

Análisis Espacial

Código: 43379
Créditos ECTS: 9

2024/2025

Titulación	Tipo	Curso
4314828 Teledetección y Sistemas de Información Geográfica	OB	0

Contacto

Nombre: Xavier Pons Fernandez

Correo electrónico: xavier.pons@uab.cat

Equipo docente

Pere Serra Ruiz

(Externo) Joan Cristian Padró Garcia

(Externo) Joan Pino Vilalta

(Externo) Lluís Pesquer Mayos

(Externo) Oscar Mora Sacristán

Idiomas de los grupos

Puede consultar esta información al [final](#) del documento.

Prerrequisitos

No se requieren requisitos previos

Objetivos y contextualización

Al finalizar la asignatura, el/la alumno/a será capaz de:

- Dominar a nivel práctico las diferentes herramientas relacionadas con la interpolación y el análisis del terreno.
- Utilizar las principales aplicaciones para la generación de nueva información a partir de datos SIG.
- Identificar los conceptos asociados al análisis espacial, sus aplicaciones y sus limitaciones.

Competencias

- Analizar y explotar datos geográficos de distintas fuentes para generar nueva información a partir de datos ya existentes.

- Diseñar y aplicar una metodología de estudio, basada en los conocimientos adquiridos, para un caso de uso específico.
- 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.
- 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.
- 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.
- Redactar, presentar y defender públicamente un trabajo realizado individualmente o en equipo en un contexto científico y profesional.
- Utilizar distintas técnicas y conceptos para la generación de información útil en el análisis espacial.
- Utilizar distintos softwares especializados de SIG y teledetección, así como otros softwares relacionados.

Resultados de aprendizaje

1. Diseñar y aplicar una metodología de estudio, basada en los conocimientos adquiridos, para un caso de uso específico.
2. Dominar a nivel práctico las distintas herramientas relacionadas con la interpolación y análisis del terreno.
3. Explotar datos geográficos mediante álgebra de mapas, combinación de capas, análisis de redes y otras técnicas sabiendo tomar decisiones adecuadas y justificadas en función de cada problemática y de los conocimientos adquiridos.
4. Identificar los conceptos asociados al análisis espacial, sus aplicaciones y sus limitaciones.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. Redactar, presentar y defender públicamente un trabajo realizado individualmente o en equipo en un contexto científico y profesional.
9. Utilizar las principales aplicaciones para la generación de nueva información a partir de datos SIG.

Contenido

ANÁLISIS EN SIG

1. Conceptos generales del Análisis en SIG
 - 1.1 Introducción
 - 1.2 Especificaciones respecto al modelo de datos
 - 1.3 Análisis combinado ráster-vector
2. Combinación analítica de capas
 - 2.1 Variantes y posibilidades
 - 2.2 Superposición vectorial
 - 2.3 Transferencia de atributos
 - 2.4 Cruzamiento teselado categórico
3. Álgebra de mapas
 - 3.1 Condiciones previas
 - 3.2 Características
 - 3.3 Tratamiento del NODATA
 - 3.4 Análisis multicriterio
4. Propagación de errores
 - 4.1 Criterios de calidad geométrica

- 4.2 Criterios de calidad temática
- 4.3 Eliminación de resultados por criterios de insignificancia geográfica
- 5. Análisis del paisaje
 - 5.1 Introducción al marco conceptual y metodológico de la ecología del paisaje
 - 5.2 Cálculo y análisis de índices del paisaje a varias escalas mediante el software FRAGSTATS
 - 5.3 Análisis de la conectividad ecológica del paisaje con el software CONEFOR
- 6. Interpolación espacial
 - 6.1 Conceptos
 - 6.2 Indicadores e índices
- 7. Interpolación espacial
 - 7.1 Conceptos
 - 7.2 Polígonos de Thiessen
 - 7.3 Superficies de tendencia
 - 7.4 Kriging
- 8. Regresión logística
 - 8.1 Características
 - 8.2 Aplicaciones espaciales
 - 8.3 Limitaciones y ajustes de modelos.
- 9. Análisis de distancias
 - 9.1 Distancias cartesianas y distancias geodésicas
 - 9.2 Generación de buffers
 - 9.3 Distancias anisótropas y análisis de costes
 - 9.4 Introducción al análisis de redes

MODELOS DIGITALES DEL TERRENO

- 1. Conceptos
 - 1.1 Conceptos fundamentales y terminología (MDT, MDE, MDS, etc)
 - 1.2 Modelos de datos: ráster, TIN, isolíneas, etc. BIM, LoD#.
 - 1.3 Datum vertical y geoide
- 2. Captación de datos. Primaria (en campo, fotogrametría, LiDAR, InSAR, etc.) y Secundaria
- 3. Generación del MDT
 - 3.1 Interpolación a partir de puntos: Inverso de la distancia ponderada (IDW), *splines*, *kriging*. Estadísticas de vecindad. Características especiales del tratamiento de datos lidar.
 - 3.2 Interpolación a partir de isolíneas
 - 3.3 Generación de modelos TIN
- 4. Calidad del MDT
 - 4.1 Calidad altimétrica
 - 4.2 Control del error en el MDT
 - 4.3 Propagación del error en los modelos derivados
- 5. Modelos derivados
 - 5.1 Pendientes, orientaciones, curvaturas, etc.
 - 5.2 Cuencas hidrográficas, red de drenaje
 - 5.3 Iluminaciones, sombreados y radiación solar
- 6. Aplicaciones
 - 6.1 Recordatorio de aplicaciones en el procesamiento de imágenes de Teledetección: rectificación geométrica y radiométrica de imágenes
 - 6.2 Perfiles topográficos y análisis de visibilidad
 - 6.3 Perspectivas tridimensionales

INTERFEROMETRÍA

- 1. Introducción
 - 1.1. Sensores de imagen
 - 1.2. Ventana espectral
 - 1.3. Misiones SAR (Radar de Apertura Sintética)
- 2. El concepto SAR
 - 2.1. Radar clásico
 - 2.2. Conceptos técnicos del SAR
- 3. La imagen SAR
 - 3.1. Características espectrales y de reflexión

- 3.2. Distorsiones geométricas
- 3.3. Georeferenciación
- 4. Interferometría SAR (InSAR)
 - 4.1. Formulación básica
 - 4.2. Coherencia y fuentes de ruido
 - 4.3. Cómo crear una Mapa de Elevaciones del Terreno (MET) con InSAR
- 5. Interferometría Diferencial SAR (DInSAR)
 - 5.1. Formulación básica
 - 5.2. Cómo crear un mapa de movimientos del terreno con DInSAR
 - 5.3. Características de los productos DInSAR
- 6. Técnicas PSI (Persistente Scatterer Interferometry)
 - 6.1. Conceptos básicos
 - 6.2. Componentes del procesador PSI
 - 6.3. Dispersores puntuales y superficiales
 - 6.4. Ejemplos de medidas de movimientos del terreno con PSI

Actividades formativas y Metodología

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Clases magistrales / expositivas	51	2,04	7, 5, 1, 3, 4, 6, 2, 9, 8
Tipo: Supervisadas			
Presentación oral	1	0,04	7, 5, 1, 3, 4, 6, 2, 9, 8
Prácticas de aula	58	2,32	7, 5, 1, 3, 4, 6, 2, 9, 8
Tutorías	2	0,08	7, 5, 1, 3, 4, 6, 2, 9, 8
Tipo: Autónomas			
Elaboración de trabajos	94	3,76	7, 5, 1, 3, 4, 6, 2, 9, 8
Estudio personal	15	0,6	7, 5, 1, 3, 4, 6, 2, 9, 8
Lectura de artículos e informes de interés	3	0,12	7, 5, 1, 3, 4, 6, 2, 9, 8

Lengua vehicular mayoritaria: español (spa), aunque los materiales bibliográficos pueden estar en otras lenguas, mayoritariamente en inglés.

En este módulo se realizan 3 grupos de actividades de aprendizaje:

- Las actividades dirigidas consisten en clases de teoría y prácticas que se realizarán en un aula de informática especializada. Al inicio de cada una de las materias que forman el módulo los docentes explicarán la estructura de los contenidos teórico-prácticos, así como el método de evaluación.
- Las actividades supervisadas consisten en prácticas de aula que permitirán elaborar los trabajos y ejercicios de cada materia, así como sesiones de tutorías con los docentes en caso de que los estudiantes lo soliciten.

- Las actividades autónomas son el conjunto de actividades relacionadas con la elaboración de trabajos, ejercicios y exámenes, como por ejemplo el estudio de diferente material en forma de artículos, informes, datos, etc., definidas según las necesidades de trabajo autónomo cada estudiante.

Nota: se reservarán 15 minutos de una clase dentro del calendario establecido por el centro o por la titulación para que el alumnado rellene las encuestas de evaluación de la actuación del profesorado y de evaluación de la asignatura o módulo.

Evaluación

Actividades de evaluación continuada

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Elaboración de trabajos	40%-60%	0	0	7, 5, 1, 3, 4, 6, 2, 9, 8
Examen teórico y presentación oral	60%-70%	1	0,04	7, 5, 1, 3, 4, 6, 2, 9, 8

Este módulo no prevé el sistema de evaluación única.

La evaluación de esta asignatura consta del siguiente sistema:

- La realización de 2 exámenes (un examen y una presentación oral), que valdrán entre un 60 % y un 70 % de la nota final y que incluirán la materia teórica y práctica realizada.
- La realización de diferentes trabajos prácticos propuestos durante la docencia del módulo y entregados antes de la fecha fijada, que valdrán entre un 30 % y un 40 % de la nota final. Se valorará una presentación formal correcta y una elaboración cuidada.

Aspectos a tener en cuenta.

- La asistencia continuada a clase es altamente recomendable para el correcto seguimiento de las asignaturas. Sólo en casos de imposibilidad física de asistencia presencial el seguimiento en *streaming* está justificado, puesto que una parte importante de las experiencias y aprendizajes se alcanzan plenamente con el contacto con el profesorado y los compañeros de clase.
- En caso de tener que entregar trabajos prácticos, esta entrega debe realizarse dentro de los plazos previstos para que sean evaluados.
- En el momento de realización de cada actividad de evaluación, el Equipo docente informará al alumnado del procedimiento y fecha de revisión de las calificaciones.

Recuperación.

- En caso que no se haya alcanzado una nota mínima de 5 sobre 10 deberá recuperarse la actividad de evaluación. La posibilidad de recuperación es única.
- El Equipo docente correspondiente informará de la fecha asignada para realizar/entregar la actividad de evaluación.

Copias y plagios.

- Las copias se refieren a las evidencias de que el trabajo o el examen se ha hecho en parte o totalmente sin contribución intelectual del autor. En esta definición se incluyen también las tentativas probadas de copia en exámenes entregas de trabajos y las violaciones de las normas que aseguran la autoría intelectual. Los plagios hacen referencia a los trabajos y textos de otros autores que se hacen pasar como propios. Son un delito contra la propiedad intelectual. Para evitar incurrir en plagio, cite las fuentes que utiliza a la hora de escribir el informe de un trabajo. De acuerdo con la normativa de la

UAB, tanto copias como plagios o cualquier intento de alterar el resultado de la evaluación, propia o ajena -dejando copiar, por ejemplo- implican una nota de la parte correspondiente (teoría, problemas, prácticas) de 0 y, en este caso, un suspenso de la asignatura, sin que ello limite el derecho a emprender acciones en contra de quienes hayan participado, tanto en el ámbito académico como en el penal. Véase documentación de la UAB sobre "plagio" en:
http://wuster.uab.es/web_argumenta_obert/unit_20/sot_2_01.html

Bibliografía

ANÁLISIS EN SIG

Manuales

- Barredo, J.I. (1996) "Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio" Ra-ma. Madrid.
- Bonham-Carter, G.F. (1994) "Geographic information systems for geoscientists modelling with GIS" Pergamon. Kidlington. 398 p.
- Burrough, P.A. i R.A. McDonnell (1998) "Principles of Geographical Information Systems" Oxford University Press. 333 p.
- Cebrián, J.A. (1992) "Información geográfica y sistemas de información geográfica (SIGs)" Servicio de publicaciones. Universidad de Cantabria. Santander. 85 p.
- Chilès, J.-P., Delfiner, P.(1999). Geostatistics: Modelling Spatial Uncertainty. Wiley, New York, 687 p.
- Cressie N.A.C. (1993) "Statistics for SpatialData" (Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics) John Wiley & Sons New York 900 p.
- Fischer, M.M. i P.Nijkamp (eds.) (1993) "Geographic information systems, spatial modelling and policy evaluation" Springer-Verlag. Berlin. 280 p.
- Forman R.T.T. (1995). "Land mosaics. The ecology of landscapes and regions" Cambridge University Press, Cambridge.
- Fotheringham, S. y P. Rogerson (eds.) (1994) "Spatial analysis and GIS" Taylor & Francis. London. 281 p.
- Gámir, A, M. Ruiz y J.M. Seguí (1995) "Prácticas de análisis espacial" Oikos-Tau. Barcelona. 384 p.
- Geoderma (1994). El volum 62 de la revista és un especial dedicat a interpolació espacial.
- Jovell, A.J. (1995). "Análisis de regresión logística. Cuadernos metodológicos", 15. Madrid, Centro de Investigaciones Sociológicas
- Kitanidis P.K. (1997) "Introduction to geostatistics: applications to hydrogeology". Cambridge University Press. 249 p.
- Kleinbaun, D.G. (1994). "Logistic regression". New York, Springer-Verlag.
- Laurini, R.i Tompson, D.(1992) "Fundamentals of Spatial Information Systems" Academic Press. Londres. 680 p.
- Lloyd, C. D. (2006) "Local Models for Spatial Analysis", CRC Press, Belfast, 244 p.
- Maguire, D.J., M.F. Goodchild i D.W. Rhind (eds.) (1991) "Geographical Information Systems. Principles and Applications" 2 Vol. Longman Scientifical & Technical. Essex. 649+447 p.
- McGarigal, K., S.A. Cushman, i E. Ene. (2012) "FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst". Disponible a: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>
- O'Sullivan, D.and D. Unwin,(2002) "Geographic Information Analysis". John Wiley & Sons, Hoboken NewJersey, 436 p..
- Pavlidis, T. (1982) "Algorithms for graphics and image processing." Springer-Verlag. Berlin. p. 180-189.
- Santos Preciado, J.M, Cocero D. (2006) "Los SIG ráster en el campo medioambiental y territorial. Ejercicios prácticos con Idrisi y MiraMon" UNED. Madrid. 167 p.
- Santos Preciado, J.M. (2004) "Funcionamiento del programa MiraMon. Aplicación para la realización de ejercicios prácticos de carácter medioambiental y/o territorial. Cuaderno de Prácticas". UNED. Madrid. 430 p.
- Tomlin, C.D. (1990) "Geographic Information Systems and Cartographic Modeling", Prentice Hall. Englewood Cliffs. 249 p.
- Worrall, L. (1991) "Spatial analysis and spatial policy using geographic information systems edited" Belhaven. London. 236 p.

Artículos

- Aangeenbrug, R.T. (1991) "A critique of GIS" In Maguire, D.J., M.F. Goodchild, y D.W. Rhind (eds.) "Geographical Information Systems. Principles and Applications" Vol 1. Longman Scientific & Technical. Essex. p. 101-107.
- Anselin, L. (1995) "Local Indicators of Spatial Association - LISA," *Geographical Analysis* 27(2): 93-115.
- Cooper W. i C. Jarvis (2004) "A Java-base intelligent advisor for selecting a context-appropriate spatial interpolation algorithm" *Computers & GeoSciences*, 30:1003-1018.
- Curtin, K.M. (2007) "Network analysis in geographic information science: Review, assessment, and projections", *Cartography and Geographic Information Systems*, 34(2),103-111.
- Ding Y., Fotheringham A.S. (1992) "The integration of spatial analysis and GIS" *Comput., Environ. and Urban Systems*, 16: 3-19.
- Forman, R.T.T. (1995) "Some General Principles of Landscape and Regional Ecology" *Landscape Ecology*, 10: 133-142
- Franke R. (1982), "Scattered data interpolation: tests of some methods", *Mathematics of Computation*, 38: 181-199.
- Getis A. Ord J.K. (1992). "The Analysis of Spatial Association by Use of Distance Statistics". *Geographical Analysis* 24 (3).
- Grimes, D. I. F. and Pardo-Igúzquiza, E. (2010) "Geostatistical Analysis of Rainfall". *Geographical Analysis*, 42: 136-160. doi: 10.1111/j.1538-4632.2010.00787.x
- Goodchild M.(2004) "A general framework fo error analysis in measurement-based GIS" *J. Geograph. Syst.* 6:323-324.
- Hancock, P.A., Hutchinson, M.F., Spatial interpolation of large climate data sets using bivariate thin plate smoothing splines. *Environmental Modelling and Software* 21, 1684e1694, 2006.
- Hengl T. (2006) "Finding the right pixel size". *Computers & Geosciences* (vol. 32, Pag 1283-1298).
- Kratzera, J. F, Hayesa D. B., Thompson B E (2006) "Methods for interpolating stream width,depth, and current velocity" *Ecological modelling*, 196: 256-264
- Li, J., Heap A.D. (2011) "A review of comparative studies of spatial interpolation methods in environmental sciences: Performance and impact factors" . *Ecological Informatics* 6: 228 - 241.
- Limin J.,Yaolin L.(2012) Analyzing the spatial autocorrelation of regional urban datum land price. *Geo-spatial Information Science* 15(4), 263-269.
- Mitasova, H., Mitas, L. (1993) "Interpolation by regularized spline with tension: I. Theory and implementation" *Mathematical Geology* 25:641-656.
- Mitasova, H., Hofierka, L. (1993) "Interpolationby regularizedspline with tension: II. Application to terrain modeling and surface geometry analysis" *Mathematical Geology*, 25: 657-667.
- Malczewski, J. (2006). "GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature". *International Journal of Geographical Information Science*, 20(7), 703-726.
- Mordechai H. "Map Calculus in GIS: a proposal and demonstration" *Int. J. Geographical Information Science* (vol. 18, no. 2).
- Narumalami, S., Jensen, J.R., Althausen, J.D., Burkhalter, S., Mackey, H.E (1997). "Integration of GIS and logistic multiple regression for aquatic macrophyte modeling" *PERS*, 63(1): 41-49.
- Oliver, M. A., Webster, R. (1990), Kriging: a method of interpolation for geographical information systems. *International Journal of Geographical Information Science*, 4(3): 313 - 332
- Pardo-Igúzquiza E. i P.M. Atkinson (2007) "Modelling the semivariograms and cross-semivariograms required in downscaling cokriging by numerical convolution-deconvolution". *Computers & GeoSciences*, 33:1273-1284.
- Pesquer L., Cortés A., Pons X. (2011) "Parallel ordinary kriging interpolation incorporating automatic variogram fitting". *Computers & Geosciences*, 37, 464-473.
- Pino J., Rodà F. (1999). "L'ecologia del paisatge: un nou marc de treball per a la ciència de la conservació". *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 67: 5-20.
- Pino, J., Rodà, F., Basnou, C., Guirado, M, (2008) "Canvis en la superfície i el grau de fragmentació del bosc a la plana del Vallès entre els anys 1993 i 2000". *Documents d'AnàlisiGeogràfica*, 51: 59-77.
- Saura, S. Torné, J. (2009) "Conefor Sensinode 2.2: a software package for quantifying the importance of habitat patches for landscape connectivity" *Environmental Modelling &Software*, 24: 135-139.
- Shoji T. Kitaura H. (2006) "Statistical and geostatistical analysis of rainfall in central Japan" *Computers & Geosciences* (vol. 32, no 8, Pag 1005-1234).
- Turner, H. (2005) "Landscape ecology: what is the state of the science?" *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 36: 319-344.
- Varas, A. J. (2002). "Modeling the potential distribution of forests with a GIS". *PERS*, 68(5): 455-461.

MODELOS DIGITALES DEL TERRENO

Manuales

- Bonham-Carter, G.F. (1994) "Geographic Information Systems for Geoscientists: Modelling with GIS" Pergamon, 398 p.
- Burrough, P.A. i R.A. McDonnell (1998) "Principles of Geographical Information Systems" Oxford University Press. Oxford. 333 p.
- Depraetere C. (1992) "DEMIURGE: Chaîne de production et de traitement des MNT" ORSTOM, Laboratoire d'Hydrologie. Paris. 225 p.
- Eastman, J.R. (2001) "IDRISI32 Release 2: Guide to GIS and Image Processing". Clark University . Worcester. (2 vol.) 161+144 p.
- Geoderma (1994). El volum 62 de la revista és un especial dedicat a interpolació espacial.
- Felicísimo, Á.M. (1994) "Modelos digitales del terreno. Introducción y aplicaciones en las ciencias ambientales" Biblioteca de Historia Natural, 3. Pentalfa Ediciones. Oviedo. 220 p.
- Fra, U. (2011) "Diccionari terminològic de fotogrametria" Enciclopèdia Catalana i Institut Cartogràfic de Catalunya. Barcelona. 350 p.
- Kitanidis P.K. (1997) "Introduction to geostatistics: applications to hydrogeology". Cambridge University Press. 249 p.
- Martínez-Casasnovas, J.A. (1999) "Modelos digitales de terreno: Estructuras de datos y aplicaciones en el análisis de formas del terreno y en Edafología" QUADERNS DMACS Núm. 25, Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl, Universitat de Lleida, Lleida.
- Maune, D.F. (2007) "Digital Elevation Model Technologies and Applications: The DEM Users Manual" American Society for Photogrammetry and Remote Sensing. Bethesda. 620 p. + DVD. (1ª edició: 2001)
- Mitas, L., Mitasova, H. (1999) "Spatial Interpolation". In: Longley, P., M.F. Goodchild, D.J. Maguire, D.W. Rhind (Eds.), Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications, Wiley, p. 481-492.
- PE&RS (2006) . El volum 72, número 3 corresponent al mes de març, de la revista és un especial dedicat a Shuttle Radar Topography Mission.
- Pons, X., Arcalís, A. (2012) "Diccionari terminològic de teledetecció" Enciclopèdia Catalana i Institut Cartogràfic de Catalunya. Barcelona. 597 p.
- Renslow, M. (2012) "Manual of Airborne Topographic Lidar" ASPRS, 528 p.
- Wilson, John P.; Gallant, John C. (2000) "Terrain Analysis. Principles and Applications." John Wiley & Sons: New York. 479 p

Artículos

- Achilleos, G.A. (2011) "The Inverse Distance Weighted interpolation method and error propagation mechanism - creating a DEM from an analogue topographical map" Journal of Spatial Science, 56(2):283-304.
- Aguilar, F.J., Aguilar, M.A., Agüera, F. (2007) "A Theoretical Approach to Modeling the Accuracy Assessment of Digital Elevation Models" PE&RS, 73(12):1367-1379.
- Aguilar, F.J., Agüera, F., Aguilar, M.A., (2007) "Accuracy assessment of digital elevation models using a non-parametric approach" Int. J. Geographical Information Science, 21(6):667-686.
- Arnold, J.G., Moriasi, D.N., Gassman, P.W., Abbaspour, K.C., White M. J., Srinivasan, R., Santhi, C., Harmel, R.D., van Griensven A., Van Liew, M.W., Kannan, N., Jha, M.K. (2012) SWAT: Model Use, Calibration, and Validation. Transactions of the ASABE, 55(4):1491-1508.
- Baella, B., Pla, M. (2002) "Some generalization practices on relief representation derived from the Topographic Database of Catalonia at scale 1:5000" Institut Cartogràfic de Catalunya http://www.icc.es/pdf/bienni0102/I_cartografia/pla.pdf.
- Carrara, A., Bitelli, G., Carala, R. (1997) "Comparison of techniques for generating digital terrain models from contour lines" Int. J. Geographical Information Science, 11(5):451-473.
- Chen, Q. (2007) "Airborne Lidar Data Processing and Information Extraction" PE&RS, 73(2):109-112. [bon article introductor].
- Chen, C., Li, Y., Cao, X., Dai, H. (2014) "Smooth Surface Modeling of DEMs Based on a Regularized Least Squares Method of Thin Plate Spline". Mathematical Geosciences, 46:909-929.
- Chou, Y.H., Liu, P.S., Dezzani R.J. (1999) "Terrain complexity and reduction of topographic data" Journal of Geographical Systems, 1(2):179-198.
- Douglas, D.H. (1983) "The XYNIMAP family of programs for geographic information processing and thematic map production" In, Wellar, B.S., (Ed.) Auto-Carto Six, International Symposium on Automated Cartography 6th, Ottawa Canada, Proceedings: II:2-14.

- Douglas, D.H. (1986) "Experiments To Locate Ridges And Channels To Create A New Type Of Digital Elevation Model" *Cartographica*, 23(4):29-61.
- Felgueiras, C., Goodchild, M.F. (1995) "Two Papers on Triangulated Surface Modeling". "A comparison of three tin surface modeling methods and associated algorithms" and "An incremental constrained Delaunay triangulation". National Center for Geographic Information and Analysis. University of California, Santa Barbara. Technical Report 95-2. 47 p.
- Felicísimo, Á.M. (1994) "Parametric statistical method for error detection in digital elevation models" *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 49(4):29-33.
- Felicísimo, Á.M. (1995) "Error propagation analysis in slope estimation by means of digital elevation models" *Proceed. 17th Internat. Cartographic Conference*, 1:94-98. Barcelona.
- Ferraz, A., Bretar, F., Jacquemoud, S., Gonçalves, G. (2009). "The Role of Lidar Systems in Fuel Mapping" *Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores de Coimbra*. 37 p.
- Gràcia, E., Díez, S. (2013) "Com s'explora el fons i el subsòl marí?" *Revista Mètode*. 20-5-2013 <https://metode.cat/revistes-metode/monografics/com-sexplora-el-fons-i-el-subsol-mari.html>
- Gonga-Saholiariliva, N., Gunnell, Y., Petit, C., Mering, C. (2011) "Techniques for quantifying the accuracy of gridded elevation models and for mapping uncertainty in digital terrain analysis" *Progress in Physical Geography*, 35(6): 739-764
- Horn, B.K.P. (1989). "Obtaining shape from shading information". In: Horn, B. K. P., Brooks, M. J. (Eds.) "Shape from Shading", p. 121-171. MIT Press.
- Hugentobler, M. (2004) "Terrain Modelling with Triangle Based Free-Form Surfaces". PhD dissertation. Universität Zürich. 145 p.
- Hui Lu, Y., Trinder, J.C., Kubik, K. (2006) "Automatic Building Detection Using the Dempster-Shafer Algorithm" *PE&RS*, 72(4):395 -403.
- Jenson, S.K., Domingue, J.O. (1988) "Extracting Topographic Structure from Digital Elevation Data for Geographic Information System Analysis" *PE&RS*, 54(11):1593-1600.
- Lindsay, J. B. (2006) "Sensitivity of channel mapping techniques to uncertainty in digital elevation data". *International Journal of Geographical Information Science*, 20(6):669-692.
- Lindsay, J. B., Creed, I.F. (2006) "Distinguishing actual and artefact depressions in digital elevation data". *Computers & Geosciences*, 32:1192-1204.
- Li, J., Heap, A.D., (2014) "Spatial interpolation methods applied in the environmental sciences: A review". *Environmental Modelling & Software*, 53, 173-189.
- Lu, Z., Kwoun, O., and Rykhus, R. (2007) "Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR): Its Past, Present and Future" *PE&RS*, 73(3):217-221. [bon article introductori].
- Mallet, C. and Bretara, F. (2009) "Full-waveform topographic lidar: State-of-the-art" *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 64(1):1-16.
- Meisels, A., Raizman, S. Karnieli A. (1995) Skeletonizing a DEM into a drainage network. *Computers & Geosciences*, 21 (1) 187-196.
- Miliareisis, G.CH., Argialas, D.P. (1999) "Segmentation of Physiographic Features from the Global Digital Elevation Model / GTOPO30" *Computers & Geosciences*, 25(7):715-728.
- Mitasova, H., Mitas, L. (1993) "Interpolation by regularized spline with tension: I. Theory and implementation" *Mathematical Geology*, 25:641-656.
- Mitasova, H., Hofierka, L. (1993) "Interpolation by regularized spline with tension: II. Application to terrain modeling and surface geometry analysis" *Mathematical Geology*, 25:657-667.
- Moriasi, D.N., Arnold, J.G., Van Liew, M. W., Bingner, R. L., Harmel, R.D. and Veith, T.L. "Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations." (2007) *Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers* 50(3): 885-990.
- Mukherjee San., Joshi P.K. , Mukherjee Sam., Ghosh A., Garg R.D., Mukhopadhyay A. (2013) Evaluation of vertical accuracy of open source Digital Elevation Model (DEM) *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 21:205-217.
- O'Callaghan J.F. and Mark D.M. (1984) "The extraction of drainage networks from digital elevation data". *Computer Graphics and Image Processing* 28:323-344.
- Pierce, L, Kellndorf, J., Walker, W., Barros, O. (2006) "Evaluation of the Horizontal Resolution of SRTM Elevation Data" *PE&RS*, 72(11):1235-1244.
- Podobnikar, T., Vrečko, A. (2012) "Digital Elevation Model from the Best Results of Different Filtering of a LiDAR Point Cloud" *Transactions in GIS*, 16(5):603-617
- Pons, X. (1996) "Estimación de la radiación solar a partir de modelos digitales de elevaciones. Propuesta metodológica" In Juaristi, J., Moro, I. "Modelos y Sistemas de Información en Geografía" (458 p) p. 87-97.
- Pons X., Ninyerola M. (2008) "Mapping a topographic global solar radiation model implemented in a GIS and

refined with ground data" *International Journal of Climatology*, 28 (13):1821-1834. DOI: 10.1002/joc.1676.

Pons, X., Dalmases, C., Pesquer, L., Marcer, A., Masó, J. (2004) "ISOMDE: Una nueva aproximación a la generación de Modelos Digitales del Terreno." In Conesa, C., Martínez, J.B. "Territorio y Medio Ambiente. Métodos cuantitativos y Técnicas de Información Geográfica", p. 27-38 (404 p). Universidad de Murcia. Murcia. ISBN: 84-8371-484-1.

Rabus, B., Eineder, M., Roth, A., Bamler, R. (2003) "The shuttle radar topography mission- a new class of digital elevation models acquired by spaceborne radar" *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 57:241-262.

Romano, M.E. (2015) "Commercial geiger mode lidar". Harris presentation at [www.asprs.org/wp-content/uploads/2015/05/5H\[4\]-slides.pdf](http://www.asprs.org/wp-content/uploads/2015/05/5H[4]-slides.pdf)

Slater, J. A., Heady, B., Kroenung, G., Curtis, W., Haase J., Hoegemann, D., Shockley, C., Tracy, K. (2011) "Global Assessment of the New ASTER Global Digital Elevation Model," *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 77 (4), 335-350.

Stoker, J.M., Greenlee, S.K., Gesch, D.B., Menig, J.C. (2006) "CLICK: The New USGS Center for Lidar Information Coordination and Knowledge" *PE&RS*, 72(6):613-616.

Tarboton D.G. (1997) "A new method for the determination of flow directions and upslope areas in grid digital elevation models" *Water Resources Research*, 33(2):309-319.

Tarquini, S., Vinci, S., Favalli, M., Doumaz, F., Fornaciai, A., Nannipieri, L. (2012) "Release of a 10-m-resolution DEM for the Italian territory: Comparison with global-coverage DEMs and anaglyph-mode exploration via the web" *Computers and Geosciences*, 38(1):168-170.

Taud, H., Parrot, J.F., Alvarez, R. (1999) "DEM generation by contour line dilation" *Computers and Geosciences*, 25(7):775-783.

Toutin, T. (2006) "Comparison of 3D Physical and Empirical Models for Generating DSMs from Stereo HR Images" *PE&RS*, 72(5):597-604.

Vaze J., Teng J., Spencer G. (2010) "Impact of DEM accuracy and resolution on topographic indices" *Environmental Modelling and Software*, 25, pp. 1086-1098

Webster T. L., Dias, G. (2006) "An automated GIS procedure for comparing GPS and proximal LIDAR elevations" *Computers & Geosciences* 32(6):713-726.

Wechsler, S.P., Kroll, C.N. (2006) "Quantifying DEM Uncertainty and Its Effect on Topographic Parameters" *PE&RS*, 72(9):1081-1090.

Wise, S. (2011) "Cross-validation as a means of investigating DEM interpolation error" *Computers & Geosciences*, 37 (2011) 978-991.

INTERFEROMETRÍA

Lu, Z., Kwoun, O., and Rykhus, R. (2007) "Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR): Its Past, Present and Future" *PE&RS*, 73(3):217-221

Software

MiraMon, ArcGIS, QGIS, MATLAB, ENVI, SNAP, LAStools, Office Microsoft

Lista de idiomas

Nombre	Grupo	Idioma	Semestre	Turno
(TE) Teoría	1	Español	primer cuatrimestre	mañana-mixto