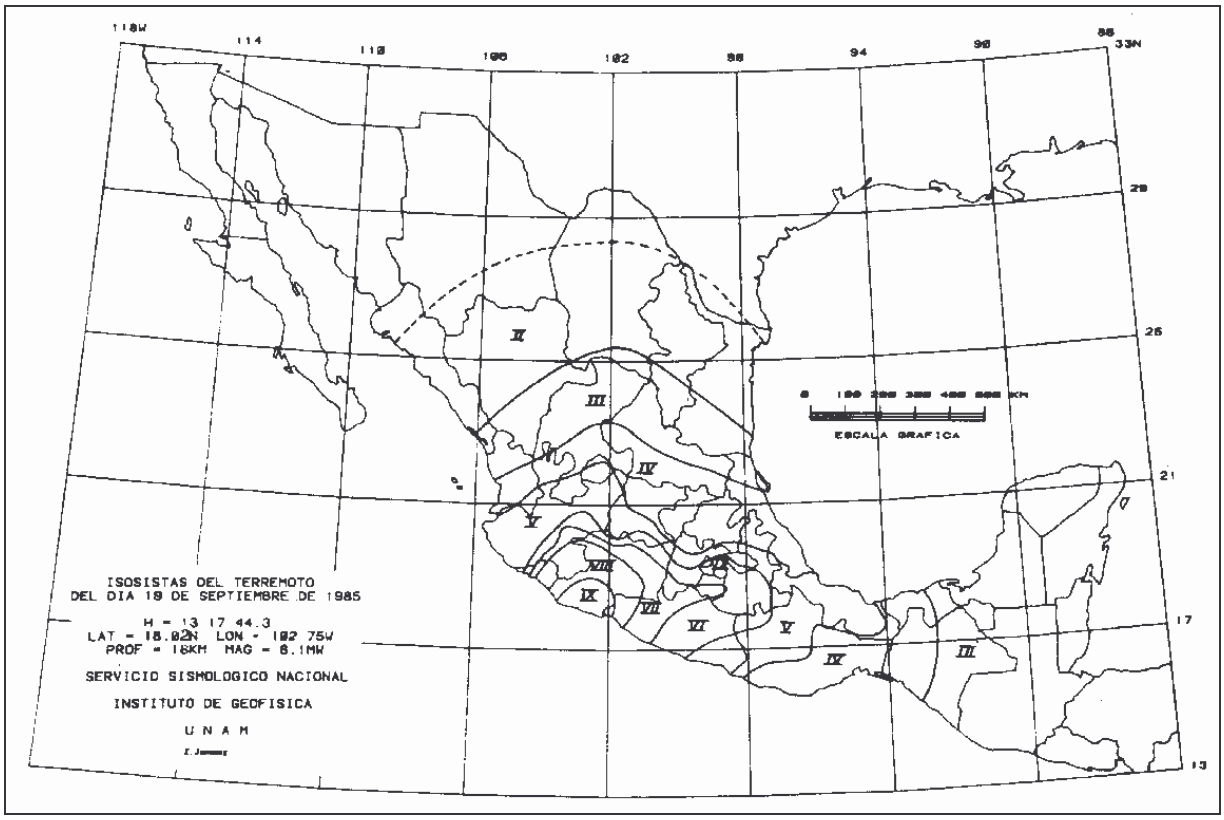


Figura 6.91. Atenuación Sismo de Michoacán -1985 (UNAM, 1987)

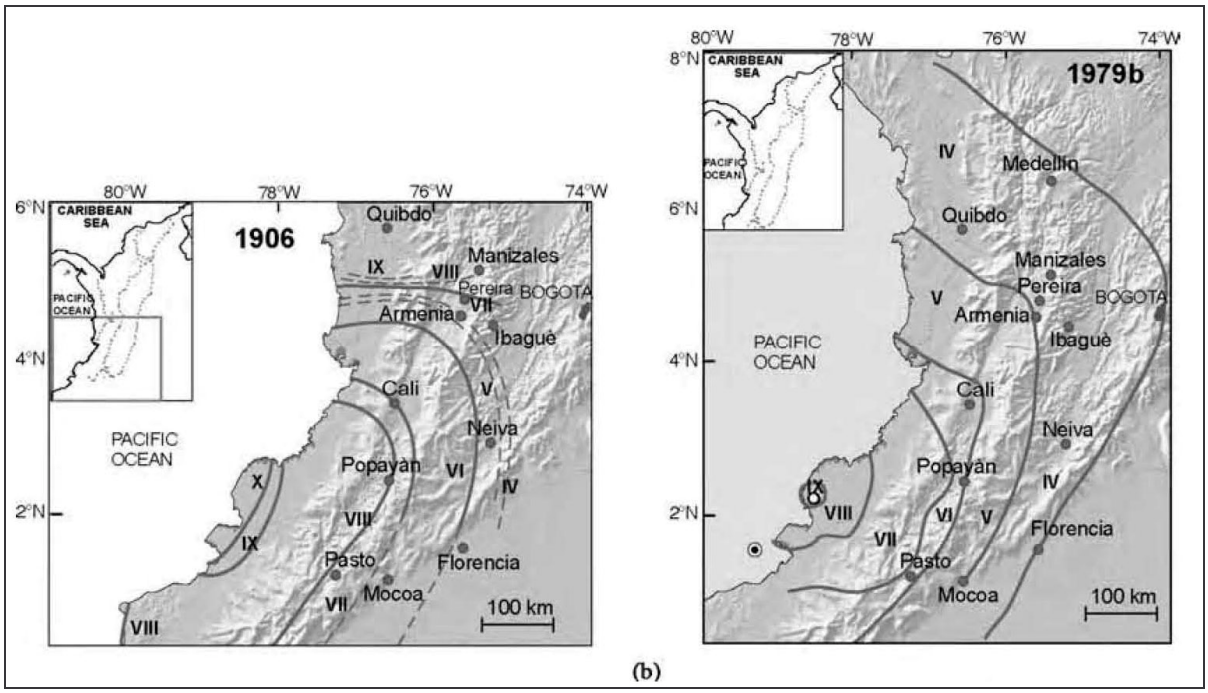


Figura 6.92. Atenuación Sismos de Tumaco -1906 y 1979 (Dimaté et al, 2005)

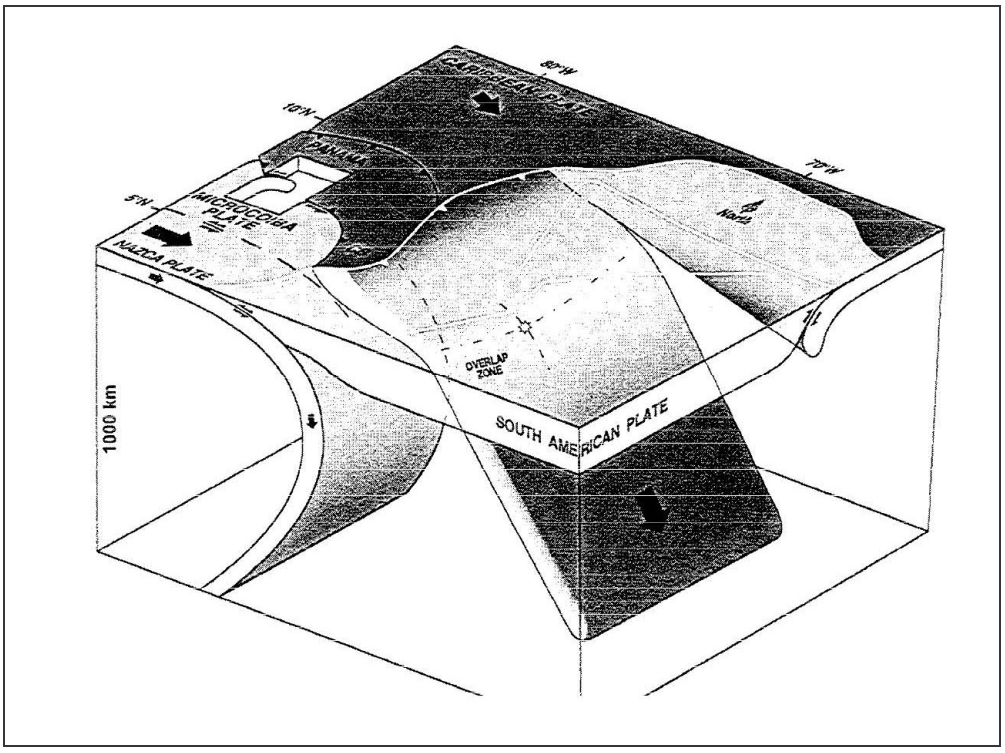


Figura 6.93. Modelo de Placas de Colombia (Taboada et al, 2000)

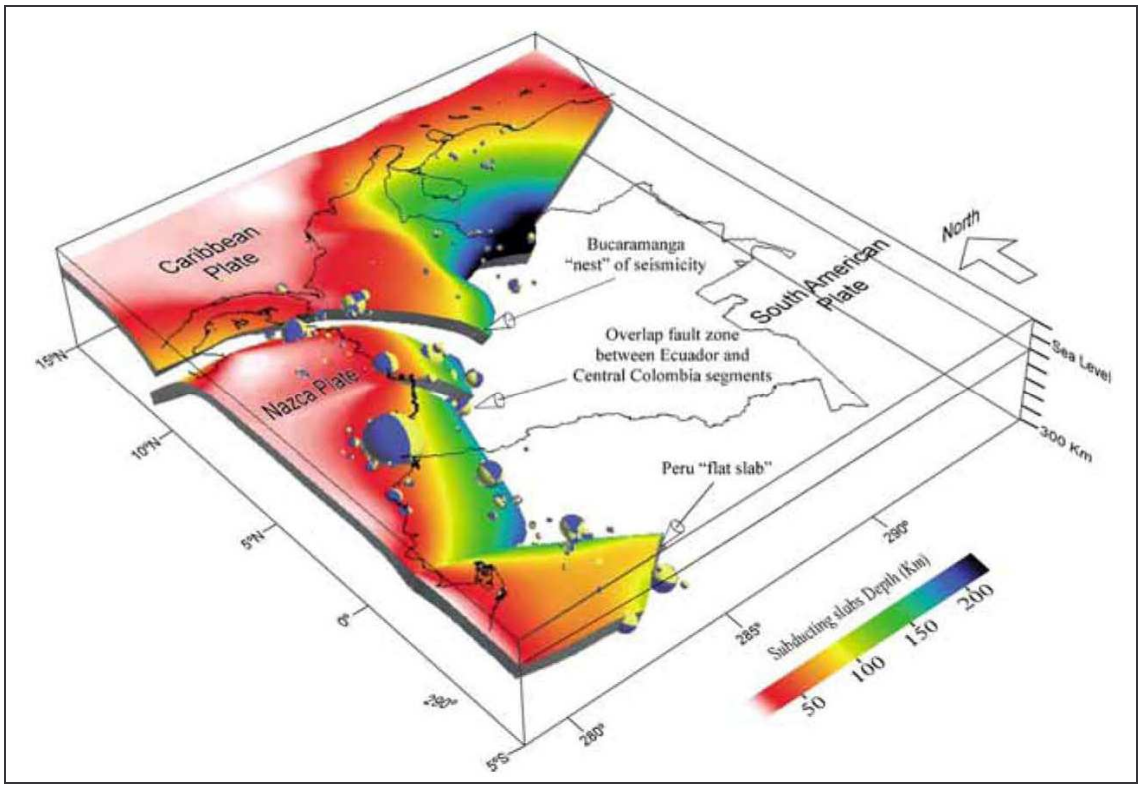


Figura 6.94. Modelo de Placas de Colombia (Corredor et al, 2000)