

Estudi estructural de l'enllaç entre la Serralada Ibèrica i la Serralada Costanera Catalana

Joan Guimerà Roso

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tesisenxarxa.net) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tesisenred.net) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tesisenxarxa.net) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

UNIVERSITAT DE BARCELONA

DEPARTAMENT DE GEOLOGIA DINAMICA, GEOFISICA I PALEONTOLOGIA

**ESTUDI ESTRUCTURAL DE
L'ENLLAÇ ENTRE LA SERRALADA
IBERICA I LA SERRALADA
COSTANERA CATALANA**

VOLUM I

JOAN GUIMERA

BARCELONA, GENER DE 1988

BIBLIOGRAFIA

- ADROVER, R., FEIST, M., GINSBURG, L., GUERIN, C. et al. (1983): Les formations continentales de la Sierra Palomera (Prov. Teruel, Espagne) et leur place dans la biostratigraphie tertiaire des Chaînes Ibériques orientales. Bull. Soc. Géol. France, 7ème sér., 25(3):421-431
- ADROVER, R., HUGUENEY, M., MEIN, P. i MOISSENET, E. (1982): L'âge et la mise en relief de la formation détritique culminante de la Sierre Pelarda (Province de Teruel, Espagne). C.R. Acad. Sc. Paris, sér. II, 295:231-236.
- AGUILAR, M.J., RAMIREZ DEL POZO, J. i RIBA, O. (1971): Algunas precisiones sobre la sedimentación y paleoecología del Cretáceo inferior en la zona de Utrillas-Villarroya de los Pinares (Teruel). Estudios Geológicos, 27:497-512.
- AGUSTI, J., ANADON, P. ARBIOL, S. i CABRERA, L. (1985): Biozonación mediante Roedores (Mammalia) del tránsito Oligoceno-Mioceno en el sector sureste de la cuenca del Ebro. Paleontologia i Evolució, 1983-84, 18:131-149.
- AGUSTI, J., GIBERT, J. i MOYA SOLA, S. (1983): Biostratigrafía del Terciario. In: I.G.M.E. (ed.), Estudio geológico del Maestrazgo y de la mitad meridional de los Catalánides, t. 3, p.189-225. Inèdit.
- ALMELA, A. (1959): El Cretáceo en España. II. El Maestrazgo y la Cordillera litoral Catalana. Congr. Geol. Inter. Mèxic. XXena sessió:"El sistema cretácico", I:405-423.
- ALVARO, M. (1975): Estilolitos tectónicos i fases de plegamiento en el área de Sigüenza (Borde del Sistema Central y la Cordillera Ibérica). Estudios Geológicos, 31:241-247.
- ALVARO, M., CAPOTE, R. i VEGAS, R. (1979): Un modelo de evolución tectónica para la Cadena Celtibèrica. Acta Geologica Hispanica, 14:172-181
- AMIGO i MITJANA, J. (1983): Estructura del contacte entre la Serralada Prelitoral i la depressió del Penedès (Torrelles de Foix, Pontons, Font-rubí). Tesi de Llicenciatura, Fac. Geologia, Univ. Barcelona, 100 p.
- AMIGO i MITJANA, J. (1986): Estructura del Massís del Gaià.

Relacions estructurals amb les fosses del Penedès i del Camp de Tarragona. Tesi Doctoral., Fac. Geologia, Univ. Barcelona, 253 p.

ANADON, P. (1978): El Paleógeno continental anterior a la transgresión Biarritzense (Eoceno medio) entre los ríos Gaià y Ripoll (prov. de Tarragona y Barcelona). Estudios Geológicos, 34:341-440.

ANADON, P. (1983): Estudio sedimentológico del Terciario de la hoja de Teruel (escala 1/200.000). I.G.M.E. Inèdit.

ANADON, P., CABRERA, L., CALVET, F. et al. (1983): El Terciario. In: I.G.M.E. (ed.), Estudio Geológico del Maestrazgo y de la mitad meridional de los Catalánides, t. 3, p.1-179. Inèdit.

ANADON, P., CABRERA, L., COLOMBO, F., MARZO, M. i RIBA, O. (1986): Syntectonic intraformational unconformities in alluvial fan deposits, eastern Ebro Basin margins (NE Spain). Sp. Publ. int. Ass. Sediment., 8:259-271.

ANADON, P., CABRERA, L., GUIMERA, J. i SANTANACH, P.F. (1985): Paleogene strike-slip tectonics and sedimentation along the southeastern margin of the Ebro Basin. K.T. Biddle N. Christie-Blick (eds.) Sp. Publ. no 37 Strike-slip Tect. and Sedim. Soc. Econ. Paleon. Min., pp. 303-318.

ANADON, P., COLOMBO, F., ESTEBAN, M., MARZO, M., et al. (1979): Evolución tectonoestratigráfica de los Catalánides. Acta Geologica Hispanica, 14:242-270

ANADON, P. i MARZO, M. (1986): Sistemas deposicionales eocenos del margen oriental de la cuenca del Ebro: sector Igualada-Montserrat. Guía Excur. XI Congr. Español Sedimentol. P. ANADON i L. CABRERA (eds.), pp. 4.1-4.4.59

ANADON, P.; MARZO, M. i PUIGDEFABREGAS, C. (1985): The Eocene Fan-delta of Montserrat (Southeastern Ebro Basin, Spain). 6th European Reg. Meet. IAS. Excursion Guidebook. pp. 111-146

ANADON, P. i VILLALTA, J.F. (1975): Caracterización de los terrenos de edad Estampiense en Campins (Vallès Oriental). Acta Geologica Hispanica, 10:6-9.

ANDERSON, E.M. (1951): The dynamics of faulting. Oliver Boyd, 206 p., 2a ed.

ANGELIER, J. i BERGERAT, F. (1983): Systèmes de contrainte et extension intracontinentale. Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine, 7(1):137-147.

ANGELIER, J; COLETTA, B i ANDERSON, R.E. (1985) Neogene paleostress changes in the Basin and Range: A case study at Hoover Dam, Nevada-Arizona. Geol. Soc. America Bull., 96:347-361.

ANGELIER, J. i GOGUEL, J. (1979): Sur une méthode simple de détermination des axes principaux des contraintes pour une population de failles. Comp. R. Acad. Sc. Paris, sér. D, 288:307-310

ANGELIER, J. i MANOUSIS, S. (1980): Classification automatique et distinction des phases superposées en tectonique des failles. C. R. Acad. Sc. Paris, sér. D. 290:651-654.

ANGELIER, J. i MECHLER, P. (1977): Sur une méthode graphique de recherche des contraintes principales également utilisable en tectonique et en séismologie: la méthode des dièdres droites. Bull. Soc. Géol. France, 7ème sér., 19(6):1309-1318

ANGELIER, J., TARANTOLA, A., VALETTE, B. i MANOUSSIS, S. (1982): Inversion of field data in fault tectonics to obtain the regional stress -I. Single phase fault populations: a new method of computing the stress tensor. Geophys. J. R. astr. Soc., 69:607-621.

ARMIJO, R. (1977): La zone de failles de Lorca-Totana (Cordillères Bétiques, Espagne). Etude tectonique et Néotectonique. Thèse 3ème cycle, Univ. Paris VII, 98 p.

ARMIJO, R.; CAREY, E i CISTERNAS, A. (1982): The inverse problem in microtectonics and the separation of tectonic phases. Tectonophysics, 82:145-160.

ARMIJO, R. i CISTERNAS, A. (1978): Un problème inverse en microtectonique cassante. C. R. Acad. Sc. Paris, sér. D,

278:595-598.

- ARTHAUD, F. (1969): Méthode de détermination graphique des directions de raccourcissement d'allongement et intermédiaire d'une population de failles. Bull. Soc. Géol. France, 7ème sér., 11:729-737.
- ARTHAUD, F. i CHOUKROUNE, P. (1972): Méthode d'analyse de la tectonique cassante à l'aide des microstructures dans les zones peu déformées. Exemple de la plate-forme Nord Aquitaine. Rev. Inst. Français du Pétrole, 27(5):726-730.
- ARTHAUD, F. i MATTE, Ph. (1975): Les décrochements tardi-herciniens du Sud-Ouest de l'Europe: Géométrie et essai de reconstruction des conditions de la déformation. Tectonophysics, 25:139-171.
- ASHAUER, H. i TEICHMÜLLER, R. (1935): Die Variscische und Alpische Gebirgsbildung Kataloniens. Abh. Gessels Göttingen Math.-Phys. Kl. 3F, 16, 78 p. (Trad. cast.: Publ. alemanas geol. España, vol. 3
- BAUMANN, H. i ILLIES, J.H. (1983): Stress Field and Strain Release in the Rhenish Massif. Plateau Uplift, ed. K. Fuchs et al., 177-186. Springer-Verlag.
- BAYO, A., DOMENECH, J. i CUSTODIO, E. (1976): Estudio geológico del macizo de Vandellós para definir sus características hidrogeológicas. I Symposium Nacional de Hidrogeología. Asoc. Geólogos Españoles pp. 89-107.
- BORDONAU, J. i VALLES, D. (1983): Estudi estructural de la fracturació al turó de Sant Pau d'Ordal (Pacs, Alt Penedès). Univ. Barcelona, Fac. Geologia, Dep. Geomorfologia i Tectónica. 26 p. Inèdit.
- BOTT, M.H.P. (1959) The mechanisms of oblique slip faulting. Geological Magazine, 96:109-117.
- BOUSQUET, J.C. i PHILIP, H. (1981): Les caractéristiques de la néotectonique en Méditerranée occidentale. in: F.C. Wezel (ed.): Sedimentary basins of Mediterranean margins, 389-405.
- BRINKMANN, R. (1960): Aperçu sur les Chaînes ibériques du Nord

de l'Espagne. Livre Mém. Prof. Paul Fallot., Soc. Géol. France. Mém. hors sér., 1:291-299.

BULARD, P.F. (1972): Le Jurassique moyen et supérieur de la Chaîne Ibérique sur la bordure du Bassin de l'Ebre (Espagne). Thèse Sciences, Nice, 2 vol., 353 p.

BUSQUETS, P.; ORTI, F.; PUEYO, J.J.; RIBA, O.; ROSELL, L. et al. (1985): Evaporite deposition and diagenesis in the saline (potash) Catalan basin, upper Eocene. 6th European Regional Meeting, IAS. Excursion Guidebook. pp. 11-59.

BUTLER, R.W.H. (1982) The terminology of structures in thrust belts. J. Str. Geol., 4:239-245.

CABRERA PEREZ, L. (1979): Estudio estratigráfico y sedimentológico de los depósitos continentales basales del Mioceno de la depresión del Vallès-Penedès. Tesi de Llicenciatura, Fac. Geologia, Univ. Barcelona, 361 p.

CABRERA PEREZ, L. (1981): Influencia de la tectónica en la sedimentación continental da la Cuenca del Vallès-Penedès (prvincia de Barcelona, España) durante el Mioceno inferior. Acta Geologica Hispanica, 13(3):163-169.

CABRERA PEREZ, L. (1983): Estratigrafía y sedimentología de las formaciones lacustres del tránsito Oligoceno-Mioceno al SE de la Cuenca del Ebro. Tesis Doctoral, (inèdita), Fac. Geologia, Univ. Barcelona, 443 p.

CABRERA, L. i COLOMBO, F. (1986): Las secuencias de abanicos aluviales paleógenos del Montsant y su tránsito a sucesiones lacustres someras (Sistemas de Scala Dei y de los Monegros. Guía Exc. XI Cong. Español Sedimentología, ed: P .Anadón i L. Cabrera, pp. 7.1-7.54

CABRERA, L. i SAEZ, A. (1987): Coal deposition in carbonate-rich shallow lacustrine systems: the Calaf and Mequinenza sequenses (Oligocene, eastern Ebro Basin, NE Spain). Jour. Geol. Soc. London, 144:451-461.

CABRERA, L. i SANTANACH, P..F. (1979): Precisions sobre la disposició estructural dels terrenys triàsics de Vallcarca (Barcelona). Butll. Inst. Catalana Hist. Nat., 43:73-77

- CADILLAC, H. (1979): Télédetection et Géologie: Essai d'utilisation des images Landsat dans les Pyrénées, le bassin de l'Ebre et la Catalogne. Thèse 3ème cycle, Univ. Paul Sabatier, Toulouse, 2 vol., 375 p.
- CALVET, F. (1986): El cicle triàsic al marge oriental d'Ibèria. In: Història Natural dels Països Catalans. Vol. I (Geologia-I). Fundació Enciclopèdia Catalana, pp. 253-280.
- CANEROT, J. (1974): Recherches géologiques aux confins des Chaînes Ibérique et Catalane (Espagne). Trabajos de Tesis, E.N.A.D.I.M.S.A., ser. 5, v. 4, 517 pp.
- CANEROT, J. (1979): Les Ibérides: Essai de sythèse structurale. Acta Geologica Hispanica, 14:167-171.
- CANEROT, J. (1981): Le couloir de décrochement ibéro-catalan (Espagne): recherche d'un mécanisme tectonique. Arch. Sc. Genève, 34(3):417-422.
- CANEROT, J. i CADILLAC, H. (1977): Sur les relations structurales entre les Chaînes Ibérique et Catalane (Espagne). Vème Réunion Française Sciences Terre.
- CANEROT, J. i MARTIN, M. (1977): Sur la tectogenèse de la Chaîne Ibérique orientale (Espagne). C.R. Acad. Sc. Paris, sér. D, 285:287-290.
- CAPOTE, R. (1982): Tectónica. In: V. Gabaldón (coord.), Evolución sedimentológica y tectónica del ciclo alpino en el tercio noroccidental de la rama castellana de la Cordillera Ibérica. I.G.M.E., Serv. Publ. Ministerio de Industria y Energía. pp. 245-273.
- CASAS SAINZ, A.M. (1985): Análisis de la deformación frágil en el área de Alcaine (Teruel). Tesi de Llicenciatura. Universidad de Zaragoza. 162 p.
- CASAS SAINZ, A.M. i SIMON GOMEZ J.L. (1986): Evolución del estado de esfuerzos durante la tectogénesis alpina en un sector del borde N de la Cordillera Ibérica (Alcaine, Teruel). Estudios Geológicos, 42:127-136.
- COLOMBO, F. (1980): Estratigrafia y sedimentología del Terciario inferior continental de los Catalánides. Tesi

- Doctoral, inédita, Fac. Geologia, Univ. Barcelona, 609 p.
- COLOMBO, F. i ROBLES, S. (1983): Evolución de los sistemas sedimentarios del borde SE de la Depresión del Ebro entre Gandesa y Horta de St. Joan (Prov. de Tarragona). Com. X Congr. Nac. Sedimentología, p. 176-179.
- COLOMER i BUSQUETS, M. (1987): Estudi geològic de la vora sudoest de la fossa de Calatayud-Daroca, entre Villafeliche i Calamocha. Tesi de Lic., Univ. Barcelona, Fac. Geologia, 98 p.
- COMBES, P.J. (1969): Recherche sur la genèse des bauxites dans le Nord-Est de l'Espagne, le Languedoc et l'Ariège (France). Thèse Sciences, Montpellier, 342 p.
- COQUAND, H. (1865): Monographie de l'étage Aptien de l'Espagne. Arnaud et Cie. Edit., Marsella, 1 vol, 221 p.
- COQUAND, H. (1867): Sur l'existence des étages corallien, kimmeridgien et portlandien dans la province de Castellón de la Plana, et notamment, dans les Atalayas d'Alcalá de Chisvert, ainsi que dans les montagnes comprises entre Morella et la mer. Bull. Soc. Géol. France, 2ème sér., 24:462-471.
- COQUAND, H. (1868): Description géologique de la formation crétacée de la province de Teruel (ancien royaume d'Aragon). Bull. Soc. Géol. France, 2ème sér., 26:144-173.
- CORTAZAR, D. DE. (1885): Bosquejo físico-geológico y minero de la Provincia de Teruel. Bol. Com. Mapa geol. España, 12:263-607.
- CRUSAFONT, M. (1967): Nuevos datos sobre la edad de los sedimentos terciarios de la zona Utrillas-Montalbán. Acta Geologica Hispanica, 2(5):115-116.
- CHINNERY, M.A. (1966a): Secondary faulting. I. Theoretical aspects. Canadian Jour. Earth Sc., 3:163-174.
- CHINNERY, M.A. (1966b): Secondary faulting. II. Geological aspects. Canadian Jour. Earth Sci., 3:175-190.
- DE VICENTE, G. (en premsa): The e/K' diagram. An aplicacion o

- the 'slip model' to the population fault analysis. Revista de la Sociedad Geológica de España.
- DEREIMS, A. (1868): Recherches géologiques dans le Sud de l'Aragon. Thèse Sciences, Paris, 198 p.
- DIAZ MOLINA, M. (1974): Síntesis estratigráfica preliminar de la serie terciaria de los alrededores de Carrascosa del Campo (Cuenca). Estudios Geológicos, 30:63-67.
- DIAZ MOLINA, M. i LOPEZ MARTINEZ, N. (1979): El Terciario continental de la Depresión intermedia (Cuenca). Bioestratigrafía y Paleogeografía. Estudios Geológicos, 39:149-167.
- DINARES, J. (1987): Estudi i evolució de la fracturació a l'àrea compresa entre Villahermosa, La Foia i Toga (Castelló de la Plana). Tesi Llic., Fac. Geologia, Univ. Barcelona. 130 p. Inèdita.
- ESTEBAN CERDA, M. (1971): La tectónica de los alrededores de la ciudad de Tarragona. Vol. extra. Ier centenario (1871-1971). R. Soc. Española Hist. Nat. vol. 1:129-133.
- ESTEBAN CERDA, M. (1973): Petrología de las calizas cretácicas del sector central de los Catalánides (prov.de Tarragona y Barcelona). Tesi Doctoral. Dep. Petrologia Univ Barcelona. 425 p.
- ESTEBAN, M., CALZADA, S. i VIA BOADA, L. (1977): Ambiente deposicional de los sistemas fosilíferos del Muschelkalk superior de Alcover-Montral (Montañas de Prades, Provincia de Tarragona). Cuad. Geol. Ibérica, 4:189-200.
- ESTEBAN, M. i JULIA, R. (1973): Discordancias erosivas intrajurásicas en los Catalánides. Acta Geologica Hispanica, 8(5):153-157.
- ESTEBAN, M. i ROBLES, S. (1976): Sobre la paleogeografía del Cretácico inferior de los Catalánides entre Barcelona y Tortosa. Acta Geologica Hispanica, 11:73-78.
- ESTEBAN, M. i ROBLES, S. (1979): Período preorogénico del Mesozoico. In: Anadón et al. (1979): Evolución tectonostratigráfica de los Catalánides. Acta Geologica

Hispanica, 14:246-247.

- ETCHECOPAR, A. (1984): Etude des états de contrainte en tectonique cassante et simulations des déformations plastiques (approche mathématique). Thèse Sciences, Univ. Sc. Tech. Languedoc 269 p.
- ETCHECOPAR, A, VASSEUR, G. i DAIGNIERES, M. (1981): An inverse problem in microtectonics for the determination of stress tensors from fault striations analysis. Journal of Structural Geology, 3:51-65.
- FALLOT, P. i BATALLER, J.R. (1927): Itinerario geológico a través del Bajo Aragón y el Maestrazgo. Mem. Real Acad. Cien. Artes de Barcelona, 3a época, 20, 8, 143 p.
- FERNANDEZ MARRON, M.T. (1971): Estudio paleoecológico y revisión sistemática de la flora fósil del Oligoceno español. Tesis Doctoral, Publ. F. Ciencias U. Madrid 152 p.
- FERRER, J. (1971): El Paleoceno y Eoceno del borde sur-oriental de la depresión del Ebro (Cataluña). Mém. Suisses de Paléont., 90:1-70.
- FONTBOTE, J.M. (1954): Las relaciones tectónicas de la depresión del Vallès-Penedès con la Cordillera Prelitoral y con la Depresión del Ebro. Tomo Homenaje Prof. E. Hernández Pacheco. R. Soc. Española Hist. Nat., p. 281-310.
- FONTBOTE, J.M.; GUIMERA, J. i SANTANACH, P. (1985): Stress regime changes during neogene rifting in the northeastern Iberian Peninsula. Continental extensional tectonics, T.S.G. Meeting. Univ. Durham, 18-20 Abril 1985.
- GARCIA BOADA, J. (1974): El Terciario de la depresión de Mora y su relación con el borde oriental de la Depresión del Ebro (prov. de Tarragona). Seminarios de Estratigrafía, Dep. Estratigrafía, U.Barcelona, 9:11-20.
- GINER, J. (1980): Estudio sedimentológico y diagenético de las formaciones carbonatadas del Jurásico de los Catalánides, Maestrazgo y rama aragonesa de la Cordillera Ibérica (sector oriental). Tesi doctoral, Univ. Barcelona, 316 p.
- GINKEL, A.C. van i MEKEL, J.F.M. (1981): Geological Maps of

- the Montalbán Region. I.T.C. Publications 2, 66 p.
- GOMEZ, J.J. (1979): El Jurásico en facies carbonatadas del sector levantino de la Cordillera Ibérica. Seminarios de Estratigrafía. Serie Monografías, 4, 686 p.
- GOMEZ, J.J. i GOY, A. (1979): Las unidades litoestratigráficas del Jurásico medio y superior, en las facies carbonatadas del sector levantino de la Cordillera Ibérica.
- GONZALEZ, A.; PARDO, J.; VILLENA i MARTINEZ, B. (1985): Análisis tectosedimentario del Terciario de Cuevas de Cañart (Prov. de Teruel). Trabajos de Geología, 15:169-176.
- GONZALEZ, A.; PARDO, J.; VILLENA, J. i PEREZ, A. (1984): Estratigrafía y Sedimentología del Terciario de la Cubeta de Alloza (Prov. de Teruel). Boletín Geológico y Minero, 95(5):407-428.
- GOSH, S.K. i RAMBERG, H. (1968): Buckling experiments of intersecting fold patterns. Tectonophysics, 5(2):89-105.
- GUIGON, J. et al. (1973): Mapa geológico de España, escala 1:50.000, fulls: 446 (Valls), 474 (Tarragona), 419 (Montblanc), 447 (Vilanoa i la Geltrú), 419 (Vilafranca del Penedès). 2a sèrie. Serv. Publ. Ministerior de Industria.
- GUIMERA, J. (1978): Estudi estructural de les zones de fractura de Garraf i de Vallcarca (Massís de Garraf). Tesi de Licenciatura, Fac. Geologia, Univ. Barcelona, 124 p. Public.: Arxius de la Secció de Ciències. Inst. Est. Catalans 64, 96 p. 1982.
- GUIMERA, J. (1983a): Estudio tectónico del Maestrazgo y de la mitad meridional de los Catalánides. In: Estudio geológico del Maestrazgo y del la mitad meridional de los Catalánides. I.G.M.E., inédit.
- GUIMERA, J. (1983b): Evolution de la deformation alpine dans le NE de la Chaîne Ibérique et dans la Chaîne Côtière Catalane. C.R. Acad. Sc. Paris, sér. II, 297:425-430.
- GUIMERA, J. (1984): Palaeogene evolution of deformation in the northeastern Iberian Peninsula. Geological Magazine, 121(5):413-420.

- GUIMERA, J. (1987a): Precisiones sobre la estructura y la edad de las deformaciones en el área de Lluçena-Ribesalbes (prov. de Castellón de la Plana). Boletín Geológico y Minero, 98(3):318-334.
- GUIMERA, J. (1987b): Comentarios sobre "APORTACIONES AL CONOCIMIENTO DE LA COMPRESION TARDIA EN LA CORDILLERA IBERICA CENTRO-ORIENTAL: LA CUENCA NEOGENA INFERIOR DEL MIJARES (TERUEL -CASTELLON)" de J. Paricio Cardona y J.L. Simón Gómez. Estudios Geológicos, 43:63-69.
- GUIMERA, J. i SANTANACH, P.F. (1978): Sobre la compresión alpina en el sector central de las Cadenas Costeras Catalanas. Acta Geologica Hispanica, 13:33-42.
- GUIMERA, J. i AMIGO, J. (1987): Two examples of a continuous and progressive variation of a stress field from fault striations analysis. Paleostresses and fault systems, T.S.G. Meeting, 28 Feb. 1987. Univ. Swansea.
- HAFNER, W. (1951): Stress distributions and faulting. Geol. Soc. America Bull., 62:373-398.
- HAHNE, C. (1930a): Das Keltiberische Gebirgsland östlich der Linie Cuenca-Teruel-Alfambra. Beitr. Geol. westl. Mediterraneangebiete, 5. (Trad. cast.: Publ. alemanas Geol. España, 2:7-50. 1943.
- HAHNE, C. (1930b): Stratigraphische und tectonische Untersuchungen in der Provinzen Teruel, Castellón und Tarragona (Spanien). Zeitschr. Deutsch. Geol. Gesells., 82:79-112. (Trad. cast.: Public. alemanas geol. España, 2:51-98. 1943.
- HAHNE, C. (1934): Ein geologisches Führer durch den nördlichen Teil des südaragonisch-Katalonischen Mittelgebirges zwischen Ebro und Martinfluss und seine Vorländer (Spanien). Ass. pour l'Etude géol. Méditerranée occid., vol III, 3a part, 13: 52 p.
- HOFFMAN, P., DEWEY, J.F. i BURKE, K. (1974): Aulacogen and their genetic relation to geosynclines, with a Proterozoic example from Great Slave Lake, Canada. Soc. Econ. Pal. Mineral Spec. Publ. no 19, pp. 38-55.

- IGLESIAS XIFRA, R. (1985): Estudio gravimétrico de la depresión del Alt Empordà. Tesi de Llic., Univ. Barcelona, Dep. Prospecció Geològica y Geof. 70 p.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, ed., (1983): Estudio geológico del Maestrazgo y de la mitad meridional de los Catalánides. Inèdit. 3 volums.
- JOLY, H. (1926): Etudes géologiques sur la Chaîne celtibérique (Provinces de Teruel, Saragosse, Soria, Logroño, Espagne). C.R. XIVème Congr. géol. intern., Madrid, 2:523:584.
- JULIA, R. i SANTANACH, P.F. (1980): Evolución tectónica de las fosas neógenas del litoral catalán. pp. 417-425 in P. SANTANACH, C. SANZ DE GALDEANO i J.C. BOUSQUET: Neotectónica de las regiones mediterráneas de España (Cataluña y Cordilleras Béticas). Boletín Geológico y Minero, 91(2):417-440.
- JULIA, R. i SANTANACH, P.F. (1984): Estructuras en la salbanda de falla paleógena del la falla del Vallès-Penedès (Cadenas Costeras Catalanas): su relación con el deslizamiento de la falla. Primer Congreso Español de Geología. vol I:47-59.
- JULIVERT, M. (1954): Observaciones sobre la tectónica de la depresión de Calatayud. Arrahona (Publ. Mus. de Sabadell), 17 p.
- JULIVERT, M. (1955): Geología de la Sierra de Miramar. Mem. y Com. Inst. Geol. Provincial, 13:79-121.
- JULIVERT, M. (1978): The areas of alpine folding in the Iberian Meseta (Iberian Chain, Catalanides, etc.). In: Geological Atlas of alpine Europe and adjoining alpine areas (ed. M. LEMOINE). Elsevier pp. 92-122.
- JULIVERT, M., FONTBOTE, J.M., RIBEIRO, A. i CONDE, L. (1974): Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares, escala 1:1.000.000. Inst. Geol, Min. España, 113 p.
- LANA, X. i CORREIG, A.M. (1987): An example of stress tensor distribution deduced from the aftershocks of the November 23, 1980 southern Italy earthquake. Tectonophysics, 135:289-296.

- LANDERER, J.J. (1874): El piso tenénico o urgo-áptico y su fauna. An. Soc. Española Hist. Nat., 3:43-345.
- LANDERER, J.J. (1878): Ensayo de una descripción del piso tenénico. An. Soc. Española Hist. Nat., 8:5-20.
- LAUBSCHER, H.P. (1976): Geometrical adjustments during rotation of a Jura fold limb. Tectonophysics, 36:347-365.
- LLOPIS LLADO, N. (1942): Los terrenos cuaternarios del llano de Barcelona. Publ. Inst. Geol. Top., Barcelona, t. VI.
- LLOPIS LLADO, N. (1947): Contribución al conocimiento de la morfoestructura de los Catalánides. Instituto "Lucas Mallada", C.S.I.C., 372 p.
- MALDONADO LOPEZ, A. 1972 El Delta del Ebro. Estudio sedimentológico y estratigráfico. Bol. Estratigr., Barcelona, 1, 486 p.
- MALLADA, L. (1890): Reconocimiento geográfico-geológico de la provincia de Tarragona. Bol. Com. Map. Geol. España, vol. XVI.
- MARTIN, M. et al. (1974): Mapa geológico de España, escala 1:50.000. Hoja núm. 615 (L'Alcora). 2a serie. S. Publ. Min. Industria, mem. 16 p.
- MARZO, M. (1980): El Buntsandstein de los catalánides: Estratigrafía y procesos de sedimentación. Tesis Doctoral, Univ. Barcelona, 317 p.
- MARZO, M. (1986): El cicle triàsic al marge oriental d'Ibèria. In: Història Natural dels Països Catalans, vol. I (Geologia-I). Fundació Enciclopèdia Catalana. pp. 253-280.
- MARZO, M., CALVET, F. i ORTI, F. (1983): El Triásico. In: I.G.M.E. (ed.), Estudio Geológico del Maestrazgo y de la mitad meridional de los Catalánides. Inèdit. t. 1, p.58-213.
- MARZO, M., CALVET, F., et al. (1985): Guía de la excursión: Triásico de los Catalánides. II Col. de Estratigrafía y Paleogeografía del Pérmico y Triásico de España.

- MATTAUER, M. (1973): Les deformations des matériaux de l'écorce terrestre. Collection Méthodes. Ed. Hermann, 493 pp.
- MATTAUER, M., TAPPONNIER, P. i PROUST, F. (1977): Sur les mécanismes de formation des chaînes intracotinentales. L'exemple des chaînes atlasiques du Maroc. Bull. Soc. Géol. France, 7ème sér., 19(3):521-526.
- MCKINSTRY, H.E. (1953): Shears of second order. American Jour. Sci., 251:401-414.
- MEER MOHR, H.E.C. van der. (1983): Structural style of the Montalbán region (Spain) and a model for its development. I.T.C. Journal, 1983-3:214-222.
- MEKEL J.F.M. i MEER MOHR, H.E.C. van der. (1971): Explanation of the photogeological Map of the Montalbán region. I.T.C. Publ., ser. B, 59, 20 p.
- MEKEL, J.F.M. (1976): Explanation of the Geological Maps of the Muniesa-Oliete and Montalbán-Obón regions. I.T.C., Dep. of Geology, 33, 50 p.
- MEKEL, J.F.M. i MEER MOHR, H.E.C. van der. (1967): Explanation of the photogeological reconnaissance Map of the Muniesa-Montalbán region. I.T.C. Publ., ser. B, 42, 15 p.
- MICHEL, B. (1974): Contribution a l'étude des minéralisations plombo-zincifères dans le Cretacé inférieur du Maestrazgo (Provinces de Castellón et Teruel, Espagne). Thèse 3ème cycle, Univ. Nancy I. Peñarroya 141 pp.
- MITJAVILA, J. (1987): El vulcanisme triàsic del domini meridional dels Catalànids. Tesi de Lic., Univ. Barcelona, Fac. Feologia, 118 pp.
- MITRA, G. (1979): Ductile deformation zones in Blue Ridge basement rocks and estimation of finite strains. Geol. Soc. America Bull., 90:935-951.
- MOODY, J.D. i HILL, M.J. (1956): Wrench-fault tectonics. Geol. Soc. America Bull., 67:1207-1246.
- MUÑOZ, J.A., MARTINEZ, A. i VERGES, J. (1986): Thrust

- sequences in the Spanish Eastern Pyrenees. J. struct. Geol., 8:399-405.
- ORI, G.G. i FRIEND, P.F. (1984): Sedimentary basins formed and carried piggyback on active thrust sheets. Geology, 12:475-478.
- ORTI CABO, F. (1974): El Keuper del Levante español. Estudios Geológicos, 30:7-46.
- ORTI CABO, F. (1981): Diapirismo de materiales triásicos y estructuras de zócalo, en el sector central valenciano (España). Estudios Geológicos, 37:245-256.
- PARDO TIRAPU, G. (1979): Estratigrafía y sedimentología de las formaciones detríticas del Cretácico inferior terminal en el Bajo Aragón turolense. Tesis Doctoral. Dep. Estratigrafía, Univ. Zaragoza. Inédita. 2 vol., 473 p.
- PARDO, G., VILLENA, A., PEREZ, A. i GONZALEZ, A. (1984): El Paleógeno de los márgenes del umbral de Montalbán: relación tectónica-sedimentación. Publicaciones de Geología, 20:355-363.
- PARICIO CARDONA, J. i SIMON GOMEZ, J.L. (1986): Aportaciones al conocimiento de la compresión tardía en la Cordillera Ibérica oriental: la cuenca neógena inferior del Mijares (Teruel-Castellón). Estudios Geológicos, 42:307-319.
- PEREZ, A., PARDO, G., VILLENA, J. i GONZALEZ, A. (1983): Estratigrafía y sedimentología del Paleógeno de la cubeta de Montalbán (Prov. de Teruel, España). Bol. Real. Soc. Española Hist. Nat. (Geología), 81:197-223.
- PORTA, J. de (1959): Observations sur la tectonique de la chaîne pré-litorale catalane au N et au NW du "Campo de Tarragona" (Espagne). Bull. Soc. géol. France, 7ème sér., 2(1):13-15.
- POUS, J., SOLE SUGRAÑES, I. i BADIELLA, P. (en premsa): Estudio geoelectrico de la depresión de la Selva (Gerona). Acta Geologica Hispanica.
- PRICE, N.J. (1969): A dynamic mechanism for the development of secondary faults. Proceedings, conference on research in tectonics (kink-bands and Brittle deformation). Ed. A.J.

- Baer i D.K. Morris, PP. 49-78. Ottawa, March 1968.
- PUIGDEFABREGAS, C; MUÑOZ, J.A. i MARZO, M. (1986): Thrust belt development in the eastern Pyrenees and related depositional sequences in the southern foreland basin. Spec. Publs int. Ass. Sediment., 8:229-246.
- REGUANT, S. (1967): El Eoceno marino de Vic (Barcelona). Mem. I.G.M.E., 68, 330 p.
- REIG, F. (1961): La discordancia paleoalpina del Jurásico superior de la Península Ibérica. Bol. Serv. Geol. Obras Públicas, 10:51-54, 4 pl.
- RIBA, O. (1973): Las discordancias sintectónicas del Alto Cardener (Prepirineo Catalán), ensayo de interpretación evolutiva. Acta Geologica Hispanica, 8(3):90-99.
- RIBA, O., REGUANT, S i VILLENA, J. (1983): Ensayo de síntesis estratigráfica y evolutiva de la Cuenca Terciaria del Ebro. In: Libro Jubilar J. M. Ríos. Estudios sobre Geología de España, vol. II, pp.131-159.
- RIBA, O. i RIOS, J.M. (1960): Observations sur la structure du secteur Sud-Ouest de la chaîne ibérique (Espagne). Livre mém. Professeur Paul Fallot. Soc. Géol. France, Mém. hors sér., t. 1: 275-290.
- RIBA, O., VILLENA, J. i MALDONADO, A. (1971): Mapa geológico de España, escala 1:200.000, hoja núm. 40 (Daroca). Inst. Geol. Min. España. Mem. 53 p.
- RICHTER, G. i TEICHMÜLLER, R. (1933): Die Entwicklung der Keltiberischen Ketten. Abh. Ges. Wiss. Göttingen Math.-Phys., ser. 3, 7, 120 pp.
- RIOS, J.M. i ALMELA, A. (1951): Estudios sobre el Mesozoico del borde meridional de la Cuenca del Ebro. I.G.M.E., Libro Jubilar, t. II, p. 247.
- ROBLES OROZCO, S. (1974): Estudio geológico del Mesozoico del Macizo del Cardó y sectores adyacentes. Tesi Doctoral, Univ. Autònoma Barcelona, 436 p., Inédita.
- RODGERS, D.A. (1980): Analysis of pull-apart basin development

- produced by én echelon strike-slip faults. Special Publ. núm. 4, Int. Ass. of Sediment., 27-41.
- ROYO GOMEZ, J. (1922): El Mioceno continental ibérico y su fauna malacológica. Publ. Junta Ampl. Est. Inv. Cient., núm. 30, ser. Paleontologia, núm. 5, 230 p.
- RUPPERT, H. (1983): Zur Frage der Vergenzen in den Katalonischen Küstenketten. Geologische Rundschau, 72(3):911-934.
- SAEFTTEL, H. (1961): Paleogeografía del Albense en las Cadenas celtibéricas de España. Notas y Com. I.G.M.E., 63:136-192.
- SALAS ROIG, R. (1983a): Las secuencias deposicionales del tránsito Jurásico-Cretácico en la Zona de Enlace Catalánides-Ibérica. Com. X Congr. Nac. Sedimentología, 26-30 Set. 1983. pp. 3.34-3.38.
- SALAS, R. (1983b): La sedimentación desde el Valanginense al Albiense inferior. In: I.G.M.E. (ed): Estudio geológico del Maestrazgo y de la mitad meridional de los Catalánides. Inèdit.
- SALAS ROIG, R. (1984): Las construcciones arrecifales de corales y rudistas del Cretácico inferior de la Cordillera Ibérica Oriental. I Congreso Español de Geología, pp. 227-246.
- SALAS, R. (1985): Depositional sequences and cycles of relative changes of sea level during Jurassic-Cretaceous time in the oriental Iberian and Catalan Ranges. 6th. European Regional Meeting of Sedimentology. I.A.S., Lleida (Spain). p. 441.
- SALAS, R. (1986): Els cicles juràssic, cretaci inferior i cretaci superior al marge oriental d'Ibèria. In: Història Natural dels Països Catalans, vol. I (Geologia-I). Fundació Enciclopèdia Catalana, pp. 292-375.
- SALAS ROIG, R. (1987): El Malm i el Cretaci Inferior entre el Massís de Garraf i la Serra d'Espadà. Anàlisi de Conca. Tesi Doctoral, Univ. de Barcelona, 2 vol., 345 p.
- SALAS, R., BARRACHINA, A., CABANES, R. i QUEROL, X. (1986a):

Los sistemas deposicionales del Malm y el Cretácico superior de los Catalánides y la Cordillera Ibérica oriental. XI Congr. Español de Sedimentología. Barcelona, Libro guía exc. núm. 4 (edit.: R. Salas et al.), Fac. Geología, Univ. Barcelona, 125p.

SALAS, R., PREZBINDOWSKI, D.R. i ESTEBAN, M. (1986b): The origin of Upper Jurassic-Lower Cretaceous dolomite in eastern Iberian Range (El Maestrat, Spain). XI Congr. Español de Sedimentología. Barcelona.

SALVANY, J.M. i ORTI, F. (1985): Keuper. In: II Col. Estr. Permico y Triásico de España. Guía de la excursión al Triásico de los Catalánides. Edit. M. Ibars i M. Marzo, pp. 68-80.

SANTANACH, P.F. (1973): Análisis microestructural de dos afloramientos en las calizas cretácicas del macizo de Garraf (prov. de Barcelona). Acta Geologica Hispanica, 8(3):100-104.

SANTANACH, P.F., SANZ DE GALDEANO, C. i BOUSQUET, J.C. (1980): Neotectónica de las regiones mediterráneas de España (Cataluña y Cordilleras Béticas). Boletín Geológico y Minero, 91(2):417-440.

SEGURET, M. (1970): Etude tectonique des nappes et séries décollées de la partie centrale du versant Sud des Pyrénées. Caractère synsedimentaire, rôle de la compression et de la gravité. Thèse Univ. Montpellier. Publ. U.S.T.L., sér. Géol. Struct 2 vol., 161 p.

SIMON GOMEZ, J.L. (1979): Modelo evolutivo de la tectogénesis Alpina en la región del Guadalupe, entre Aliaga y Calanda (Teruel). Tesis Lic. Univ. Complutense de Madrid, 180 p. Inèdit.

✱ SIMON GOMEZ, J.L. (1980): Estructuras de superposición de plegamientos en el borde NE de la Cadena Ibérica. Acta Geologica Hispanica, 15:137-140.

SIMON GOMEZ, J.L. (1981a): Reactivación alpina del desgarre del Segre en el borde NE de la Cadena Ibérica. Teruel, 65:195-209.

- SIMON GOMEZ, J.L. (1981b): Presencia de una fase compresiva intramiocena en el Maestrazgo (sector oriental de la Cadena Ibérica). Acta Geologica Hispanica, 16(3):135-138.
- SIMON GOMEZ, J.L. (1982): Compresión y distensión alpinas en la Cadena Ibérica Oriental. Tesis Doctoral, Univ. Zaragoza, 504 pp. Publ.: Inst. Est. Turolenses, 269 pp., 1984.
- SIMON GOMEZ, J.L. (1983a): Tectónica y neotectónica del sistema de fosas de Teruel. Teruel, 69:21-97.
- SIMON GOMEZ, J.L. (1983b): La distensión plio-cuaternaria en la Cadena Ibérica oriental. Mapa de contornos estructurales de la penillanura fundamental deformada. Boletín Geológico y Minero, 94(6):496-502.
- SIMON GOMEZ, J.L. (1983c): La compresión alpina y el tránsito a la distensión en la cadena Ibérica oriental. Boletín Geológico y Minero, 94(4):281-290.
- SIMON GOMEZ, J.L. (1984): Principales rasgos de la Evolución de la Cadena Ibérica centro-oriental. In: XVIII Curso de Geología práctica, M. Gutiérrez-Elorza i J.L. Peña-Monné (eds.), Col. Univ. Teruel, Inst. Est. Turolenses. Dto. Geom. Geot. U. Zaragoza pp. 1-17.
- SIMON GOMEZ, J.L. (1986): Analysis of a gradual change in stress regime (example from the eastern Iberian Chain, Spain). Tectonophysics, 124:37-53.
- SIMON GOMEZ, J.L. i PEREZ CUEVA, A.J. (1980): El Trías extrusivo del norte de la Sierra de Espadán: aspectos tectónicos y morfotectónicos. Cuadernos de Geografía, 27:143-156.
- SOLE SABARIS, L. (1962): Observaciones sobre la edad del volcanismo gerundense. Mem. R. Acad. Cien. y Art. de Barcelona, 3a ep., núm. 695, v. 34, n.12, 16p.
- SOLE SABARIS, L. (1978): Los rebordes oriental y meridional de la Meseta: Cordillera Ibérica y Sierra Morena. In: M. de Terán et al.: Geografía General de España. Ed. Ariel, pp. 74-85.
- SOLE-SUGRAÑES, L. (1978): Gravity and compressive nappes in

- the Central Southern Pyrenees (Spain). American J. Sci., 278:609-637.
- SRIEL, W. (1929): Der geologische Bau der Katalonischen Küstengebirge zwischen Ebromündung und Ampurdan. Abh. Gesell. Wiss. Göttingen, Math-Phys. Kl., 14:62-141.
- STILLE, H. (1931): Die Keltiberische Scheitelung Nachr. Ges. Wiss. Göttingen, Mat-Phys., 10:138-164.
- STILLE, H. (1924): Grund ragen der Vergleichenden Tektonik vor Gebrüder Borutraeger. 443 p. Berlin.
- TAPPONIER, P. (1977): Evolution tectonique du système alpin en Méditerranée: poinçonnement et écrasement rigide-plastique. Bull. Soc. Géol. France, 7ème. sér., 19:437-460.
- TAPPONIER, P. i MOLNAR, P. (1976): Slip-line field theory and large-scale continental tectonics. Nature, 264:319-324.
- TCHALENKO, J.S. (1970): Similarities between shear zones of different magnitudes. Geol. Soc. America Bull., 81:1625-1640.
- TEIXELL, A. (1983): L'àrea d'encavalcaments de les Serres de Cabrafiga i Santa Marina. Univ. Barcelona, Fac. Geologia, Dep. Geomorfologia i Tectónica. 48 p. Inèdit.
- TEIXELL, A. (1986): Estudi geològic de les Serres de Pàndols, de Cavalls i del Montsant i de les seves relacions amb les depressions de l'Ebre i de Móra (Tarragona). Tesi Llic., Univ. Barcelona, Fac. Geologia, Dep. Geom. i Tect. 149 pp.
- TRELL ESCUDERO, et al. (1981): Mapa geològic de España, escala 1:50.000, hoja núm 592 (Villahermosa del Río). 2a serie. I.G.M.E. Serv. Publ. Min. Industria. Mem. 22 p.
- TRICALINOS, J. (1928): Untersuchungen über den Bau der keltiberischen ketten der nordöstlichen Spanien. Zeit. Deut. Geol. Gesell., 80:409-482.
- VAIL, P.R., MITCHUM, R.M. i THOMPSON, S. (1977): Sismic stratigraphy and global changes of sea level. Part 4: Global cycles and relative changes of sea level. In: C.E. Pavton (ed.): Seismic stratigraphy application to hydrocarbon

exploration. A.A.P.G. Mem., 26:83-87.

VEGAS, R., FONTBOTE, J.M. i BANDA, E. (1980): Widespread Neogene rifting superimposed on Alpine regions of the Iberian Peninsula. In : A Udías i J. Channel (eds), Proc. sym. "Evolution and tectonics of the Western Mediterranean and surrounding areas", Vienna, 1-14 Ag. 1979.

VENTAYOL, A. et al. (1978): Mapa geotécnico de Barcelona: Badalona, Esplugues, L'Hospitalet, Sant Adrià, Santa Coloma. 31 p.

VERNEUIL, E. DE i COLOMB, E. (1852): Coup d'oeil sur la constitution géologique de quelques provinces d'Espagne. Bull. Soc. Géol. France, 2ème sér., t. X, p. 61-147.

VEUNEUIL, E. DE i LORIERE, G. DE (1868): Description des fossiles du Néocomien supérieur de Utrillas et ses environs (province de Teruel). Imp. Edmond Monoyer, Le Mans. 30 p.

VEZIAN, A. (1856): Du terrain post-pyrénéen des environs de Barcelone, et de ses rapports avec les formations correspondentes du bassin de la Méditerranée. Montpellier.

VIALARD, P. (1973): Recherches sur le cycle alpin dans la Chaîne Ibérique sud-occidentale. Thèse Sciences, Univ. Paul Sabatier, 445 pp.

VILANOVA Y PIERA, J. (1873): Restos de Iguanodón de Utrillas y Morella. Act. Soc. Española Hist. Nat., 2:8.

VILANOVA Y PIERA, J. (1859): Memoria geognóstico-agrícola sobre la provincia de Castellón. 229 p.

VIRGILI, C. (1958): el Triásico de los Catalánides. Bol. Inst. Geol. Min. España, 69, 856 p.

XICOMOHAN, L. (1983): Partie I: Perturbation des contraintes liées aux structures cassantes dans les calcaires fins du Languedoc. Partie II: Mésure de la déformation finie à l'aide de la méthode Fry. Application aux gneiss des Bornes (Maures) Thèse 3ème cycle. U.S.T.L. 152 p.

MEYEN, H.J., BANDA, E., GALLART, J. i ANSORGE, J. (1985): A wide angle seismic reconnaissance survey of the crust and

upper mantle in the Celtiberian Chain of eastern Spain.
Earth and Planetary Science Letters, 75:393-402.

