

La integración de la información científica en los trabajos de articulación territorial y recuperación socioeconómica del Valle de Aridane (La Palma, Canarias)

Judit Rojas Hernández

Geógrafa.

Gestión y Planeamiento Territorial y Medioambiental. GESPLAN

Gustavo Pestana Pérez.

Jefe de Servicio de Cambio Climático e Información Ambiental

Viceconsejería de Lucha contra el Cambio Climático del Gobierno de Canarias.

Resumen: Este artículo resalta de manera significativa la intervención crucial de la comunidad científica en el proceso de recuperación territorial y socioeconómica posterior a la erupción volcánica en la isla de La Palma en 2021. Destaca cómo el modelo territorial propuesto no solo utiliza criterios técnicos y sociales, sino también científicos. La integración de datos geoespaciales, junto con los conocimientos de los procesos eruptivos, tanto geológicos como geomorfológicos, y el análisis multirriesgos, ha sido fundamental para la planificación efectiva y sostenible de la reconstrucción post-desastre.

La información científica ha desempeñado un papel crucial en garantizar un modelo de recuperación adecuada, considerando aspectos socioeconómicos, así como enclaves de alto valor científico y turístico, y los riesgos volcánicos. Su relevancia radica en demostrar cómo la ciencia es esencial en la gestión y planificación del territorio, especialmente en zonas vulnerables a fenómenos volcánicos.

Palabras clave: recuperación territorial, La Palma, erupción volcánica, información científica, ordenación del territorio, Tajogaite.

Abstract: This article significantly highlights the crucial intervention of the scientific community in the territorial and socioeconomic recovery process following the volcanic eruption on the island of La Palma in 2021. It highlights how the proposed territorial model not only uses technical and social criteria, but also scientists. The integration of geospatial data, together with knowledge of eruptive processes, both geological and geomorphological, and multi-risk analysis, has been fundamental for the effective and sustainable planning of post-disaster reconstruction.

Scientific information has played a crucial role in guaranteeing an adequate recovery model, considering socioeconomic aspects, as well as enclaves of high scientific and tourist value, and volcanic risks. Its relevance lies in demonstrating how science is essential in the management and planning of the territory, especially in areas vulnerable to volcanic phenomena.

Keywords: territorial recovery, La Palma, volcanic eruption, scientific information, territorial planning, Tajogaite.

1. Introducción

La isla de La Palma destaca como uno de los territorios volcánicos más activos de la Macaronesia. En los últimos 500 años, ha sido testigo de al menos 8 erupciones, todas focalizadas en el sector sur de la isla y asociadas a la dorsal volcánica de Cumbre Vieja. La más reciente de estas erupciones tuvo lugar entre el 19 de septiembre de 2021 y el 1 de diciembre de ese mismo año, lo que supone un periodo eruptivo de ochenta y cinco días. Si bien los centros eruptivos principales que se asocian a esta erupción se abrieron a una cota altitudinal de aproximadamente 950 m.s.n.m. en las medianías del municipio de El Paso, el campo de lavas generado por esta erupción afectó a una superficie superior a los 12 Km², afectando, no solamente a este municipio sino, también a los municipios de Los Llanos de Aridane y Tazacorte. Además, existen evidencias de la dispersión de las cenizas procedentes del Tajogaite sobre toda la superficie de La Palma, así como en otras islas, como La Gomera o Tenerife. (Cabildo de La Palma <https://volcan.lapalma.es/>, PEVOLCA).

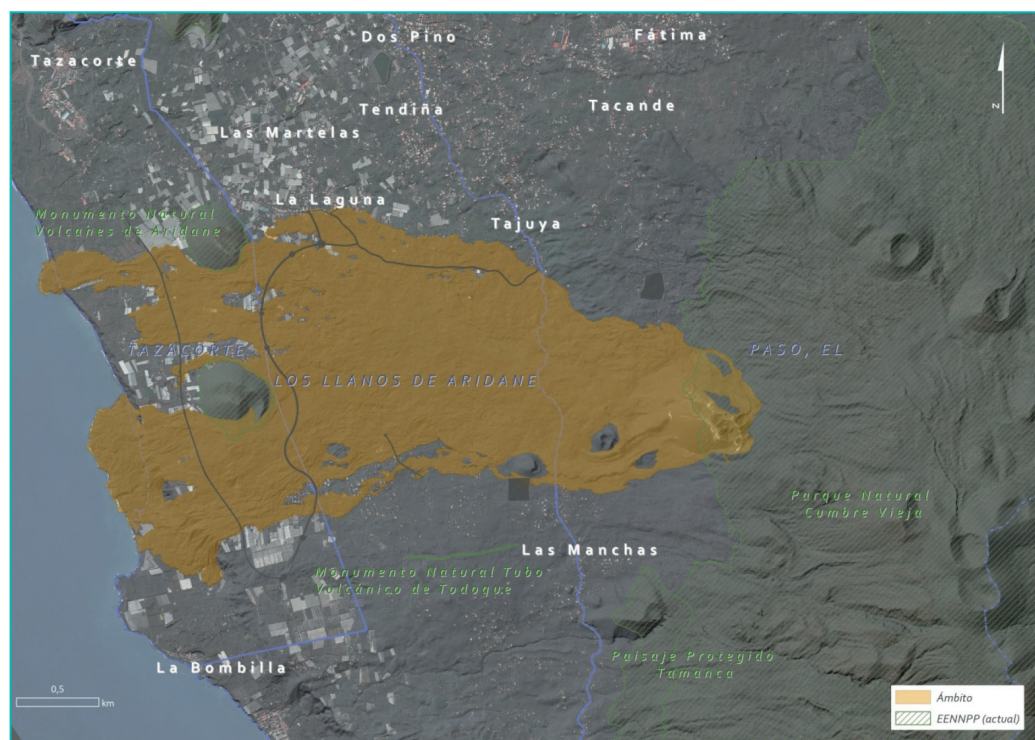
El escenario geográfico sobre el que se desarrolla esta erupción, en un contexto territorial de alta ocupación del suelo y con enclaves poblacionales relevantes que se combinan con un modelo de poblamiento tradicionalmente disperso, significativo en ocupación del espacio, facilitó el agravamiento de los impactos que derivaron del emplazamiento de flujos de lava y material piroclástico. El impacto directo de las coladas de lava sobre viviendas y servicios urbanos obligó a la evacuación preventiva y al posterior desplazamiento de más de 7000 personas pertenecientes a los enclaves poblacionales de Todoque y La Laguna, así como en numerosos diseminados como El Paraíso, Alcalá, El Frontón, El Pampillo, Montaña Rajada, Aniceto, El Atajo, El Calvario, Hoyo de Todoque, El Pastelero, La Lujana, La Vinagrera, Los Campitos, Muntajanero, Cruz Chica, El Pedregal, Cumplido, Jubilación, y Los Palacios, además del entorno habitado de las carreteras de Tamanca (LP-2), Puerto Naos (LP213), y Todoque-Las Manchas (LP-211), todos ellos ubicados aguas abajo de los centros de emisión asociados al Tajogaite (ver Figura 1).

El impacto directo de las coladas de lava sobre viviendas y servicios urbanos obligó a la evacuación preventiva y al posterior desplazamiento, de más de 7000 personas.

La erupción del 2021 es ya considerada una de las erupciones de mayor impacto sobre la economía y la sociedad local del Archipiélago, generando daños considerables en infraestructuras y bienes públicos, pero también al patrimonio particular de muchas familias de La Palma. Entre los impactos de mayor repercusión sobre la actividad económica de las familias locales se encuentran los asociados a las actividades agrarias, especialmente, los generados sobre las explotaciones plataneras de esta parte del Valle de Aridane, una de las comarcas plataneras con mayor productividad por unidad de superficie de toda Canarias. También resultan remarcables las afecciones a espacios industriales, relevantes a escala insular, como el del Callejón de La Gata, en el municipio de Los Llanos de Aridane. Además, se vieron afectadas las principales redes de transporte, canalizaciones de agua de riego, telecomunicaciones y redes urbanas, que prestaban servicios esenciales en esta área de la isla, contribuyendo a su economía.

Figura 1. Ámbito de afección de la erupción de Tajogaite.

Fuente: Elaboración propia.



Los significativos daños materiales plantearon desafíos urgentes para la recuperación territorial de la isla. La situación de emergencia derivada de la erupción volcánica facilitó la declaración como Zona Gravemente Afectada por una Emergencia de Protección Civil por el Gobierno Nacional, e impulsó al Gobierno de Canarias a adoptar medidas extraordinarias, de naturaleza paliativa frente a los impactos sociales y económicos generados por la erupción volcánica, y facilitadores del proceso de rearticulación territorial de la vertiente occidental de Cumbre Vieja y de las comunidades humanas que alberga.

En este contexto, la Consejería de Transición Ecológica, Lucha contra el Cambio Climático y Planificación Territorial, ha liderado los esfuerzos asociados a la recuperación territorial de los espacios afectados por la erupción, mediante la implementación de nuevos instrumentos de planificación que respondan a las nuevas necesidades de la realidad postruptiva en el Valle de Aridane.

Desde los primeros días de la erupción, se hizo evidente que los daños que iba a ocasionar la misma serían cuantiosos, y que probablemente, superarían la capacidad de recuperación de la isla de La Palma, transformándose así un problema insular a uno de dimensión regional. La primera reacción de la Comunidad Autónoma es el Decreto-Ley 12/2021 de 30 de septiembre, por el que se adoptan medidas tributarias organizativas y de gestión consecuencias de la erupción volcánica en La Palma. En el artículo 9 de este decreto se crea la “comisión de coordinación de las medidas de reconstrucción y reactivación” y que entre sus funciones se encuentra el impulso y propuesta de actuaciones y medidas que sean necesarias para la reparación de los daños causados por el volcán de la isla de La Palma, así como para la reconstrucción y reactivación económica de la zona, en el ámbito de competencias de la Comunidad Autónoma de Canarias.

Este es el punto de partida para los trabajos de recuperación del Valle de Aridane, a partir de este instante, y aún con la erupción activa, se comienza a desarrollar una serie de trabajos ya con la vista puesta en la planificación posteruptiva.

En el mes de octubre del 2021, la Consejería de Transición Ecológica, Lucha contra el Cambio Climático y Planificación Territorial, pone en marcha los primeros trabajos de manera urgente a través de la empresa pública Gestur-Canarias. Estos primeros trabajos se traducen en una serie de reuniones semanales con los representantes técnicos de los ayuntamientos del Valle de Aridane, así como con los técnicos de ordenación territorial del Cabildo Insular de La Palma. Estos trabajos comienzan con un enfoque de urbanismo clásico, donde la idea básica es aprovechar los espacios pendientes de desarrollo en los diferentes instrumentos de planeamiento existentes en los municipios afectados, y que permitan aumentar las posibilidades de recuperación posteruptiva. Hay que reconocer la implicación de los técnicos municipales en estas reuniones, alguno de los cuales eran afectados en primera persona por las coladas de la erupción del Tajogaite.

Hay que reconocer la implicación de los técnicos municipales en estas reuniones, alguno de los cuales eran afectados en primera persona por las coladas de la erupción del Tajogaite.

Posteriormente, en noviembre del 2021, la Consejería de Transición Ecológica, Lucha contra el Cambio Climático y Planificación Territorial, tiene conocimiento de los trabajos que había desarrollado la empresa pública GESPLAN, en la isla de Fogo (Cabo Verde) para la recuperación de Chã das Caldeiras, afectada por la erupción de 2014-15. Los trabajos desarrollados por GESPLAN de cara a la reconstrucción se basaba en el diseño de espacios en función de la metodología de recuperación de desastres que auspicia la ONU, pero a esto se le unía una propuesta de una potente intervención social con los afectados para conseguir saber de sus necesidades y anhelos, de cara a conseguir una reconstrucción más efectiva. Desde la Consejería y ante la magnitud del daño y también debido a la inexperiencia de cómo abordar este tipo de trabajos, se decide apoyar los trabajos que ofrece GESPLAN.

A mediados de diciembre de 2021, la erupción cesa, y la Consejería se encuentra con dos procesos de trabajo en marcha, con algunas ideas convergentes y otras divergentes. A esto se le une la presión social, económica y política, de actuar en los espacios fuera de las coladas, pero también comenzó la presión para actuar dentro de las coladas. También en la Consejería en ese momento había muy pocas certezas de como poder actuar sobre el terreno afectado por la erupción y no sólo de cómo actuar, si no lo que era más urgente, cuando poder usar esos terrenos.

Con la erupción terminada, el Decreto-ley 1/2022 de 20 de enero, por el que se adoptan medidas urgentes en materia urbanística y económica para la construcción o reconstrucción de viviendas habituales afectadas por la erupción volcánica en la isla de La Palma, permite dar una primera salida a la presión sociopolítica para la reconstrucción de viviendas para los afectados. La Consejería aborda en el mes de enero de 2022 el diseño de una estructura de trabajo que se mantendrá hasta finales de abril de 2023. Esta estructura se apoya en dos grandes líneas.

La primera línea es el diseño de uno o varios Decretos Leyes en un tiempo de 12 meses (finalmente se tardó 15 meses), que contará con un cierto consenso entre los afectados y las diferentes administraciones. Estos decretos tendrían que atender a las actividad residencial, turística y empresarial, quedando los trabajos de recuperación agraria en manos de la Consejería de Agricultura del Gobierno de Canarias. En estos trabajos se centraron las dos empresas públicas GESPLAN y GESTUR-Canarias. Desde GESPLAN se liderarían los trabajos de propuestas de ordenación del ámbito afectado por la colada, unido al proceso de intervención social con los afectados que perdieron sus propiedades. Por otro lado, GESTUR-Canarias se centraría en los desarrollos urbanísticos necesarios para la recuperación fuera de las coladas, pero todos ellos dentro del Valle de Aridane.

La segunda línea de trabajo se basa en el conocimiento. Hacía falta saber datos de la nueva realidad post-eruptiva del Valle de Aridane. Para esto se actuó de dos maneras:

- Cartografía, vuelos fotogramétricos, ortofotoimágenes y LIDAR de los terrenos afectados por la erupción del Tajogaite. Para ello desde la Consejería se ordena a GRAFCAN (Cartográfica de Canarias) que acometa estos trabajos, además de prestar apoyo tecnológico a las otras dos empresas públicas.
- Conocimiento científico. Para poder abordar la planificación y acelerar la recuperación de la isla, es necesario saber cómo actuar ante esta nueva realidad, para ello se contacta con diferentes grupos que habían ayudado a la gestión de la emergencia volcánica. De los grupos contactados se acordó trabajar con cuatro.
 - GPSVOLTER de la Universidad de La Laguna, expertos en geomorfología volcánica.
 - INVOLCAN empresa pública del Cabildo de Tenerife y todo un referente en volcanología del archipiélago Canario.
 - IGME-CSIC instituto público dependiente de la Administración General del Estado, y especialista en la geología de España.
 - Cátedra de Reducción del Riesgo de Desastres de la Universidad de La Laguna y expertos en los riesgos naturales aplicados al planeamiento.

Sin el trabajo de estos grupos de investigación hubiera sido muy difícil llegar al mes de marzo de 2023 con un borrador de Decreto-Ley de recuperación residencial y territorial del Valle de Aridane. Este borrador fue fruto de un ingente trabajo científico-técnico en pos de una recuperación rápida del Valle de Aridane.

2. Metodología

Para entender la influencia de la información científica en los esfuerzos de recuperación territorial después de la erupción volcánica, es necesario adentrarse

en el proceso de elaboración del "Marco Territorial para la Recuperación de la Normalidad tras la Erupción del Volcán en la Isla de La Palma" (Marco Territorial), un proyecto coordinado por GESPLAN. En este proceso, los científicos han desempeñado un papel crucial al integrar los resultados de sus investigaciones en el equipo técnico, proporcionando información a la población en las distintas etapas y elaborando informes para abordar las inquietudes y problemáticas surgidas durante el desarrollo de los trabajos.

Las distintas contribuciones realizadas por las instituciones y centros de investigación consultados, han sido incorporadas en las fases del proyecto, tanto inicialmente, mediante la incorporación de estos datos a un minucioso diagnóstico territorial de la situación previa en el Valle de Aridane, como en fases posteriores orientadas a la validación de los modelos de intervención territorial validados. Este diagnóstico abordó aspectos socioeconómicos, urbanísticos, edificatorios, naturales y agrarios, integrando la información específica de cada colaborador científico. Todo ello con el objetivo de delinear un posible escenario para la intervención urbanística y territorial, crucial para brindar respuestas a las personas afectadas por la erupción.

Una de las labores fundamentales llevadas a cabo por el equipo de planificación fue establecer modelo de intervención equilibrado, capaz de facilitar el desarrollo de las actividades humanas, especialmente aquellas de mayor arraigo local, con la identificación y propuesta de preservación de aquellos ámbitos territoriales que albergan nuevos valores naturales de especial singularidad, asociadas a los nuevos rasgos geomorfológicos y paisajísticos que derivan de la erupción y que constituyen, por si mismos, parte importante del patrimonio natural de Canarias y una oportunidad de implementar, a partir de su puesta en valor, actividades económicas significativas asociadas a la mejora del conocimiento científico de este volcán, la educación ambiental, el ocio respetuoso y la actividad turística sostenible. Para ello, desde el principio se ha contado con información específica de los distintos grupos de expertos participantes.

La identificación y propuesta de preservación de aquellos ámbitos territoriales que albergan nuevos valores naturales de especial singularidad asociadas a los nuevos rasgos geomorfológicos y paisajísticos

El proceso se inició con la recopilación meticulosa de datos esenciales para llevar a cabo el inventario edificatorio y urbanístico. Este inventario proporcionó información detallada sobre las construcciones y usos existentes, sentando las bases para el diagnóstico territorial que enmarca nuestro proyecto.

Luego, se analizaron los efectos e impactos, así como las necesidades para la recuperación de la isla de La Palma. En este análisis profundo, contamos con la valiosa colaboración de grupos de investigación y empresas especializadas, cuyo conocimiento y experiencia fueron fundamentales para la toma de decisiones en materia de ordenación del territorio.

Los equipos de investigación involucrados provienen de instituciones y empresas destacadas, incluyendo la Universidad de La Laguna (ULL) y sus entidades asociadas. La Cátedra de Reducción del Riesgo de Desastre de la Universidad de La Laguna desempeñó un papel crucial en la evaluación de riesgos y en la

propuesta de medidas preventivas. Además, el grupo de investigación Geomorfología, Paisaje y Sociedad en territorios volcánicos (GPSVOLTER), adscrito al departamento de Geografía e Historia de la Universidad de La Laguna, brindó valiosos aportes en la comprensión de los procesos geomorfológicos y su interacción con la sociedad.

En cuanto a las empresas profesionales especializadas, contamos con la colaboración de INCLAM, reconocidos especialistas en riesgos de inundación, cuya experiencia técnica fue fundamental para evaluar las vulnerabilidades y proponer medidas de mitigación efectivas. Además, el Instituto Vulcanológico de Canarias (INVOLCAN) proporcionó un enfoque experto en la comprensión de la actividad volcánica y sus implicaciones en el territorio.

Por último, las aportaciones del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) se centraron en la identificación y valoración de elementos volcánicos de interés científico y turístico.

A continuación, se presentan las consideraciones más relevantes de los trabajos realizados por los equipos de investigación, destacando su interés y utilidad en la configuración de la nueva realidad geográfica.

Los trabajos de la Cátedra de Reducción del Riesgo de Desastres y Ciudades Resilientes se centraron en el análisis del riesgo de desastre, desarrollando un diagnóstico geográfico con referencia espacial y de enfoque territorial, que integró la estimación de la probabilidad y la capacidad de daño de diferentes tipos de amenazas sobre distintos tipos de elementos expuestos, con diversas vulnerabilidades frente a dichas amenazas. Este análisis se llevó a cabo principalmente en áreas identificadas en el Marco Territorial como zonas de desarrollo urbanístico, principalmente con carácter residencial. Además, brindaron asesoría técnica especializada en acciones de información, concienciación y divulgación dirigidas a la sociedad. Se destacan:

- Las zonas con niveles altos y muy altos de vulnerabilidad corresponden a los núcleos urbanos principales de los tres municipios, donde se concentran variables críticas como densidad de población y servicios e infraestructuras.
- La peligrosidad de coladas de lava aumenta en dirección al sur.
- La ubicación de nuevos asentamientos, infraestructuras o servicios en zonas de riesgo bajo o medio puede aumentar dicho riesgo por la mayor exposición. Es crucial considerar todas las variables del riesgo (vulnerabilidad y amenazas) para una planificación que priorice la prevención y la mitigación.

Además, se presentaron resultados sobre la vulnerabilidad social, edificaciones, infraestructuras viarias, cultivos, servicios e infraestructuras críticas, así como el

análisis de elementos expuestos al riesgo y la susceptibilidad de daños frente a diversas amenazas (sísmicas, volcánicas, movimientos de ladera e inundaciones). También se analizó la probabilidad de pérdidas económicas en caso de amenaza.

Las contribuciones de GPSVOLTER se enfocaron en la caracterización geomorfológica de los centros de emisión y los campos de coladas y piroclastos. También identificaron singularidades petrológicas y elementos singulares del patrimonio geomorfológico, proporcionando una caracterización general del paisaje actual.

Mediante campañas de campo y trabajo en gabinete, se generaron productos clave para el estudio de la superficie, como mapas de Pendiente, Orientación, Rugosidad, Accesibilidad, Exposición y Cuencas visuales. Se destacan:

- Los sectores con pendientes elevadas y menor rugosidad están vinculados al cono principal, las coladas proximales en la base NW y W, la línea cratérica principal y los taludes de las plataformas lávicas. En contraste, las unidades de pendiente y rugosidad media a baja incluyen el campo volcánico de medianías y el área meridional y septentrional del campo lávico.
- Se distinguen tres zonas geomorfológicas durante la erupción: edificios volcánicos y fisuras eruptivas, campos de piroclastos y campo lávico, donde se insertan los principales elementos del catálogo.
- Se contabilizaron 593 fracturas relacionadas con el desarrollo del edificio volcánico y fracturas descendentes desde el cono hacia el oeste-sudoeste, relacionadas con la inyección de magma.
- Se diferenciaron cuatro sectores de paisaje: coladas en ambiente litoral, cálido, templado-cálido y edificios y superficies de piroclastos en ambiente templado-cálido.
- Se valoró la geodiversidad basada en el número y variedad de elementos geológicos por unidad de superficie, identificando tres zonas de especial importancia y áreas con mayor diversidad geomorfológica, como la línea cratérica principal, las coladas del campo pahoehoe y los deltas.

INVOLCAN realizó una evaluación prospectiva ante nuevos escenarios eruptivos de Cumbre Vieja, incluyendo mapas de probabilidades de recorridos de coladas y deposición de campos de piroclastos y cenizas.

Además, sus investigaciones en campo proporcionaron información actualizada en áreas específicas, influyendo en las decisiones para la zonificación de la ordenación del ámbito de estudio. Los objetivos trabajados incluyen:

- Estabilidad del cono volcánico: evaluación preliminar de la estabilidad del cono volcánico principal y el campo de cenizas circundante.

- Gases volcánicos: monitoreo regular de la emisión de gases volcánicos desde el año 2000, con dificultades debido a la erupción del volcán Tajogaite en 2021.
- Riesgos sísmicos: análisis de la peligrosidad sísmica del Valle de Aridane, zonificando en un rango de alto a bajo.
- Riesgo volcánico: análisis del riesgo volcánico en el Valle de Aridane utilizando el método de clasificación de Jenks.
- Estabilidad de taludes: valoración de la susceptibilidad de taludes accesibles.
- Termomecánica: elaboración de un mapa de estimación de enfriamiento/solidificación de coladas para la planificación urbanística.
- Geoturismo: identificación y valoración de 51 lugares de interés geoturístico en el Valle de Aridane.
- Criterios ocupación de coladas: recomendaciones para excavaciones e infraestructuras viarias según el tipo de coladas.
- Protección de elementos geológicos: propuestas de inclusión en el Parque Natural de Cumbre Vieja y declaración de un nuevo Monumento Natural.

El IGME contribuyó con asistencia técnica científica y asesoramiento durante todo el proceso. Realizaron labores de investigación, identificando 34 Elementos Volcanológicos de Interés y proporcionando cartografía sobre valores científicos, turísticos y de riesgos.

Además, presentaron datos sobre las fallas que condicionaron la erupción de La Palma de 2021, proponiendo una zonificación basada en tres áreas (Rodríguez-Pascua, M.A. 2024. Active Faults, Kinematics, and Seismotectonic Evolution during Tajogaite Eruption 2021 (La Palma, Canary Islands, Spain) MDPI) y una propuesta de protección de elementos de interés geológico para el territorio.

En conjunto, la colaboración entre estos grupos de investigación y empresas profesionales permitió obtener un análisis integral del territorio de La Palma, abordando sus riesgos y potencialidades. Y además, incorporar la información científica al proceso participativo realizado en el proyecto, hizo que las personas afectadas, durante todo el proceso de redacción de la ordenación, tanto estructural como pormenorizada, estuviesen informadas y pudiesen aportar comentarios enriquecedores para la toma de decisiones.

Esta sinergia entre el ámbito académico, el sector profesional y el proceso participativo, fue esencial para una ordenación del territorio efectiva y sostenible, considerando tanto la protección del entorno como el bienestar de sus habitantes.

3. RESULTADOS

Durante las diversas fases de conformación del proyecto de recuperación post-eruptiva de La Palma, se plantearon varias propuestas de modelos territoriales viables para el área afectada. Después de un proceso de análisis, se propone un modelo final de consenso, que busca articular una propuesta holística y cohesionada. Este enfoque integral tiene como objetivo abordar los diferentes usos del territorio previos a la erupción, incorporando estos usos de manera más concentrada que el modelo inicialmente presentado.

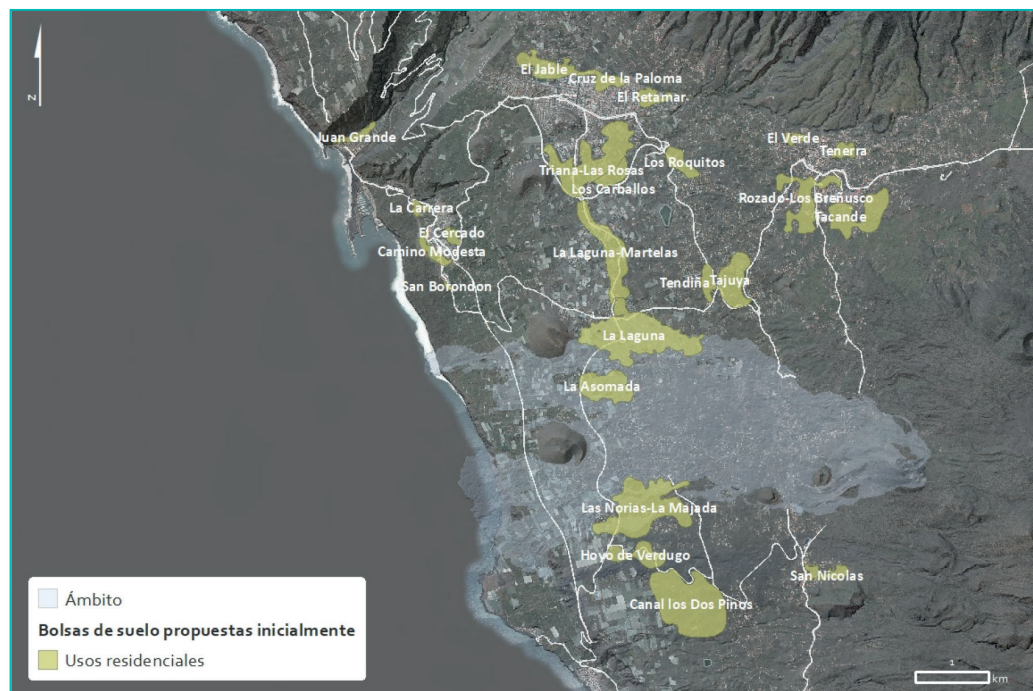
El planteamiento de propuestas para este nuevo modelo territorial comienza con la elaboración de un primer modelo, de vocación propositiva, redactado bajo criterios técnicos y sociales y apoyados en la información científica disponible hasta el momento. Para esta propuesta inicial se tuvieron en consideración factores esenciales, vinculados a la naturaleza del campo de coladas, como la potencia de las mismas y los espesores, los cuales proporcionaron un criterio claro para determinar qué zonas podrían ser ocupadas primero. Se identificó que las zonas con un espesor de colada de menos de 5 metros serían las primeras en recuperarse, ya que según los modelos de enfriamiento planteados, estos serían los espacios ocupados por las lavas en los que las temperaturas del roquedo descenderían de manera más rápida, alcanzando de forma relativamente temprana valores lo suficientemente bajos como para facilitar la intervención sobre las mismas. En este sentido, se propusieron unidades territoriales homogéneas, bien delimitadas a modo de "bolsas de suelo" para el desarrollo de áreas prioritariamente residenciales (ver Figura 2). Estos espacios aspiraban a las posibles viviendas y usos residenciales que se perdieron durante la erupción. Para la identificación y delimitación de estos espacios se considerando criterios de accesibilidad, ubicación y los primeros datos del análisis multirriesgos, que ayudaron a priorizar unas zonas sobre otras.

La articulación básica de este nuevo modelo territorial se organiza en torno a tres grandes tipos de espacios, en función de sus valores naturales y potencialidad de usos: residencial, agrario y otros espacios de alto valor natural y paisajístico asociados al campo de coladas y el cono volcánico. Este último tipo de espacio o subsector se subdivide a su vez en dos zonas, una con valores geológicos y geomorfológicos muy destacados, y otro sector con valores naturales de menor singularidad, donde la reubicación de usos no es factible debido a la dificultad de la nueva orografía y las altas temperaturas, entre otras consideraciones (ver Figura 3).

A medida que se obtuvo información actualizada, el modelo y la zonificación fueron redefinidos progresivamente. Se transicionó de un patrón territorial disperso original a uno más concentrado, donde se identifican tres grandes zonas: una zona central con tres grandes bolsas de suelo destinadas al desarrollo urbanístico, otro gran ámbito en las medianías hasta la costa donde se concentrarán los usos agrarios, y otro compuesto por el cono y su entorno, incluyendo los dos deltas lávicos, destinado a su posible conservación. Por último, existe un ámbito central caracterizado por tener condiciones que podrán albergar usos preexistentes en el futuro (ver Figura 4).

Figura 2. Bolsas de suelo propuestas inicialmente para la ubicación de los usos residenciales.

Fuente: Elaboración propia.



La expansión de las áreas recuperables incorporó una mayor cantidad de parcelas en las que se podría autorizar la intervención de sus propietarios para la recuperación de espacios habitacionales y actividades económicas, en condiciones similares a las existentes antes del comienzo de la actividad eruptiva.

Se identificaron elementos morfológicos cuya preservación contribuye a la mejora del patrimonio natural de la isla y una fuente de oportunidades para desarrollo de actividades económicas.

La información científica ha desempeñado un papel fundamental en la delimitación de las extensas zonas del modelo territorial en constante evolución. Este proceso de desarrollo del proyecto abarcó aproximadamente dos años, durante los cuales se realizaron ajustes a varios criterios estratégicos que demostraron ser fundamentales para la toma de decisiones, como el establecimiento de criterios básicos para determinar los espesores de coladas de lava mínimos con los que resulta viable las labores de intervención para la ocupación de espacios a corto plazo. Con el paso del tiempo y la aportación de nuevos datos, esta cifra se amplió a zonas con menos de 10 metros de espesor, lo que permitió incorporar áreas adicionales en el plan de recuperación. De esta forma, la expansión de las áreas recuperables incorporó una mayor cantidad de parcelas en las que se podría autorizar la intervención de sus propietarios para la recuperación de espacios habitacionales y actividades económicas, en condiciones similares a las existentes antes del comienzo de la actividad eruptiva.

Otro aspecto importante a considerar en la protección de los espacios propuestos es la continua obtención de información del campo de colada. Esta información adicional ha revelado la presencia de elementos de interés y valor, como los tubos volcánicos, que coinciden con las zonas de más de 10 metros de espesor de colada. Además, se ha identificado una cantidad significativa de elementos morfológicos cuya preservación contribuye a la mejora del patrimonio natural de la isla, siendo también una fuente de oportunidades para desarrollo de actividades económicas basadas en la puesta en valor de estos recursos territoriales.

En este sentido, la ampliación de los criterios iniciales ha permitido tener una visión más completa e integrada de las nuevas características territoriales de los espacios afectados por el volcán. Esto supone una mayor consciencia sobre un territorio "nuevo" de rasgos distintivos, en general, muy dispares de los que

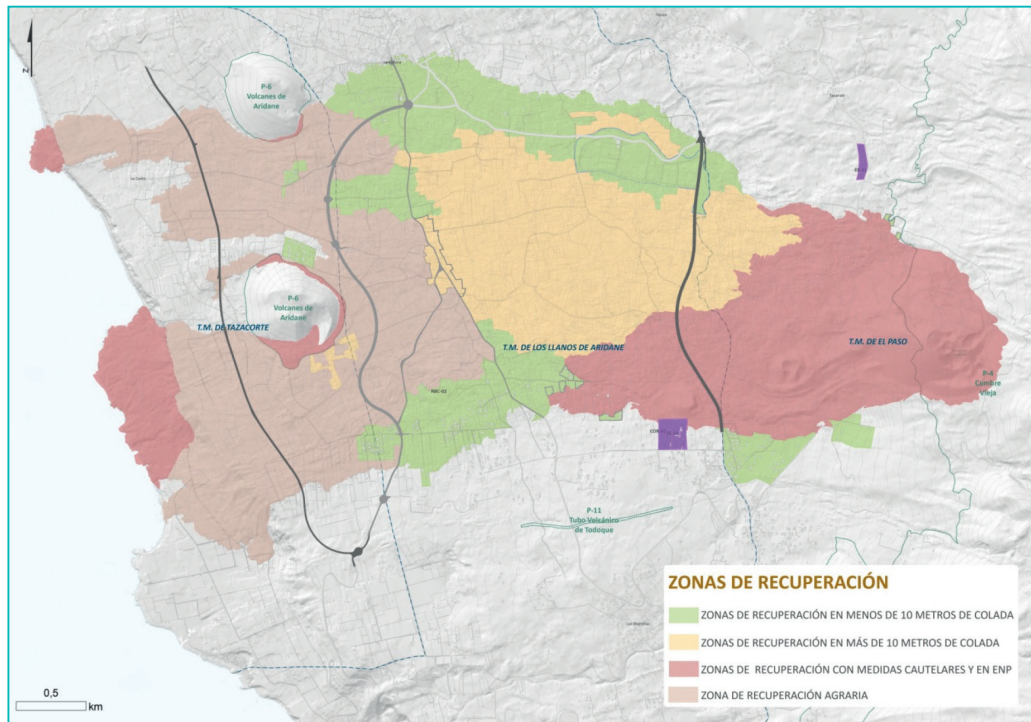


Figura 3. Mapa síntesis de la ordenación estructural propuesta en el Anexo del Decreto ley en materia territorial y urbanística ¹

Fuente: Elaboración propia. (Datos GES-PLAN).

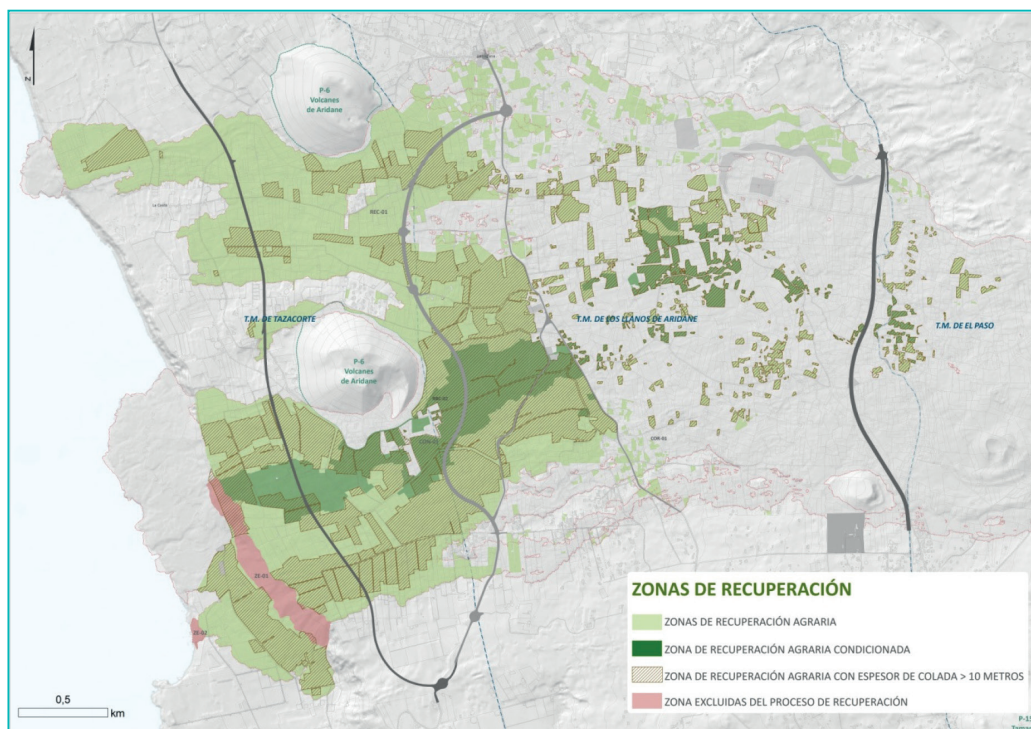


Figura 4. Mapa síntesis de la ordenación propuesta en el Anexo del Decreto ley en materia agraria. ²

Fuente: Elaboración propia. (Datos GES-PLAN).

1. DECRETO ley 9/2023, de 18 de diciembre, de medidas en materia territorial y urbanística para la recuperación económica y social de la isla de La Palma tras la erupción volcánica de Cumbre Vieja.

2. DECRETO ley 3/2024, de 11 de marzo, de medidas en materia agraria para la recuperación económica y social de la isla de La Palma tras la erupción volcánica de Cumbre Vieja.

definían previamente a los espacios ocupados por el volcán y que alberga espacios de muy elevado valor natural que requieren de una protección especial debido a sus características geológicas y geomorfológicas, así como por su potencial turístico.

Entre estos enclaves cabe destacar las propias estructuras que configuran el cono volcánico del Tajogaite, pero también, buena parte del sistema de drenaje de lavas generados durante la erupción, en el que se integran, los tubos volcánicos, canales de lava y centros de redistribución de flujos lávicos de especial complejidad y belleza de formas, que destacan como elementos de importancia que deben ser considerados en los planes de conservación y protección de las áreas afectadas por la erupción. Esta información básica, aportada por la comunidad científica, ha sido crucial para ajustar el modelo territorial y garantizar una gestión adecuada de los recursos y del territorio afectado por la erupción.

A continuación, se detalla la zonificación propuesta y la importancia de la información científica en la caracterización de estos espacios.

- En las zonas residenciales, que inicialmente albergaban solo usos residenciales, se incorporaron otros usos a medida que evolucionó el proyecto, incluyendo cualquier uso previo en espacios con menos de 10 metros de espesor de colada. Al delimitar estas zonas, se hizo hincapié en evitar la incorporación de elementos de alto valor científico y turístico, así como zonas con grietas, tubos volcánicos y cualquier elemento geomorfológico relevante para la preservación. Estas zonas se ubicaron en sectores con bajo riesgo.

- En la zona seleccionada para los usos agrícolas, se identificaron dos espacios: uno con más de 10 metros de espesor de colada, lo que limitará temporalmente el establecimiento de usos debido a las altas temperaturas y otro condicionado al riesgo de colapso. Estas últimas zonas, asociadas a las coladas pahoehoe que generaron numerosos tubos volcánicos y morfoestructuras, requieren un estudio específico para evitar riesgos de colapso debido a la inestabilidad del sustrato.

- Además, se reservó una zona vinculada directamente con las condiciones naturales del espacio, las zonas condicionadas al enfriamiento de coladas, donde se espera un mayor enfriamiento debido a potencias de coladas de más de 10 metros. Estas zonas también contienen elementos de alto valor, como jameos, tubos volcánicos y cualquier morfología superficial que merezca protección por su singularidad y características.

La zona denominada "régimen cautelar"³ está delimitada por el cono y el campo de coladas, y se descarta para la ocupación debido a su peligrosidad, altas tem-

3. Para conocer más sobre las zonificaciones a la que se hace referencia consultar el Decreto-ley 9/2023, de 18 de diciembre, de medidas en materia territorial y urbanística para la recuperación económica y social de la isla de La Palma tras la erupción volcánica de Cumbre Vieja.

peraturas, inestabilidad del cono y los taludes, alto riesgo sísmico y volcánico, y la existencia de fallas. Esta unidad también incluye los dos deltas lávicos, que comparten altos valores científicos y turísticos que merecen estudio para posible protección.

En conclusión, el patrón territorial disperso original será reemplazado por nuevas áreas de concentración agraria o residencial, con el objetivo de centralizar las infraestructuras en torno a estos núcleos, lo que permitirá una mayor eficiencia en el uso de los recursos territoriales. Se buscó que las soluciones propuestas se ajusten al entorno, preservando los usos preexistentes y los elementos de alto valor turístico y científico. Todo esto en línea con la intención de establecer un modelo territorial diversificado que impulse la economía local e insular.

Los resultados evidencian que la consideración de la información científica ha permitido una planificación territorial más precisa y adaptativa. La identificación de áreas de alto riesgo para nuevas erupciones o movimientos de tierra ha sido crucial para definir zonas seguras de reconstrucción. Además, el uso de modelos de flujo de lava ha proporcionado una comprensión detallada de cómo las nuevas estructuras podrían verse afectadas en diferentes escenarios.

La integración de la información científica en los trabajos de recuperación territorial no solo ha permitido una respuesta más efectiva a los desafíos inmediatos, sino que también sienta las bases para un desarrollo sostenible a largo plazo. Al considerar los riesgos naturales y las vulnerabilidades del terreno, se ha logrado una mayor resiliencia de las infraestructuras y comunidades locales. Este enfoque basado en la ciencia demuestra ser fundamental para abordar los complejos desafíos de la reconstrucción post-erupción en entornos volcánicos.

4. Conclusiones

La erupción volcánica reciente en la isla de La Palma ha sido un evento de gran magnitud, que ha dejado una marcada huella en el Valle de Aridane y sus alrededores. Este desastre natural no solo ha impactado sobre las infraestructuras y la economía local, sino que ha generado la necesidad imperante de una planificación territorial detallada y adaptativa para la recuperación post-erupción.

4.1. Rol Fundamental de la Información Científica

Durante el proceso de recuperación territorial, la información científica ha sido un pilar clave. Los modelos de flujo de lava, los análisis de riesgos geológicos y las evaluaciones de vulnerabilidades han proporcionado una base sólida para delinear zonas seguras de reconstrucción y áreas prioritarias para la preservación. Estos estudios no solo han identificado los riesgos inmediatos y a largo plazo, sino que también han permitido comprender mejor la interacción entre los procesos geológicos y las infraestructuras humanas.

4.2. Adaptabilidad del Modelo Territorial

A lo largo de los aproximadamente dos años de desarrollo del proyecto, se han realizado ajustes continuos en el modelo territorial. Inicialmente, se consideraron espesores de colada menores a 5 metros para la ocupación de áreas, pero con la acumulación de datos y la evaluación de riesgos, esta cifra se amplió a zonas con menos de 10 metros de espesor. Esta adaptabilidad ha permitido una mayor recuperación de parcelas y una planificación más precisa de la distribución de usos del suelo. Además, la incorporación de nuevos datos sobre la estabilidad del terreno y la ubicación de elementos geológicos valiosos ha influido en la delimitación de las zonas de conservación y desarrollo.

4.3. Zonificación Integral y Detallada

El modelo territorial propuesto se organiza en tres grandes áreas: residencial, agraria y otros suelos en el campo de coladas. Estas áreas se subdividen y se delimitan considerando tanto la viabilidad de ocupación como la protección de elementos de alto valor geológico y turístico. En las zonas residenciales, se han integrado otros usos a medida que evolucionó el proyecto, priorizando la reubicación de viviendas y servicios en áreas con menores riesgos y altos valores de habitabilidad. Por otro lado, las áreas agrarias se han enfocado en la reactivación de cultivos, especialmente el plátano, que fue severamente afectado por la erupción. La zona "régimen cautelar" se destaca por su inestabilidad y alto riesgo, siendo descartada para la ocupación debido a consideraciones de seguridad. En conjunto, esta zonificación detallada busca una coexistencia armoniosa entre los usos humanos y la conservación del entorno natural.

4.4. Desarrollo Sostenible y Resiliencia

La integración de la información científica en la planificación territorial no solo busca una respuesta efectiva a los desafíos inmediatos, sino que también sienta las bases para un desarrollo sostenible a largo plazo. La consideración de riesgos naturales y vulnerabilidades ha resultado en una mayor resiliencia de las infraestructuras y comunidades locales, lo que es crucial en entornos volcánicos activos como La Palma. Las medidas de prevención y mitigación de riesgos, basadas en el conocimiento científico, contribuyen a crear un entorno más seguro y preparado ante posibles futuros eventos volcánicos.

En resumen, la colaboración entre grupos de investigación, empresas especializadas y el proceso participativo ha sido esencial para la formulación de un modelo territorial efectivo y sostenible. La información científica ha sido la piedra angular en la toma de decisiones, permitiendo una planificación detallada, adaptativa y centrada en la protección del entorno y el bienestar de sus habitantes. Este enfoque basado en la ciencia demuestra ser fundamental para afrontar los retos complejos de la reconstrucción post-erupción en La Palma, sentando así las bases para un futuro más resiliente y seguro. La lección aprendida de esta experiencia es que la ciencia y la planificación integradas son fundamentales para enfrentar los desafíos

de los eventos naturales extremos y para promover un desarrollo sostenible en entornos volcánicos y vulnerables.

BIBLIOGRAFÍA

Cabildo de La Palma <https://volcan.lapalma.es/> (acceso el 27 marzo 2024). PE-VOLCA.

VV.AA. (2023). *Geografía de la isla de La Palma: Guía de campo para interpretar sus paisajes*. XXXVI Jornadas de Campo del Grupo de Geografía Física 2023-Asociación de Geógrafos Españoles.

Rodríguez-Pascua, M.A et al. (2024). Active Faults, Kinematics, and Seismotectonic Evolution during Tajogaite Eruption 2021 (La Palma, Canary Islands, Spain) *Applied Sciences*. 2024; 14(7)

Presidencia del Gobierno (2023). Decreto ley 9/2023, de 18 de diciembre, de medidas en materia territorial y urbanística para la recuperación económica y social de la isla de La Palma tras la erupción volcánica de Cumbre Vieja. Boletín Oficial de Canarias, nº 244, de 19 de diciembre de 2023

Presidencia del Gobierno (2024). Decreto ley 3/2024, de 11 de marzo, de medidas en materia agraria para la recuperación económica y social de la isla de La Palma tras la erupción volcánica de Cumbre Vieja. Boletín Oficial de Canarias, nº 50, de 13 de marzo de 2024.

Vegas, J., Díez-Herrero, A., Galindo, I., Sánchez, N., Mediato, J.F., Martínez-Martínez, J., López-Gutiérrez, J., Rodríguez-Pascua, M.A., Perucha, M.Á., Moreno, X., Pérez-López, R., Lozano, G., & Baeza, E. (s.f.). *Geoconservación ex situ de patrimonio geológico efímero durante una emergencia volcánica: la erupción de La Palma 2021*. En XIV Reunión de la Comisión de Patrimonio Geológico de la Sociedad Geológica de España (p. 91). Instituto Geológico y Minero de España (IGME), CSIC.