Guía docente de la asignatura

Microzonificación Sísmica y Efectos de Sitio (M40/56/1/11)

Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 06/07/2025

Máster	Máster Universitario en Geofísica y Meteorología
MÓDULO	Módulo de Geofísica
RAMA	Ciencias
CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO	Escuela Internacional de Posgrado

Semestre	Anual	**Créditos**	5	**Tipo**	Optativa	**Tipo de enseñanza**	Presencial

PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

- Comprensión de textos en inglés científico. Conocimientos fundamentales de Física y Matemáticas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)

Microzonifición sísmica. Efectos de sitio. Propiedades geotécnicas del suelo. Funciones de transferencia. Métodos espectrales. Métodos con arrays. Técnicas de inversión.

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 05/05/2026 - 11:22
Código seguro de verificación (CSV): 5F760B0DB0BB76DA0B2AF7776D388785 Pág. 1 de 13

- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Realizar experimentos de forma independiente y describir, analizar y evaluar críticamente los datos obtenidos.
- CG02 - Identificar los elementos esenciales de un proceso o una situación compleja, y a partir de ellos construir un modelo simplificado y realizar estimaciones sobre su evolución futura.
- CG03 - Idear la forma de comprobar la validez de un modelo e introducir las modificaciones necesarias cuando se observen discrepancias entre las predicciones del modelo y las observaciones.
- CG06 - Elaborar adecuadamente y con cierta originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, de redactar planes, proyectos de trabajo o artículos científicos o de formular hipótesis razonables.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE02 - Conocer y valorar las aportaciones de los diferentes métodos geofísicos al conocimiento de la Tierra.
- CE04 - Comprender los procesos medioambientales actuales y los posibles riesgos asociados con los procesos geofísicos y aplicar los métodos y técnicas para su estudio y evaluación.
- CE05 - Conocer técnicas exploratorias de recursos naturales o energéticos empleados en geofísica.
- CE06 - Conocer la instrumentación básica usada en la obtención de datos geofísicos y recoger, interpretar y representar datos referentes a la Geofísica usando las técnicas adecuadas de campo y laboratorio.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Mostrar interés por la calidad y la excelencia en la realización de diferentes tareas.
- CT02 - Comprender y defender la importancia que la diversidad de culturas y costumbres tienen en la investigación o práctica profesional
- CT03 - Tener un compromiso ético y social en la aplicación de los conocimientos adquiridos.
- CT04 - Ser capaz de trabajar en equipos interdisciplinarios para alcanzar objetivos comunes desde campos expertos diferenciados.

COMPETENCIAS

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 05/05/2026 - 11:22
Código seguro de verificación (CSV): 5F760B0DB0BB76DA0B2AF7776D388785 Pág. 2 de 13

COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Realizar experimentos de forma independiente y describir, analizar y evaluar críticamente los datos obtenidos.
- CG02 - Identificar los elementos esenciales de un proceso o una situación compleja, y a partir de ellos construir un modelo simplificado y realizar estimaciones sobre su evolución futura.
- CG03 - Idear la forma de comprobar la validez de un modelo e introducir las modificaciones necesarias cuando se observen discrepancias entre las predicciones del modelo y las observaciones.
- CG06 - Elaborar adecuadamente y con cierta originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, de redactar planes, proyectos de trabajo o artículos científicos o de formular hipótesis razonables.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE02 - Conocer y valorar las aportaciones de los diferentes métodos geofísicos al conocimiento de la Tierra.
- CE04 - Comprender los procesos medioambientales actuales y los posibles riesgos asociados con los procesos geofísicos y aplicar los métodos y técnicas para su estudio y evaluación.
- CE05 - Conocer técnicas exploratorias de recursos naturales o energéticos empleados en geofísica.
- CE06 - Conocer la instrumentación básica usada en la obtención de datos geofísicos y recoger, interpretar y representar datos referentes a la Geofísica usando las técnicas adecuadas de campo y laboratorio.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Mostrar interés por la calidad y la excelencia en la realización de diferentes tareas.
- CT02 - Comprender y defender la importancia que la diversidad de culturas y costumbres tienen en la investigación o práctica profesional

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 05/05/2026 - 11:22
Código seguro de verificación (CSV): 5F760B0DB0BB76DA0B2AF7776D388785 Pág. 3 de 13

- CT03 - Tener un compromiso ético y social en la aplicación de los conocimientos adquiridos.
- CT04 - Ser capaz de trabajar en equipos interdisciplinarios para alcanzar objetivos comunes desde campos expertos diferenciados.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

1. **El alumno sabrá/ comprenderá:**

- Las nociones básicas de propagación de ondas
- Las características geotécnicas de los suelos
- Los conceptos de susceptibilidad y potencialidad
- Las relaciones entre esfuerzo y deformaciones
- La importancia de los esfuerzos de cizalladura
- El fenómeno de la licuefacción debido a cargas sísmicas
- La inestabilidad de laderas debido a cargas sísmicas
- Las diferentes metodologías de zonificación
- Los instrumentos y las redes utilizadas en la toma de datos
- Los métodos de análisis de la respuesta de sitio
- Las clasificaciones internacionales de suelos
- Los instrumentos utilizados en el cálculo de los efectos de sitio
- Los métodos matemáticos de resolución del problema inverso
- Las técnicas de realización de mapas de zonación y Microzonificación sísmica

2. **Tras cursar esta materia los estudiantes han de ser capaces de:**

- Planificar un estudio de Microzonificación sísmica
- Realizar una campaña de medición de efectos de sitio
- Utilizar una red sísmica para toma de datos
- Interpretar los datos obtenidos en una campaña
- Aplicar las técnicas principales de evaluación de los efectos de sitio
- Manejar los métodos numéricos de la evaluación de los efectos de sitio
- Clasificar geológica, geotécnica y topográficamente una zona sísmica
- Microzonificar respecto a la licuefacción

PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

TEÓRICO

0. **Presentación y Objetivos del curso**

- Objetivos. Temario. Descripción de los contenidos. Organización del curso. Metodología. Actividades teóricas. Actividades prácticas. Casos prácticos. Criterios de evaluación. Referencias. Calendario previsto.

1. **Introducción. Conceptos básicos sobre efectos de sitio y microzonificación.**

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): 5F760B0DB0BB76DA0B2AF7776D388785
05/05/2026 - 11:22
Pág. 4 de 13

- **Conceptos básicos.** Sacudidas sísmicas e intensidad. Registros sísmicos. Peligros inducidos por los terremotos. Influencia de las condiciones del suelo en las sacudidas. Caracterización del suelo. Peligrosidad sísmica. Factores modificadores. Amplificación sísmica. Parámetros instrumentales del movimiento sísmico del suelo. Glosario.
- **Efectos locales.** Efectos de sitio. Efecto de cercanía de la fuente o directividad. Efecto topográfico. Factor de amplificación. Métodos de estimación del efecto de sitio. Resonancia suelo-estructura. Espectros de respuesta y de diseño. Microzonificación sísmica. Objetivos y aplicaciones de la microzonificación sísmica.

2. **Caracterización local del suelo y peligros inducidos.**

- **Caracterización geológica-geotécnica del terreno.** Técnicas basadas en datos de ingeniería geológica. Datos de sondeos mecánicos, geomorfológicos, hidrogeológicos y topográficos. Recopilación de antecedentes. Material de teledetección y cartografía de base. Parámetros geotécnicos. Relaciones NSPT – Vs y ρ-Vs. Clasificación geotécnica de suelos. Relación de la intensidad sísmica con las condiciones del suelo. GIS y Microzonificación geotécnica.
- **Microzonificación de peligros inducidos.** Licuefacción. Factores. Susceptibilidad y potencial a la licuefacción. Razón del esfuerzo cortante cíclico. Asientos esperables por densificación. Microzonificación de los peligros inducidos por terremotos. Ejemplos.
- **Caracterización geofísica del terreno.** Estructuras VS. Métodos activos: Métodos de refracción y de reflexión. Análisis de ondas superficiales. Registros de explosiones y terremotos. Método MASW. Métodos pasivos: Método f-K. Método de autocorrelación espacial (SPAC). Método del gradiente topográfico. Velocidades Vs30. Clasificación de suelos en códigos sísmicos. Relaciones generales y locales de clase de suelo-factor de amplificación. Mapas básicos de microzonificación. Ejemplos.

3. **Medidas de vibración ambiental y microzonificación.**

- **Ruido sísmico y microzonificación.** Características del ruido sísmico. Instrumentación. Medidas de corto período y de largo período. Medidas continuas de ruido ambiental. Método HVSR o de Nakamura. Discusión teórica y experimental. Función de transferencia con el método SSR o de la estación de referencia. Mapas de periodos predominantes y su uso en microzonificación. Ventajas y limitaciones. Ejemplos.

4. **Determinación del efecto local con registros de terremotos**

- **Parámetros ingenieriles del movimiento del suelo.** Características de los registros sísmicos. Parámetros cinemáticos: PGA, PGV, PGD. Parámetros energéticos: Aceleración típica o eficaz. Intensidad de Arias. Velocidad absoluta acumulada. Duración de la sacudida. Intensidad espectral. Potencia específica pico. Energía específica pico.
- **Parámetros espectrales:** Espectro de respuesta. Espectro de input de energía. Espectro de respuesta de desplazamiento. Valores típicos para terremotos europeos. Ejemplos.
- **Determinación de la Función de transferencia y microzonificación.** Función de transferencia. Obtención con el Método HVSR. Método SSR o de la estación de referencia. Mapas de microzonificación. Ventajas y limitaciones. Ejemplos.

5. **Simulación de la respuesta de sitio.**

- **Técnicas analíticas, empíricas y semiempíricas.** Respuesta sísmica local. Simulaciones semi-empíricas: Método estocástico OSA y método cinemático de Irikura. Introducción a las técnicas teóricas o de análisis estructural.

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): 5F760B0DB0BB76DA0B2AF7776D388785
05/05/2026 - 11:22
Pág. 5 de 13

PRÁCTICO

1. Caracterización geológica y geotécnica de suelos y Microzonificación, (en laboratorio)

Clasificaciones de suelos y ensayos mecánico-geotécnicos. Obtención de Vs a partir de Nspt. Clasificación geotécnica de suelos. Mapas geotécnicos. Microzonificación geotécnica. Ventajas y limitaciones.

2. Estimación de mapas de peligros inducidos por terremotos, (en laboratorio)

Estimación la susceptibilidad y del índice del potencial de licuefacción (LPI) con valores de (N1)60 y de CSR. Obtención de mapas de licuefacción para magnitudes de referencia. Estimación la susceptibilidad al asentamiento con valores de (N1)60. Obtención de mapas de licuefacción para magnitudes de referencia.

3. Obtención de velocidades de ondas Rayleigh con técnicas de array, (en campo y laboratorio)

Método activo MASW. Métodos pasivos basados en ruido ambiental: SPAC / fk. Diseño de las antenas sísmicas (arrays). Análisis de los registros. Obtención de curvas de dispersión de onda Rayleigh. Estimación del rango de profundidades explorado. Ventajas y limitaciones.

4. Registro de ruido ambiental, método HVSR y estimación de periodos resonantes del suelo, (en campo y laboratorio)

Generalidades sobre el registro de ruido ambiental. Instrumentación. Aplicación del método H/V para obtener periodos predominantes. Obtención de curvas HVSR. Interpretación de las curvas HVSR. Mapas de periodos predominantes.

5. Inversión de la estructura de Vs superficial del terreno a partir de velocidades de ondas superficiales y HVSR (en el laboratorio)

Modelos del cociente espectral H/V de ruido ambiental: fuentes superficiales y campos difusos. Aproximación “lambda/3”. Inversión conjunta. Empleo de los programas Dinver y HV-Inv.

6. Análisis de señales sísmicas, estimación de parámetros del movimiento del suelo. (en laboratorio)

Características de los acelerogramas. Tratamiento y análisis de registros. Análisis de Fourier. Cálculo de parámetros instrumentales: Valores pico (PGA, PGV, PGD), Espectros de respuesta (SA, SV), Intensidades de Arias (AI) y de Housner (HI). Uso de estos parámetros en el diseño y la microzonificación.

7. Obtención de la función de transferencia de suelos (en laboratorio)

Utilización del método empírico Standard Spectral Ratio (SSR) para terremotos. Estimación teórica de la respuesta local utilizando el modelo de incidencia de ondas planas sobre una estructura 1D.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 05/05/2026 - 11:22
Código seguro de verificación (CSV): 5F760B0DB0BB76DA0B2AF7776D388785 Pág. 6 de 13

AKI, Keiiti (1988): Local site effects on strong ground motion in Earthquake Eng. Soil Dynamics II, recent advances in ground motion evaluation. Am. Soc. Civil Eng/Geothecnical Special Publication 20, 103-155.

ANSAL A. 2004. Recent Advances in Earthquake Geotechnical Engineering and Microzonation. Springer Science & Business Media, 1/1/2004 - 354 pp.

CHU, J., WARDANI, S. P.R., IIZUKA, A.(Eds.) 2013. Geotechnical Predictions and Practice in Dealing with Geohazards. Springer. 394 pág.

FEMA HAZUS (2003) Multi-hazard Loss Estimation Methodology. HAZUS. User Manual,

IRIKURA, KUDO, OKADA & SASANATI (Eds.). 1998. The effects of surface geology on seismic motion. Ed. Balkema. Rotterdam.

KOBAYASHI H. 2006. Seismic Microzoning for Urban Planning. Journal of Disaster Research, Vol.1, No.2, pp. 211225, 2006 .

KRAMER S.L.(1996). Geotchnical earthquake engineering. 653 pp. Prentice Hall,

LEE, W. H.K.; H. KANAMORI, P. JENNINGS, C. KISSLINGER (2003).- International Handbook of Earthquake and Engineering Seismology. Academic Press.

NCSE-02 (2002). Normativa de Construcción Sismorresistente Española de 2002. Real Decreto B.O.E. de agosto de 2002.

ROCA, A., OLIVEIRA, C. (Eds.) . Earthquake Microzoning. Springer. 368 pág.

REITER, L (1991).- Earthquake Hazard Analysis. Columbia University Press

ROMEO R.W., BISICCIA C. 2006. Risk-oriented seismic microzoning study of an urban settlement. Soil Dynamics and Earthquake Engineering 26 (2006) 899–908

SRBULOV M.(2008) . Geotchnical earthquake engineering. 244 pp. Springer,

TANAKA A. 1987. A Research on Seismic Microzoning by Using Short-period Microtremors. 1987 - 182 pp.

WALD, D. J.; B. C. WORDEN, V. QUITORIANO, K. L. PANKOW (2005). ShakeMap Manual: Technical Manual, User's Guide, and Software Guide Techniques and Methods 12-A1 U.S. Department of the Interior . U.S. Geological Survey . 134 pp. Consultable en: http://earthquake.usgs.gov/shakemap

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

ALGUACIL G., F. VIDAL , M. NAVARRO, A. GARCÍA-JEREZ , J. PÉREZ-MUELAS (2014). Characterization of earthquake shaking severity in the town of Lorca during the May 11, 2011 event. Bulletin of Earthquake Engineering, V

12, pp 1889-1908,

BARD, P-Y. (1995): "Effects of surface geology on ground motion: recent results and remaining issues ". Proc. 10th European Conference on Earthquake Engineering, Vienna, Austria.

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 05/05/2026 - 11:22
Código seguro de verificación (CSV): 5F760B0DB0BB76DA0B2AF7776D388785 Pág. 7 de 13

BENITO M.B., M. NAVARRO, F. VIDAL, J. GASPAR-ESCRIBANO, M J. GARCÍA, JM MARTÍNEZ-SOLARES (2010). A New Seismic Hazard Assessment in the Region of Andalusia (Southern Spain). Bulletin of Earthquake

Engineering V 8, I 4 pp. 739-766

BOATWRIGHT, J.; FLETCHER, J.B.; FUMAL, T.E. (1991): "A general inversion scheme for source, site, and propagation characteristics using multiply recorded sets of moderate-sized earthquakes". Bull. Seismol. Soc. Am., 81, 1752-1782.

BORCHERDT, R.D., 1970. Effects of local geology on ground motion near San Francisco Bay, Bull. Seism. Soc. Am., 60: 29-61.

BORCHERDT, R. AND GLASSMOYER, G., 1992. On the characteristics of local geology and their influence on the ground motions generated by the Loma Prieta earthquake in the San Francisco bay region, California, Bull. Seism. Soc. Am., 82:603-641.

BORCHERDT, R.D. (1994): Estimates of site-dependent response spectra for design (methodology and justification).

Earthquake Spectra, 10, 617-673.

BOORE, D. M., AND G. M. ATKINSON (2008), Ground-motion prediction equations for the average horizontal component of PGA, PGV, and 5%-Damped PSA at spectral periods between 0.01s and 10.0s, Earthquake Spectra,

24(1), 99-138

CHÁVEZ F., LERMO J., (1994) Are microtremors useful in site response evaluation?, Bull. Seismol. Soc. Am., Vol

84.

FINN, W.D.L. (1991) Geotechnical Engineering Aspects of Microzonation, Proc. 4th International Conference on

Seismic Zonation, (1):199-259

GARCÍA-JEREZ, A., F. LUZÓN, M. NAVARRO, J.A. PÉREZ-RUIZ (2006). Characterization of the Sedimentary Cover of the Zafarraya Basin, Southern Spain, by Jeans of Ambient Noise. Bull. Seismol. Soc. Am., Vol. 96, No. 3, pp. 957-967.

GARCÍA-JEREZ, A., M. NAVARRO, F.J. ALCALÁ, F. LUZÓN, J.A. PÉREZ-RUÍZ, T. ENOMOTO, F. VIDAL, E. OCAÑA (2007). Shallow Velocity Structure Using Joint Inversion of Array and H/V Spectral Ratio of Ambient Noise: The Case of Mula Town (SE Spain). Soil Dynamics and Earthquake Engineering, Vol. 27, pp. 907-919.

GARCÍA-JEREZ, A., F. LUZÓN AND M. NAVARRO (2008). Determination of the elastic properties and the depth of shallow sedimentary deposits applying a spatial autocorrelation method. Geomorphology, 93, pp. 74-88.

GASPAR-ESCRIBANO, J., NAVARRO, M., BENITO, B., GARCÍA-JEREZ, A., VIDAL, F (2010). From Regional- to Local-Scale Seismic Hazard Assessment: Examples from Southern Spain. Bulletin of Earthquake Engineering. Vol. 8, pp. 1547–1567.

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 05/05/2026 - 11:22
Código seguro de verificación (CSV): 5F760B0DB0BB76DA0B2AF7776D388785 Pág. 8 de 13

GELI, L.; BARD, P-Y.; JULLIEN, B. (1988): The effect of topography on earthquake ground motion: a review and new results. Bull. Seismol. Soc. Am., 78, pp.42-63.

HARTZELL, S.H. (1992): "Site response estimation from earthquake data". Bull. Seismol. Soc. Am.,, 82, pp. 23082327.

HORIKE, M., ZHAO, B. AND KAWASE, H., 2001. Comparison of site response characteristics inferred from microtremors and earthquake shear wave, Bull. Seism. Soc. Am., 91:1526 1536.

IBS-VON SETH, M., AND WOHLENBERG, J., 1999. Microtremor measurements used to map thickness of soft sediments, Bull. Seismol. Soc. Am., 89:250-259.

KAGAMI, H., DUKE, C.M., LIANG, G.C. AND OHTA, Y., 1982. Observation of 1- to 5-second microtremors and their application to earthquake engineering, Part II: Evaluation of site effect upon seismic wave amplification deep soil deposits, Bull. Seismol. Soc. Am., 72:987 998.

KAGAMI, H., OKADA, S., SHIONO, K., ONER, M., DRAVINSKI, M., AND MAL, A.K., 1986. Observation of 1- to 5-second microtremors and their application to earthquake engineering, Part III: A two dimensional study of site effects in the San Fernando Valley, Bull. Seism. Soc. Am., 76:1801-1812.

KANAI, K. AND TANAKA, T., 1961. On microtremors VIII, Bull. Earthquake Res. Inst., 39:97 114.

KATZ, L.J., 1976. Microtremor analysis of local geological conditions, Bull. Seism. Soc. Am., 66:45-60.

KONNO, K. AND OHMACHI, T., 1998. Ground-motion characteristics estimated from spectral ratio between horizontal and vertical components of microtremors, Bull. Seismol. Soc. Am.,, 88:228-241.

LERMO, J.F.; CHÁVEZ-GARCÍA, F.J. (1993): Site effect evaluation using spectral ratios with only one station. Bull. Seismol. Soc. Am.,, 83, pp. 1574-1594.

NAKAMURA, Y. (1989): A method for dynamic characteristics estimations of subsurface using microtremors on the ground surface. Quaterly Rept. RTRI, Jpn, 30, pp. 25-33.

NAVARRO, M., F VIDAL, T. ENOMOTO, F.J. ALCALÁ, F.J. SÁNCHEZ AND N. ABEKI (2007). Analysis of site effects weightiness on RC building seismic response. The Adra (SE Spain) example. Earthquake Engineering and

Structural Dynamics, Vol. 36: pp. 1363-1383.

NAVARRO, M., A. GARCÍA-JEREZ, F. ALCALÁ, F. VIDAL, T. ENOMOTO (2014). Local site effect microzonation of Lorca town (southern Spain). Bulletin of Earthquake Engineering, Vol. 12, 5, pp.1933–1959. DOI 10.1007/s10518013-9491-y.

PAROLAI, S., BORMANN, P., AND MILKEREIT, C., 2002. New relationships between Vs, thickness of sediments, and resonance frequency calculated by H/V ratio of seismic noise for the Cologne Area (Germany), Bull. Seism. Soc. Am,. 92 (6):2521-2527.

REINOSO, E. AND ORDAZ, M., 1999. Spectral amplification for Mexico City from free-field recordings, Earthquake Spectra, 15(2):273-295.

RIEPL, J.; BARD, P-Y.; HATZFELD, D.; PAPAIOANNOU, C.; NECHTSCHEIN, S. (1998): Detailed

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 05/05/2026 - 11:22
Código seguro de verificación (CSV): 5F760B0DB0BB76DA0B2AF7776D388785 Pág. 9 de 13

evaluation of site-response estimation methods across and along the sedimentary valley of Volvi. Bull. Seismol. Soc. Am.,, 88, pp. 488-502.

SEED, H.B.; MURARKA, R.; LYSMER, J. (1976a): Relationships of maximun acceleration, maximum velocity, distance from source and local site conditions for moderately strong earthquakes. Bull. Seismol. Soc. Am., 66, pp. 1323-1342.

TEVES-COSTA, P., MATIAS, L. AND BARD, P.Y., 1996. Seismic behaviour estimation of thin alluvium layers using microtremor recordings. Soil Dynamics & Earthquake Engineering, 15, 201-209.

VALVERDE-PALACIOS I., F. VIDAL, I. VALVERDE-ESPINOSA, M. MARTÍN (2014). Simplified empirical method for predicting earthquake-induced settlements and its application to a large area in Spain. Engineering Geology,

V 181, 58-70,

VIDAL, F., MORALES, J. (1996). Mapas predictivos del movimiento del suelo en áreas urbanas para el desarrollo de Escenarios de Daños Sísmicos. Libro homenaje al prof. F. de Miguel. Instituto Andaluz de Geofísica. Universidad de Granada.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ENLACES RECOMENDADOS

Caltech's Seismological Laboratory, http://www.seismolab.caltech.edu/earthquakes.html

Canadian National Earthquake Hazards Program: http://www.seismo.nrcan.gc.ca

Center for Earthquake Research and Information
http://www.memphis.edu/ceri/research/engineering.php

Council of the National Seismic System (CNSS): http://www.cnss.org

CNSS authoritative composite catalog: http://quake.geo.berkeley.edu/cnss

The Consortium of Organizations for Strong-Motion Observation Systems (COSMOS)
http://www.cosmos-eq.org

/DD>

Customized phase arrival-time calculator (by: USGS and University of Alaska) http://www.giseis.alaska.edu/Input/lahr/artim.html

CTBT Prototype International Data Centre http://www.pidc.org

Earthquake Country Alliance (ECA) http://www.earthquakecountry.org/

Earthquake Engineering at UC Berkeley http://www.eerc.berkeley.edu/

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 05/05/2026 - 11:22
Código seguro de verificación (CSV): 5F760B0DB0BB76DA0B2AF7776D388785 Pág. 10 de 13

Earthquake Engineering Research Institute (EERI). https://www.eeri.org/

Federal Emergency Management Agency (FEMA) (USA.) http://www.fema.gov/spanish

Geotechnical Engineering Web Resources http://www.uiuc.edu/ph/www/smadi

International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior (IASPEI): http://www.iaspei.org

International Seismological Centre, United Kingdom: http://www.isc.ac.uk

IRIS Headquarters: http://www.iris.edu

Multidisciplinary Center For Earthquake Engineering Research (MCEER): http://mceer.buffalo.edu MCEER - gopher: gopher nceer.eng.buffalo.edu MCEER - FTP: ftp clark.eng.buffalo.edu

NOAA - National Geophysical Data Center - Earthquake Data http://www.ngdc.noaa.gov/seg/hazard/earthqk.html NEIC: telnet neis.cr.usgs.gov (login: `qed') catalogs through searches Natural Hazards Center, University of Colorado (U. S.) http://www.colorado.edu/hazards /

Natural Hazards Research Centre (NHRC), Macquarie University (Australia) http://www.es.mq.edu.au/NHRC/ Swiss Seismological Service list of world-wide AutoDRM sites (originator of the AutoDRM): http://seismo.ethz.ch/waves4u

USGS - National Strong Motion Program: http://nsmp.wr.usgs.gov

USGS National Earthquake Information Center (NEIC): http://neic.usgs.gov

UCSD IDA/IRIS: http://quakeinfo.ucsd.edu/idaweb

SURFING THE INTERNET FOR STRONG MOTION DATA (provided by Dave Wald): http://pasadena.wr.usgs.gov/smdata.html

Reference list to seismology software available on the Internet (provided by ORFEUS): http://orfeus.knmi.nl/other.services/network.shtml

U.S. National Earthquake Information Center http://earthquake.usgs.gov/regional/neic/

Virginia Tech Earthquake Engineering Center http://www.research.vt.edu/resmag/sc2000/ECSUS.html

METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Lección magistral/expositiva
- MD03 Resolución de problemas y estudio de casos prácticos
- MD04 Prácticas de laboratorio o clínicas
- MD08 Realización de trabajos en grupo
- MD09 Realización de trabajos individuales

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 05/05/2026 - 11:22
Código seguro de verificación (CSV): 5F760B0DB0BB76DA0B2AF7776D388785 Pág. 11 de 13

EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

EVALUACIÓN ORDINARIA

El artículo 17 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que la convocatoria ordinaria estará basada preferentemente en la evaluación continua del estudiante, excepto para quienes se les haya reconocido el derecho a la evaluación única final.

- Pruebas, ejercicios y problemas, resueltos en clase o individualmente a lo largo del curso 10-30%
- Valoración final de informes, trabajos, proyectos, etc. (individual o en grupo): 10-50%
- Pruebas escritas: 20-50%
- Aportaciones del alumno en sesiones de discusión y actitud del alumno en las diferentes actividades desarrolladas: 10-20%

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

El artículo 19 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que los estudiantes que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria. A ella podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. De esta forma, el estudiante que no haya realizado la evaluación continua tendrá la posibilidad de obtener el 100% de la calificación mediante la realización de una prueba y/o trabajo.

- Examen final requiriendo solvencia en el alumno sobre todos los contenidos de la Guia Docente y explicados durante el curso. Se realizará prueba oral y/o escrita a través de PRADO o GOOGLE MEET. Porcentaje sobre calificación final. 100%, requiriéndose como mínimo una puntuación de 5 sobre 10.

EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

El artículo 8 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que podrán acogerse a la evaluación única final, el estudiante que no pueda cumplir con el método de evaluación continua por causas justificadas.

Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de las clases o por causa sobrevenidas. Lo solicitará, a través

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 05/05/2026 - 11:22
Código seguro de verificación (CSV): 5F760B0DB0BB76DA0B2AF7776D388785 Pág. 12 de 13

del procedimiento electrónico, a la Coordinación del Máster, quien dará traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua.

- Se realizará una única prueba oral y/o escrita en relación a los contenidos del temario de la asignatura de forma presencial o a través de PRADO y GOOGLE MEET. Criterios de evaluación. Corrección por el profesor para establecer el grado de adquisición de las competencias detalladas en la guía docente. Porcentaje sobre calificación final. 100%, requiriéndose como mínimo una puntuación de 5 sobre 10.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- Al principio del curso, se llevarán a cabo reuniones de coordinación según establece el Sistema de la Garantía de la Calidad.

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): Gestión de servicios y apoyos (https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad).

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): 5F760B0DB0BB76DA0B2AF7776D388785
05/05/2026 - 11:22
Pág. 13 de 13