



**Memoria Técnica de Acciones Complementarias  
Modalidad B  
(Acciones concertadas de carácter científico-técnico, redes)  
Convocatoria 2010**

**Investigador Principal: Palacios Estremera, David**

**Título de la Acción Complementaria: "Establecimiento de una red científica hispano-peruana para evaluar las amenazas de flujos hidrovulcánicos catastróficos en el Sur de Perú" (FLUHINET)**

**Organismo: UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**Área temática de gestión: Ciencias de la Tierra, Geografía Física**

---

**Resumen (máximo 100 palabras) de la actuación para la que solicita ayuda:**

El objetivo de la Acción Complementaria es crear una red de grupos de investigación españoles e instituciones peruanas para facilitar la cooperación y el intercambio de información referente al riesgo de deslizamientos y flujos hidrovulcánicos, derivado del impacto del volcanismo y el calentamiento global en las reservas hídricas almacenadas en los glaciares de las cumbres de los Andes Centrales. La vulnerabilidad de las poblaciones del Sur de Perú, especialmente en los valles de los ríos Colca y Majes, recomienda que esa red se constituya urgentemente. La red se asociará con otras para presentar conjuntamente un Proyecto Europeo de mayor envergadura.



## 1.- OBJETIVOS DE LA PROPUESTA:

a) **Objetivo general de la Acción Complementaria:** crear una red de intercambio de información y cooperación científica denominada “FLUHINET”, con la participación de cuatro grupos de investigación españoles y cuatro instituciones peruanas competentes en el estudio y prevención de riesgos naturales:

- **Grupos de investigación españoles:** *Universidad Complutense de Madrid (UCM), Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Universidad de Castilla-la Mancha (UCLM) y Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).*

- **Instituciones peruanas:** *Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), Instituto Geofísico del Perú (IGP), Autoridad Nacional del Agua (ANA) y Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).*

Las cuatro instituciones peruanas tienen competencias complementarias y cuentan con amplia experiencia en el estudio y prevención de flujos catastróficos en áreas volcánicas.

El ámbito de estudio y actuación de la red “FLUHINET” se localizará en el Sur de Perú, un territorio en creciente expansión socioeconómica que se encuentra afectado por dos tipos de amenazas:

- El impacto negativo del cambio climático en las reservas hídricas de los Andes Centrales, que se almacenan en forma de nieve o glaciares.

- La actividad volcánica, cuya frecuencia se ha incrementado durante el Holoceno, coincidiendo con el deshielo de los glaciares emplazados en sus áreas de cumbres.

El trabajo de investigación de los grupos españoles será sustentado por el proyecto del grupo de la Universidad Complutense de Madrid, con referencia CGL-2009-7343 y título “Impacto del cambio climático en las reservas hídricas sólidas y riesgos naturales asociados en estratovolcanes tropicales”. Los demás grupos contribuirán solidariamente con sus respectivos proyectos, que se indican en el cuadro resumen.

### b) Objetivos de la red “FLUHINET” a medio plazo (2 años):

- Identificar y delimitar las áreas de máximo riesgo hidrovulcánico del Sur de Perú.

- Elaborar y ensayar una metodología de trabajo adecuada para establecer sistemas de protección eficaces, que permitan alcanzar un nivel suficiente de protección de las poblaciones locales y sus actividades económicas.

Las propuestas se encuadran en los objetivos del Plan Nacional de la Alianza de las Civilizaciones, porque significan una convergencia de esfuerzos en la defensa común frente al impacto negativo del cambio climático en los ecosistemas.

La red “FLUHINET” fomentará su asociación con redes similares de otros países de la UE, con el fin de presentar conjuntamente un Proyecto Europeo de mayor envergadura.



**c) Grupos de Investigación españoles participantes:**

**Grupo de Investigación en Geografía Física de Alta Montaña**

**Proyecto Nacional que sustenta la Acción:** CGL09-7343

Institución: Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física.  
Universidad Complutense de Madrid  
Dirección: C/ Profesor Aranguren SN, 28040, Madrid.  
Web: <http://portal.ucm.es/web/gfam>.  
Persona responsable: Dr. D. David Palacios Estremera.  
Correo electrónico: [davidp@ghis.ucm.es](mailto:davidp@ghis.ucm.es).  
Teléfono: 34 913945955

**Grupo de Hidrología y Cambio Climático**

**Proyecto Nacional que sustenta la Acción:** CGL2008-6474

Institución: Instituto de Recursos Naturales, Consejo Superior de Investigaciones Científicas  
Dirección: C/ Profesor Aranguren SN, 28040, Madrid.  
Web: <http://www.ccma.csic.es>.  
Persona responsable: Dr. D. Gerardo Benito Ferrández  
Correo electrónico: [benito@ccma.csic.es](mailto:benito@ccma.csic.es).  
Teléfono: 34 917353183

**Grupo M2i Modelos Matemáticos en Ingeniería**

**(grupo mixto ETSI Caminos, Canales y Puertos y CEDEX)**

**Proyecto Nacional que sustenta la Acción:** SafeLand: Living with Landslides in Europe FP7-ENV-2008-1-226479 y BIA2009-14225-C02-01 MICINN GeoDyn: Dynamics of geomaterials

Institución: Departamento de Matemáticas e Informática Aplicada a la Ingeniería Civil. E.T.S.I. CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. Universidad Politécnica de Madrid.  
Dirección: Avd. Doctor Aranguren sn, Universidad Politécnica de Madrid, 28040 Madrid  
Web: <http://www.caminos.upm.es/matematicas/PORTADA.htm>  
Persona responsable: Dr. D. Manuel Pastor Pérez  
Correo electrónico: [manuel.pastor@upm.es](mailto:manuel.pastor@upm.es).  
Teléfono: 34 91 336 6768

Institución: Departamento de Ingeniería Geológica y Minera. Universidad de Castilla-La Mancha.  
Dirección: Plaza Manuel Meca, 1 – 13400. Almadén (C. Real).  
Web: <http://www.uclm.es/dep/geologica>.  
Persona responsable: Dra. Dña. Bouchra Haddad  
Correo electrónico: [Bouchra.Haddad@uclm.es](mailto:Bouchra.Haddad@uclm.es).  
Teléfono: 34 926264007



**d) Instituciones peruanas participantes:**

**Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET):**

Dirección: Avenida Canadá 1470 San Borja, Lima, Perú.

Web: <http://www.ingemmet.gob.pe/>

Persona de contacto: Ing. Lionel Virgilio Fidel Smoll.

Cargo: Director de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico.

Correo electrónico: [lfidel@ingemmet.gob.pe](mailto:lfidel@ingemmet.gob.pe).

Teléfono: 00-51-1-6189800

**Instituto Geofísico del Perú (IGP):**

Dirección: Urbanización La Marina B-19, Cayma, Arequipa.

Web: <http://www.igp.gob.pe/>

Persona de contacto: Dr. Orlando Macedo

Cargo: Área de Vulcanología (Director del Observatorio Vulcanológico de Arequipa).

Correo electrónico: [orlando.macedo@igp.gob.pe](mailto:orlando.macedo@igp.gob.pe).

Teléfono: 00-51-54-251373

**Autoridad Nacional del Agua (ANA):**

Dirección: Calle Diecisiete N° 355, Urb El Palomar, San Isidro, Lima, Perú.

Web: <http://www.ana.gob.pe/>

Persona de contacto: Ing. Nelson Santillán Portilla.

Cargo: Coordinador Nacional de Glaciares.

Correo electrónico: [nsantillan@ana.gob.pe](mailto:nsantillan@ana.gob.pe).

Teléfono: 00-51-1-2243298 (centralita)

**Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI):**

Dirección: Calle Jr. Cahuide 785 Jesús María, Lima, Perú.

Web: <http://www.senamhi.gob.pe/>

Persona de contacto: Dr. Elizabeth Silvestre Espinoza.

Cargo: Directora Científica.

Correo electrónico: [esilvestre@senamhi.gob.pe](mailto:esilvestre@senamhi.gob.pe).

Teléfono: 00-51-1-6141414 (centralita).

**e) Investigadores españoles participantes.**

APELLIDOS	NOMBRE	INSTITUCIÓN
PALACIOS ESTREMER	DAVID	UCM
MUÑOZ JIMÉNEZ	JULIO	UCM
TANARRO GARCIA	LUIS MIGUEL	UCM
ANDRES DE PABLO	NURIA	UCM
UBEDA PALENQUE	JOSÉ	UCM
CALVO CABRERIZO	LETICIA	UCM
BENITO FERRANDEZ	GERARDO	CSIC
HADDAD	BOUCHRA	UCLM



#### f) **Actuaciones previstas**

Con el fin de constituir la red “FLUHNET” los componentes de los grupos de investigación españoles realizarán una visita a las sedes centrales de los organismos peruanos y un reconocimiento de los sectores del área de estudio que potencialmente tienen mayor riesgo hidrovulcánico. Para alcanzar ese objetivo se propone efectuar una estancia en Lima y dos campañas de trabajo de campo, en los valles de los principales colectores fluviales de la región de Arequipa, los ríos Colca y Majes.

#### - Estancia en Lima (una semana de duración):

Se dedicará a la realización de reuniones de trabajo con los representantes de las instituciones peruanas que se integrarán en la red y sus equipos de investigación, para establecer acuerdos, firmar convenios y articular mecanismos prácticos de colaboración.

#### - Campaña de trabajo de campo en el valle medio del Colca (dos semanas de duración):

• **Introducción:** las evidencias geomorfológicas demuestran que en ese sector del valle del Colca se formaron en el pasado represamientos naturales cuya rotura provocó flujos hipersaturados y avalanchas de materiales rocosos que afectaron catastróficamente a áreas localizadas aguas abajo. El interés de la investigación se debe al riesgo que implica la posibilidad de que esos procesos puedan reproducirse en el futuro. Los represamientos fueron generados por deslizamientos procedentes de las laderas, favorecidos por la pendiente y una actividad sísmica relativamente frecuente, y coladas de lava de grandes dimensiones que accedieron al fondo del valle desde los volcanes que se encuentran en sus cabeceras. Los procesos de obstrucción del valle, la ruptura de los represamientos y la generación de grandes avenidas están vinculados con el régimen y el caudal de los ríos, y por lo tanto se relacionan directamente con la evolución del clima.

En el tramo medio del valle del Colca, donde el entorno natural representa al mismo tiempo un activo para el desarrollo local (por la belleza de sus paisajes) y su principal amenaza (por los riesgos naturales), se están produciendo desde hace una década profundas transformaciones socioeconómicas, en relación con el gran incremento experimentado por el turismo: están cambiando los usos del suelo, están construyéndose nuevas infraestructuras y están produciéndose importantes movimientos demográficos que modifican la vulnerabilidad de la población a las amenazas que la afectan. Hasta el momento las transformaciones se han producido sin que las autoridades locales y regionales hayan dispuesto de una evaluación previa de los riesgos naturales. En ese contexto el valle medio del Colca, en las proximidades de la localidad de Chivay, constituye un área óptima para desarrollar y experimentar una metodología para elaborar mapas multi-riesgo. El procedimiento para abordar esa tarea se basa en la reconstrucción de eventos sucedidos en el pasado, mediante el análisis de sus evidencias geomorfológicas y sedimentológicas, la tradición oral o los documentos que puedan haberlos registrado. El método consiste en ensayar modelos en diferentes escenarios para determinar el ámbito espacial, el intervalo de recurrencia y la probabilidad de los fenómenos naturales implicados en los riesgos. Los resultados obtenidos pueden proporcionar una información muy valiosa para la planificación territorial, beneficiando a la población local y al turismo, que en este sector del Sur de Perú representa la principal oportunidad para el desarrollo local.

• **Objetivos:** en la campaña del Valle del Colca se reconocerán los sectores próximos a la localidad de Chivay, con el fin de recopilar la información necesaria para desarrollar una cartografía multi-riesgo del área, mediante la consecución de los siguientes objetivos específicos:

- 1) Celebrar reuniones con las autoridades locales.
- 2) Adquirir las cartografías, fotografías aéreas e imágenes de satélite disponibles.
- 3) Obtener datos estadísticos referentes a los aspectos socioeconómicos más significativos.
- 4) Localizar y delimitar sobre el terreno las áreas afectadas en el pasado por catástrofes naturales.
- 5) Realizar una valoración preliminar del riesgo que afecta a los sectores más vulnerables.



**- Campaña de trabajo de campo en el valle del Majes (dos semanas de duración):**

• **Introducción:** desde un punto de vista socioeconómico este sector destaca por la importante actividad agrícola que tradicionalmente se ha localizado en el fondo del valle, además de porque el río constituye la fuente principal de abastecimiento del *Proyecto Majes*, la mayor iniciativa de irrigación emprendida en el Sur de Perú, que está transformando poco a poco en tierras fértiles el territorio comprendido entre la costa y la cordillera. En esa región se encuentra uno de los desiertos más áridos del planeta, donde la precipitación apenas alcanza algunas decenas de milímetros anuales.

La ejecución de las sucesivas fases del *Proyecto Majes* esta representado el principal impulso para el desarrollo local. Sin embargo hasta el momento apenas se han realizado estudios para conocer el volumen y la evolución de los recursos hídricos de la cuenca vertiente. Además del caudal aportado por el Colca, su principal afluente, el abastecimiento del río Majes procede casi en su totalidad del deshielo de los glaciares del área de cumbres del Nevado Coropuna (6377 msnm).

Las investigaciones previas realizadas demuestran que durante las últimas décadas se ha producido un marcado retroceso de la extensión y el volumen de las masas de hielo, que ha sido atribuido al calentamiento global. A ese riesgo, que afecta a la población porque generará una previsible reducción de las reservas hídricas disponibles, debe añadirse el que se deduce de la reactivación del complejo volcánico durante el Holoceno, sugerida por las dataciones realizadas recientemente por nuestro grupo de investigación. Un deshielo repentino de los glaciares desencadenado por una erupción volcánica generaría procesos de flujos hipersaturados que se denominan lahares y suponen un grave riesgo para la población, por el fuerte desnivel y su localización vulnerable en el fondo de los valles.

• **Objetivos:** partiendo de la experiencia adquirida por los grupos de investigación en el volcán Popocatepetl (México), en relación con el reconocimiento del retroceso de glaciares localizados en estratovolcanes tropicales activos y la elaboración de modelos matemáticos y reológicos de simulación de lahares, en la campaña del Valle del Majes se pretende recopilar la información necesaria para evaluar la evolución de la reserva hídrica almacenada en las masas de hielo y generar simulaciones de los procesos hidrovulcánicos. Con esa finalidad se han planteado los siguientes objetivos específicos:

- 1) Reunirse con los representantes de la sociedad local para establecer acuerdos de cooperación en relación con el apoyo y la gestión de la investigación.
- 2) Obtener datos estadísticos referentes a los aspectos socioeconómicos más significativos.
- 3) Adquirir los mapas, fotografías aéreas e imágenes de satélite necesarios para la investigación.
- 4) Identificar las zonas con mayor vulnerabilidad frente a posibles eventos hidrovulcánicos.
- 5) Medir los parámetros básicos que requiere el desarrollo de los modelos.