



Modelos geológicos en 3D de la isla de Tenerife

Ilazkiñe Iribarren Rodríguez

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.tdx.cat) i a través del Dipòsit Digital de la UB (diposit.ub.edu) 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 ni al Dipòsit Digital de la UB. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX o al Dipòsit Digital de la UB (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.tdx.cat) y a través del Repositorio Digital de la UB (diposit.ub.edu) 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 o al Repositorio Digital de la UB. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR o al Repositorio Digital de la UB (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.tdx.cat) service and by the UB Digital Repository (diposit.ub.edu) 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 nor its spreading and availability from a site foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository is not authorized (framing). Those 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.



MODELOS GEOLÓGICOS EN 3D DE LA ISLA DE TENERIFE

Itzkiñe Iribarren Rodríguez

Programa de Doctorado de Ciencias de la Tierra

Departamento de Geodinámica y Geofísica

Universitat de Barcelona

Joan Martí Molist
Director

Joan Manuel Vilaplana
Tutor



Barcelona 2014

BIBLIOGRAFÍA

- Abdel-Monem, A., N. D. Watkins, P.W. Gast (1972). "Potassium-Argon ages, volcanic stratigraphy and geomagnetic polarity history of the Canary Islands: Tenerife, La Palma and Hierro." American Journal of Science **272**: 805-825.
- Ablay, G. J. and J. Martí (1995). "Stratigraphy and structure of the Teide-Pico Viejo volcanic complex." A field guide to the central volcanic complex of Tenerife. J. Martí and J. Mitjavila, Excmo. Cabildo Insular de Lanzarote: 47-80.
- Ablay, G. J., M. R. Carroll, M.R. Palmer, J. Martí, R.S.J. Sparks (1998). "Basanite-Phonolite Lineages of the Teide-Pico Viejo Volcanic Complex, Tenerife, Canary Islands." Journal of Petrology **39**: 905-936.
- Ablay, G. J. and P. Kearey (2000). "Gravity constraints on the structure and volcanic evolution of Tenerife, Canary Islands." Journal of Geophysical Research **105**(B3): 5783-5796.
- Ablay, G. J. and J. Martí (2000). "Stratigraphy, structure, and volcanic evolution of the Pico Teide-Pico Viejo formation, Tenerife, Canary Islands." Journal of Volcanology and Geothermal Research **103**(Special issue, The Geology and Geophysics of Tenerife): 175-208.
- Ancochea, E., Anguita Virela, F., Fúster, J.M., Hernán, F., Coello, J., Sagredo, J. (1978). Güímar 1111/IV-I. Segunda Serie de Mapa Geológico de España 1:25.000. Madrid, IGME.
- Ancochea, E., J. M. Fúster, E. Ibarrola, A. Cendrero, J. Coello, F. Hernán, J.M. Cantagrel, C. Jamond (1990). "Volcanic evolution of the island of Tenerife (Canary Islands) in the light of new K-Ar data." Journal of Volcanology and Geothermal Research **44**(3-4): 231-249.
- Ancochea, E., M. J. Huertas, J. M. Cantagrel, J. Coello, J.M. Fúster, N. Arnaud, E. Ibarrola (1999). "Evolution of the Cañadas edifice and its implications for the origin of the Cañadas Caldera (Tenerife, Canary Islands)." Journal of Volcanology and Geothermal Research **88**: 177-199.
- Anguita, F. and F. Hernán (2000). "The Canary Islands: a unifying model." Journal of Volcanology and Geothermal Research **103**: 1-26.
- Araña, V. (1971). "Litología y estructura del Edificio Cañadas, Tenerife (Islas Canarias)." Estudios Geológicos **27**: 95-135.
- Araña, V., J. Martí, A. Aparicio, L. García-Cacho, R. García-García (1994). "Magma mixing in alkaline magmas: An example from Tenerife, Canary Islands." Lithos **32**: 1-19.

- Araña, V., A. G. Camacho, A. García, F.G. Montesinos, I. Blanco, R. Vieira, A. Felpeto (2000). "Internal structure of Tenerife (Canary Islands) based on gravity, aeromagnetic and volcanological data." Journal of Volcanology and Geothermal Research **103**(1-4): 43-64.
- Bakley, R. And Colorado Plateau Geosystems, INC. Web: cpgeosystems.com
- Barrera, J. L., Gómez, J.A., Bellido, F., Ruiz, M.T., Araña, V., Cueto L.A., Coello, J., Hernández-Pacheco, A. (1988). Santiago del Teide 1110-IV. Segunda Serie de Mapa Geológico de España 1:25.000. Madrid, IGME.
- Battaglia, M., Gottsmann, J., Carbone, D., Fernández, J. (2008). "4D volcano gravimetry." Geophysics **73**(6): WA3-WA18.
- Bellido, F., Brandle, J.L., Fúster, J.M., Hernández-Pacheco, A., Fernández, S. (1978). Valle San Lorenzo 1118-1124/II-I. Segunda Serie de Mapa Geológico de España 1:25.000. Madrid, IGME.
- Bernat Rebollal, M., C. Rey Moral. "Modelos geológicos en 3D con GeoModeller: Guía metodológica"
- Blanco-Montenegro, I. (1997). Análisis e interpretación de las anomalías magnéticas de tres calderas volcánicas: Decepción (Shetland del sur, Antártida), Furnas (San Miguel, Azores) y Las Cañadas del Teide (Tenerife, Canarias). Tesis. Departamento de Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica I de la Facultad de Ciencias Físicas. Madrid, Universidad Complutense de Madrid.
- Blanco-Montenegro, I., Nicolosi, I., Pignatelli, A., Chiappini, M. (2008). "Magnetic imaging of the feeding system of oceanic volcanic islands: El Hierro (Canary Islands)." Geophysical Journal International **173**: 339-350.
- Boulesteix, T., Hildenbrand, A., Gillot, P-Y., Soler, V. (2012). "Eruptive response of oceanic islands to giant landslides: New insights from the geomorphologic evolution of the Teide-Pico Viejo volcanic complex (Tenerife, Canary)." Geomorphology **138**: 61-73.
- Boulesteix, T., Hildenbrand, A., Soler, V., Quidelleur, X., Gillot, P.Y. (2013). "Coeval giant landslides in the Canary Islands: Implications for global, regional and local triggers of giant flank collapses on oceanic volcanoes." Journal of Volcanology and Geothermal Research.
- Bravo, T. (1962). "El Circo de Cañadas y sus dependencias." Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural **40**: 15.
- Bryan, S. E., R. A. F. Cas, J. Martí (1998). "Lithic breccias in intermediate volume phonolitic ignimbrites from Tenerife (Canary Islands): Constraints on pyroclastic flow depositional processes." Journal of Volcanology and Geothermal Research **81**: 269-296.

- Bryan, S. E., R. A. F. Cas, J. Martí (2000). "The 0.57 Ma plinian eruption of the Granadilla Member, Tenerife (Canary Islands): an example of complexity in eruption dynamics and evolution." *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 103(1-4): 209-238.
- Calcagno, P., J.P. Chilès, G. Courrioux, A., Guillen (2008). "Geological modelling from field data and geological knowledge. Part I. Modelling method coupling 3D potential-field interpolation and geological rules." *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 171: 147-157.
- Calcagno, P., G. Courrioux, A. Guillen, D. Fitzgerald, P. MacInerney (2006). "How 3D implicit geometric modelling helps to understand geology: the 3DgeoModeller methodology." Society for mathematical geology XIth international congress. Université de Liège (Belgium). S14-06.
- Canales, J. P., J. J. Dañobeitia, A.B. Watts (2000). "Wide-angle seismic constraints on the internal structure of Tenerife, Canary Islands." *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 103(1-4): 65-81.
- Cantagrel, J. M., N. O. Arnaud, E. Ancochea, J.M. Fúster, J. M. Huertas (1999). "Repeated debris avalanches on Tenerife and genesis of Las Cañadas caldera wall (Canary Islands)." *Geology* 27(8): 739-742.
- Carracedo, J. C. (1975). Estudio paleomagnético de la isla de Tenerife. Tesis. Madrid, Universidad Complutense de Madrid: 265.
- Carracedo, J. C. (1994). "The Canary Island: an example of structural control on the growth of large oceanic-island volcanoes." *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 60: 225-241.
- Carracedo, J. C., E. Rodríguez-Badiola, H. Guillou, M. Paterne, S. Scaillet, F.J. Pérez Torrado, R. Paris, U. Fra-Paleo, A. Hansen (2007). "Eruptive and structural history of Teide Volcano and rift zones of Tenerife, Canary Islands." *Geological Society of America Bulletin* 119 (9/10), 1027-1051.
- Carracedo, J. C. (2008). *El Teide. Volcanología, interpretación de paisajes e itinerarios comentados*. Tenerife, Ediciones y Promociones Saquiro S.L.
- Carracedo, J.C., H. Guillou, E. Rodríguez-Badiola, F.J. Pérez Rorado, A. Rodríguez González, R. Paris, V.R. Troll, S. Wiesmaier, A. Delcamp, J.L. Fernández-Turiel (2009) "La dorsal NE de Tenerife: hacia un modelo del origen y evolución de los rifts de islas oceánicas" *Estudios geológicos* 65 (1), 5-47
- Cervel de Arcos, S. y M. Bernat Rebolal (2013). "Patrimonio geológico, un recurso para el desarrollo". *Cuadernos del Museo Geominero*, nº15: 505-514.
- Coello, J. (1973). "Las series volcánicas de los subsuelos de Tenerife." *Estudios Geológicos* 29: 491-512.

- Coppo, N., Schnegg, P.A., Falco, P., Costa, R. (2008). "Multiple caldera collapses inferred from the shallow electrical resistivity signature of the Las Cañadas caldera, Tenerife, Canary Islands." Journal of Volcanology and Geothermal Research **170**(13).
- Coppo, N., Schnegg, P.A., Falco, P., Costa, R. (2009). "A deep scar in the flank of Tenerife (Canary Islands): Geophysical contribution to tsunami hazard assessment". Earth and Planetary Science Letters **282**: 65-68.
- Coppo, N., Schnegg, P.A., Falco, P., Costa, R. (2010). "Conductive structures around Las Cañadas caldera, Tenerife (Canary Islands, Spain): A structural control." Geological Acta **8**(1): 16.
- Edgar, C. J., J. A. Wolff, H.J. Nichols, F.A.F. Cas, J. Martí (2002). "A complex Quaternary ignimbrite-forming phonolitic eruption: the Poris member of the Diego Hernández Formation (Tenerife, Canary Islands)." Journal of Volcanology and Geothermal Research **118**: 99-130.
- Edgar, C. J., Wolff, J.A., Olin, P.H., Nichols, H.J., Pittari, A., Cas, R.A.F., Reiners, P.W., Marti, J. (2007). "The late Quaternary Diego Hernandez Formation, Tenerife: Volcanology of a complex cycle of voluminous explosive...." Journal of Volcanology and Geothermal Research **1**(160): 59-85.
- Feraud, G., Giannerni, G., Campredon, R., Stillman, C.J. (1985). "Geochronology of some Canarian dike swarm: contribution to the volcano-tectonic evolution of the archipelago." Journal of Volcanology and Geothermal Research **25**: 2-52.
- Fisher, R. V. and H. U. Schmincke (1984). Pyroclastic Rocks. Berlin.
- Fúster, J. M., V. Araña, Brandle, J.L., Navarro, M., Alonso, U., Aparicio, A. (1968). Geología y volcanología de las islas Canarias: Tenerife. Madrid, Instituto 'Lucas Mallada', CSIC.
- Fúster, J. M., Martín, M, Fernández, S. (1978). Adeje 1118-IV. Segunda Serie de Mapa Geológico de España 1:25.000. Madrid, IGME.
- Galindo, I. (2005). Estructura volcano-tectónica y emisión difusa de gases de Tenerife (Islas Canarias). Tesis. Departamento de Geoquímica, Petrología y Prospección Geológica. Barcelona, Universidad de Barcelona: 398.
- García, A., Chiappini, M., Blanco-Montenegro, I., Carluccio, R., D'Ajello Caracciolo, F., De Ritis, R., Nicolosi, I., Pignatelli, A., Sánchez, N., Boschi, E. (2007). "High resolution magnetic anomaly map of Tenerife, Canary Islands." Annals of Geophysics **5/50**.
- García Yeguas, M. A. (2010). Estudio de heterogeneidades laterales de volcanes activos: Tomografía sísmica de alta resolución de la isla de Tenerife, anomalías de propagación de ondas sísmicas de la isla de

- Decepción y otros efectos. Tesis. Física Teórica y del Cosmos. Granada, Universidad de Granada.
- Geyer, A. and J. Martí (2010). "The distribution of basaltic volcanism on Tenerife, Canary Islands: Implications on the origin and dynamics of the rift systems." Tectonophysics **483**: 310-326.
- Giordano, D., Dingwell, D.B., Romano, C. (2000). "Viscosity of a Teide phonolite in the welding interval." Journal of Volcanology and Geothermal Research(103).
- (1989). Avance: Bases para el planeamiento hidrogeológico. Tenerife, Gobierno de Canarias y Cabildo Insular de Tenerife.
- Gottsmann, J., A. G. Camacho, J. Martí, L. Wooler, J. Fernández, A. García, H. Rymer (2008). "Shallow structure beneath the Central Volcanic Complex of Tenerife from new gravity data: Implications for its evolution and recent reactivation." Physics of the Earth and Planetary Interiors **168**: 18.
- Gumiel, P., M. Arias, V. Monteserín, M. Segura (2010). "Modelo geológico 3D de la estructura en informe de Monfragüe: un valor añadido al patrimonio geológico del Parque Nacional." Boletín Geológico y Minero. **121** (1): 15-28.
- Guillen, A., Ph. Calcagno, G. Courrioux, A. Joly, P. Ledru (2008). "Geological modelling from field data and geological knowledge. Part II. Modelling validation using gravity and magnetic data inversion." Physics of the Earth and Planetary Interiors. **171**: 158-169.
- Hausen, H. (1956). "Contributions to the geology of Tenerife." Soc. Fennica Commentationes Phys. Math. **18**: 1-247.
- Hernández-Pacheco, A., Fernández, S. (1978). Los Cristianos 1118-1124/III-IV. Segunda Serie de Mapa Geológico de España 1:25.000. Madrid, IGME.
- Hürlimann, M., J. O. García-Piera, A. Ledesma (2000). "Causes and mobility of large volcanic landslides: application to Tenerife, Canary Islands." Journal of Volcanology and Geothermal Research **103**(1-4): 121-134.
- Hürlimann, M., Martí, J., Ledesma, A. (2004). "Morphological and geological aspects related to large slope failures on oceanic islands: The huge La Orotava landslides on Tenerife, Canary Islands." Geomorphology **62**(3-4): 143-158.
- Keray, G.J. and P. Kearey (2000). "Gravity constraints on the structure and volcanic evolution of Tenerife, Canary Islands." Journal of Geophysical Research **105**, B3: 5783-5796.
- Lajaunie, C., G. Courrioux, L. Manuel (1997). "Foliation fields and 3D cartography in geology: Principles of a method based on potential interpolation." Mathematical geology. **29** (4): 571-584.

- MacFarlane, D. J. and W. I. Ridley (1968). "An interpretation of gravity data for Tenerife, Canary Islands." Earth and planetary Sciences letters **4**: 481-486.
- Marinoni, L. B. and A. Gudmundsson (2000). "Dykes, faults and palaeostresses in the Teno and Anaga massifs of Tenerife (Canary Islands)." Journal of Volcanology and Geothermal Research **103**(1-4): 83-103.
- Márquez, A., López, I., Herrera, R., Martín-González, F., Izquierdo, T., Carreño, F. (2008). "Spreading and potential instability of Teide volcano, Tenerife, Canary Islands." Geophysical Research Letters **35**.
- Marrero Díaz, R. (2010). Modelo hidrogeoquímico del acuífero de Las Cañadas del Teide, Tenerife, Islas Canarias. Tesis. Departament d'Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica. Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya.
- Martí, J. and V. Araña (1993). La Volcanología actual. Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Martí, J., Mitjavila, J., Araña, V. (1994). "Stratigraphy, structure and geochronology of the Las Cañadas caldera (Tenerife, Canary Island)." Geological Magazine **131**(6): 715-727.
- Martí, J. and J. Mitjavila (1995). A field guide to the central volcanic complex of Tenerife, Excmo. Cabildo Insular de Lanzarote.
- Martí, J., Hürlimann, M., G. J. Ablay, A. Gudmundsson (1997). "Vertical and lateral collapses on Tenerife (Canary Islands) and other volcanic ocean islands." Geology. v 25 n° 10 p. 879-882.
- Martí, J. and A. Gudmundsson (2000). "The Las Cañadas caldera (Tenerife, Canary islands): an overlapping collapse caldera generated by magma-chamber migration." Journal of volcanology and geothermal research **103**(Special issue, The geology and geophysics of Tenerife): 161-174.
- Martí, J., C. Soriano, I. Galindo, R.A.F. Cas (2010). "Resolving problems with the origin of Las Cañadas caldera (Tenerife, Canary Islands): Los Roques de García Formation- Part of a mayor debris avalanche or an in situ, stratified, edifice-building succession?" The Geological Society of America **464** (special paper. Stratigraphy and Geology of Volcanic Areas): 1-20.
- Masson, D.G., Watts, A.B., Gee, M.J.R., Urgeles, R., Mitchell, N.C., Le Bas, T. P., Canals, M. (2002). "Slope failures on the flanks of the western Canary Islands" Earth-Science Reviews **57**: 1-35
- Navarro Latorre, J. M. and J. J. Braojos Ruiz (1989)(a). Avance: Bases para el planeamiento hidrogeológico. Tenerife, Gobierno de Canarias y Cabildo Insular de Tenerife.

- Navarro, J. M. and J. Coello (1989)(b). "Depressions originated by landslide processes in Tenerife." Abstract ESF Meeting on Canarian Volcanism: 150-152.
- Navarro Latorre, J.M. (1995). "Análisis hidrogeológico de la zona de Las Cañadas".
- Neumann, E. -R., V. B. Sorensen, S.L. Simonsen, K. Johnsen (2000). "Gabbroic xenoliths from La Palma, Tenerife and Lanzarote, Canary Islands: evidence for reactions between mafic alkaline Canary Islands melts and old oceanic crust." Journal of Volcanology and Geothermal Research **103**: 313-342.
- Ortiz, R., V. Araña, M. Astiz, A. García (1986). "Magnetotelluric study of the Teide (Tenerife) and Timanfaya (Lanzarote) Volcanic Areas." Journal of Volcanology and Geothermal Research **30**: 357-377.
- Palomo, C., Acosta, J., Sanz, J.L., Herranz, P., Muñoz, A., Uchupi, E., Escartin, J. (1997). "Morphometric interpretation of the northwest and southeast slopes of Tenerife, Canary Islands." Journal of geophysical research **102**(B9): 20,235-220,342.
- Pittari, A., Cas, R.A.F., Edgar, C.J., Nichols, H.J., Wolff, J.A., Marti, J. (2006). "The influence of palaeotopography on facies architecture and pyroclastic flow processes of a lithic-rich ignimbrite in a high gradient setting: The Abrigo Ignimbrite, Tenerife, Canary Islands." Journal of Volcanology and Geothermal Research **152**(3-4): 273-315.
- Pous, J., W. Heise, P.A. Schnegg, G. Muñoz, J. Martí, C. Soriano. (2002). "Magnetotelluric study of the Las Cañadas caldera (Tenerife, Canary Islands): structural and hydrogeological implications." Earth and Planetary Science Letters **204**: 249-263.
- Ridley, W. I. (1970). "The Petrology of the Las Cañadas Volcanoes, Tenerife, Canary Islands." Contributions to Mineralogy and Petrology **26**: 124-160.
- Roest, W. R., Dañobeitia, J.J., Verhoef, J., Collette, B.J. (1992). "Magnetic anomalies in the canary basin and the Mesozoic evolution of the central North Atlantic." Marine Geophysical Researches **14**(2): 1-24.
- Romero Ruiz, C., L. García-Cacho, V. Araña, A. Yanes Luque, A. Felpeto. (2000). "Submarine volcanism surrounding Tenerife, Canary Islands: implications for tectonic controls, and oceanic shield forming processes." Journal of Volcanology and Geothermal Research **103**(1-4): 105-119.
- Seisdedos, J (2006). "Los grandes paleodeslizamientos de Güímar y La Orotava (Tenerife)." Boletín Geológico y Minero **117**: 545-550.
- Simonsen, S. L., E.-R. Neumann, K. Seim (2000). "Sr-Nd-Pb isotope and trace-element geochemistry evidence for a young HIMU source and

- assimilation at Tenerife (Canary Island)." Journal of Volcanology and Geothermal Research **103**(1-4): 299-312.
- Soriano, C., Galindo, I., Martí, J., Wolff, J. (2006). "Conduit-vent structures and related proximal deposits in the Las Cañadas caldera, Tenerife, Canary Islands." Bulletin of Volcanology **69**(2): 14.
- Thirlwall, M. F., B. S. Singer, G.F. Marriner (2000). "³⁹Ar-⁴⁰Ar ages and geochemistry of the basaltic shield stage of Tenerife, Canary Islands, Spain." Journal of Volcanology and Geothermal Research **103**(1-4): 247-297.
- Verhoef, J., Collette, B.J., Dañobeitia, J.J., Roeser, H.A., Roest, W.R. (1991). "Magnetic anomalies off West-Africa (20-38°)." Marine Geophysical Researches **13**: 81-103.
- Vieira, R., C. Toro, V. Araña. (1986). "Microgravimetric survey in the caldera of Teide, Tenerife, Canary Islands." Tectonophysics **130**: 249-257.
- Vozoff, K. (1991). The magnetotelluric method. Oklahoma (USA), Society of Exploration Geophysicists Tulsa.
- Watts, A. B. and D. G. Masson (1995). "A giant landslide on the north flank of Tenerife, Canary Islands." Journal of Geophysical Research **100**(B12): 24,487-424,498.
- Watts, A. B., Masson, D.G. (1998). "Reply." Journal of geophysical research **103**(B5): 9949-9952.
- Wolff, J. A., J. S. Grandy, P.B. Larson (2000). "Interaction of mantle-derived magma with island crust? Trace element and oxygen isotope data from the Diego Hernandez Formation, Las Cañadas, Tenerife." Journal of Volcanology and Geothermal Research **103**(1-4): 343-366.