



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Inter Disciplinario

Investigación Básica Investigación Aplicada Investigación Pedagógica Innovación

DEPARTAMENTO(S):

1. Departamento de Metalurgia Extractiva

LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:

1. Estudio de suelos y sedimentos

1 Proyecto de Investigación

Título:

Evaluación del impacto de la ceniza en cultivos agrícolas aledaños a volcanes activos de la sierra ecuatoriana

Resumen del proyecto (máximo 200 palabras)

El Ecuador es un país eminentemente volcánico que cuenta con 84 volcanes, entre ellos siete han tenido erupciones en tiempos históricos: Cayambe, Reventador, Guagua Pichincha, Cotopaxi, Sangay y Potrerillos. El fenómeno volcánico que ocasiona los mayores impactos es la caída de cenizas, debido a su dispersión y persistencia en el ambiente. La ceniza puede afectar negativamente los suelos y cultivos, pero es difícil predecir las consecuencias y los costos asociados a las medidas necesarias para reducir los daños. No se pueden realizar generalizaciones debido a la gama de espesores y tipos de ceniza que se pueden presentar o el tipo y el estado de los distintos cultivos de las regiones afectadas durante una erupción explosiva.

En este contexto, resulta imperativo realizar investigaciones específicas sobre los cambios producidos en sectores aledaños a volcanes activos como el Tungurahua que han recibido por más de 15 años el aporte de cenizas sobre extensas zonas agrícolas. En este trabajo se busca realizar la recopilación de información sobre los tipos de cenizas expulsadas, sus efectos en zonas agrícolas productivas y la capacidad de recuperación de las comunidades que habitan en las áreas afectadas. La información obtenida podrá ser empleada como una referencia para un escenario de actividad volcánica prolongada.

Palabras clave (4-6):

Ceniza volcánica, Tungurahua, impactos en suelos y cultivos.



5 **Objetivos, relevancia, productos y resultados esperados de esta propuesta de investigación**

5.1 Objetivos

5.1.1 Objetivo General

- Evaluar el impacto de la ceniza en cultivos agrícolas aledaños a volcanes activos de la sierra ecuatoriana

5.1.2 Objetivos Específicos

- a. Caracterizar física, química y mineralógicamente los distintos tipos de ceniza volcánica emitida por el Tungurahua desde 1999.
- b. Diseñar y aplicar encuestas a los agricultores de la zona más afectada por la caída de ceniza volcánica, para establecer el impacto observado en suelos y cultivos
- c. Elaborar mapas geo-referenciados de afectación de los principales cultivos que existen en la zona de mayor vulnerabilidad a la caída de ceniza, en función del periodo de desarrollo.
- d. Registrar los cambios en los hábitos de producción agrícola en la zona más afectada y las acciones que los agricultores llevan adelante por más de 15 años para mitigar los efectos de la ceniza sobre sus cultivos
- e. Difundir los resultados obtenidos a través de publicaciones técnicas en revistas especializadas.

5.2 Relevancia de esta propuesta de investigación y su relación con la(s) Línea(s) de investigación

El Departamento de Metalurgia Extractiva (DEMEX) desarrolla investigaciones aplicadas en el área de recursos minerales y medio ambiente. Una de sus líneas de investigación es el "Estudio de suelos y sedimentos", dentro del área de "Mineralogía y química de suelos", que es el campo en cual se enmarca este trabajo y que contribuirá evidentemente a fortalecer esta línea de investigación en el DEMEX. Debido a que el Ecuador cuenta con 27 volcanes potencialmente activos, el estudio de la afectación de la caída de ceniza en suelos y cultivos toma especial interés en la región interandina ecuatoriana. Se debe destacar que en el caso del volcán Tungurahua los efectos del aporte continuo de cenizas sobre regiones agrícolas productivas son aún poco conocidas a pesar de la prolongada actividad volcánica (> 15 años).

En esta investigación, tanto los objetivos como los resultados esperados, se han planteado con base en las características de un "*proyecto interno*". El desarrollo de este trabajo permitirá disponer de información y de mapas geo-referenciados de afectación por la caída de ceniza que podrán ser utilizados como una herramienta de planificación en el caso de nuevos episodios de actividad explosiva. Además estos resultados podrán ser empleados como referencia para el caso de otros volcanes activos de largo periodo.

5.3 Productos esperados

- a. Publicaciones científicas (obligatorio);
- b. Disertación a la Comunidad Politécnica;
- c. Proyecto de Titulación;
- d. Tesis de Grado (maestría o doctorado);
- e. Aplicación tecnológica construida o implementada;
- f. Patente presentada;
- g. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación.

5.4 Detalle de los resultados esperados (con relación a los objetivos)

- a. Al final del proyecto se dispondrá de información sobre la caracterización de los distintos tipos de ceniza que ha emitido el Tungurahua que será contrastada con la afectación observada en el campo.
- b. Al finalizar el proyecto se dispondrá de mapas geo-referenciados de afectación de los principales cultivos que existen en la zona de mayor vulnerabilidad a la caída de ceniza, en función del periodo de desarrollo, ésta información podrá ser usada como herramienta de predicción y planificación.
- c. Al finalizar el proyecto se habrán identificado los cambios en los hábitos de producción agrícola en la zona más afectada y las acciones que los agricultores han realizado por más de 15 años para mitigar los efectos de la ceniza sobre los cultivos
- d. Al finalizar el proyecto se dispondrá de publicaciones técnicas que permitirán difundir los resultados obtenidos, que podrán ser usados como referencia para el caso de otros volcanes activos ecuatorianos como el Cotopaxi, Guagua Pichincha, Reventador, Sangay, entre otros.



6	Descripción, metodología y cronograma de trabajo (Máximo dos carillas)
<p>Descripción del proyecto</p> <p>En los sectores aledaños al volcán Tungurahua, desde 1999 el fenómeno volcánico más persistente y de mayor afectación es la caída de ceniza. Los efectos sobre la salud humana y sobre la infraestructura han sido estudiados por Tobin et al. (2004), Flacso, (2001), Leonard et al. (2005), Sword-Daniels et al. (2011). Pero después de 15 años de actividad hasta la fecha no se ha realizado una evaluación de los cambios en suelos y cultivos que se han producido en la región a pesar de que la economía de la zona rural de la provincia del Tungurahua se centra principalmente en la agricultura y la ganadería.</p> <p>En este trabajo se caracterizarán las distintas muestras de ceniza volcánica expulsadas por el Tungurahua desde 1999 y sus propiedades se contrastarán con la información obtenida a través de visitas y entrevistas a las zonas agrícolas de mayor afectación. Se recopilará información sobre el efecto directo de la ceniza volcánica en los cultivos que se desarrollan en la zona. Se elaborarán mapas georeferenciados de los principales cultivos y se representarán en función de los meses de mayor vulnerabilidad a la acción de la ceniza que presente cada uno. Esta información permitirá establecer de antemano el grado de afectación que se podría tener sobre los cultivos, en el caso de un evento eruptivo. De esta forma se podrá disponer de una herramienta de planificación anticipada.</p> <p>Adicionalmente se registrarán las observaciones realizadas por los agricultores de la zona, respecto a los cambios y la afectación directa que ellos han visto en los cultivos que desarrollan actualmente. Se establecerán las variaciones desde 1999, según el sector considerado y se definirán los cultivos que se ya no se pueden desarrollar, esto con el fin de elaborar un mapa de cambios en los hábitos de producción agrícola. Además se registrarán las acciones que los agricultores llevan adelante para mitigar los efectos de la ceniza sobre sus cultivos, esto con el fin de aprovechar la experiencia que han adquirido a través de los 15 años de actividad del Tungurahua y su continua lucha por mantener productiva esta zona agrícola.</p> <p>Los resultados obtenidos en este trabajo podrán ser empleados como una referencia para otros escenarios de actividad volcánica prolongada, como es el caso de los volcanes activos ecuatorianos: Cotopaxi, Guagua Pichincha, Reventador, Sangay.</p> <p>Metodología y diseño del proyecto</p> <p>En este estudio se realizará la caracterización física, química y mineralógica de muestras de ceniza volcánica. Además como herramientas metodológicas para la recopilación de información se emplearán observaciones de campo, diseño y aplicación de encuestas a agricultores y reuniones con autoridades locales. Un resumen de la metodología utilizada se presenta a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none">- Origen de las muestras de ceniza: Para este estudio se empleará una serie temporal de los diferentes tipos de cenizas volcánicas que ha expulsado el Tungurahua, se trabajará con al menos 20 muestras de ceniza, almacenadas desde octubre 1999. Las muestras serán proporcionadas por el Instituto Geofísico de la EPN.- Caracterización física, química y mineralógica de las muestras de ceniza: Para la caracterización física, se realizará el análisis granulométrico en seco en un vibro-tamiz (Rotap) con la serie estandarizada (ASTM) de tamices analíticos (Retsch). Adicionalmente se realizará el análisis litológico (estereoscopio trinocular Olympus SD30) y textural (Microscopio electrónico de barrido Vega-Tescan). La caracterización química de elementos mayores (Si, Al, Ca, Mg, Na, K, Fe y Ti) se realizará con el equipo de fluorescencia de rayos X S8 Tiger (Bruker). La caracterización mineralógica se realizará con muestras pulverizadas de ceniza (< 38 micras) en el difractor de rayos X D8 ADVANCE. La identificación cualitativa y semicuantitativa de las fases presentes se realiza con ayuda del programa <i>Diffra^{plus}</i> (Eva y Topas).- Definición de la zona de estudio: Para definir el área de trabajo se empleará la tercera edición del “Mapa de peligros volcánicos potenciales asociados con el volcán Tungurahua” (IG EPN, 2008). Se ha tomado como referencia la delimitación de zonas para la caída de cenizas y piroclastos, ésta delimitación se realizó con base en la distribución de tefra durante las erupciones pasadas y las del presente periodo del Tungurahua y guarda concordancia con la dirección preferencial de los vientos en el área. Las áreas potencialmente amenazadas incluyen: Juive, Cusúa, Bilbao, Yuibug, Choglontus, El Manzano, Puela, El Altar, Cotaló, Pillate, Hualcanga, Sabañag, Santa Fe de Galán, San José del Chazo y el Santuario.- Diseño y elaboración de encuestas: Se seguirá la metodología sugerida por Gasso, 2006, Manzano et al., 1996, Cook 1995. Las preguntas se elaborarán con la ayuda de un equipo de trabajo conformado por dos sociólogos (Universidad Central del Ecuador y Secretaría de Gestión de Riesgos), e ingenieros (EPN).	



En el diseño de la encuesta se deben considerar los siguientes aspectos:

- a) Recopilar información referencial del agricultor encuestado en cada sector como su nombre, edad, años dedicados a la agricultura.
- b) Definir los principales cultivos que se desarrollan actualmente en cada una de las poblaciones potencialmente amenazadas.
- c) Establecer los meses de: siembra, apareamiento del fruto, cosecha y definir la época de mayor fragilidad, para cada cultivo identificado.
- d) Identificar los productos que los agricultores consideran más delicados a la acción de la ceniza, de acuerdo a lo observado hasta la fecha
- e) Definir si antes de 1999 los cambios en los tipos de cultivos que se tienen actualmente respecto a los que se tenían antes del inicio de la última actividad del Tungurahua.
- f) Recopilar información de los cambios que los agricultores han observado en los diferentes cultivos cuando hay caída de ceniza
- g) Registrar las acciones que los agricultores realizan actualmente para mejorar sus cultivos después de la caída de ceniza. Esto con el fin de recopilar la experiencia que ellos han alcanzado después de este largo periodo de actividad en el que han aprendido a convivir con el volcán.
- h) Estimar si hay disminución en la cantidad de productos recolectados y establecer el porcentaje de reducción reportado en cada una de las poblaciones potencialmente amenazadas. En este punto se brinda a los agricultores cuatro valores posibles de estimación de pérdidas, esto es la cuarta parte, la mitad, tres cuartas partes o todo.
- i) Definir si los agricultores distinguen diferentes tipos de ceniza volcánica, dando como alternativas si o no.
- g) Establecer las principales diferencias observadas por los agricultores en las cenizas volcánicas, referentes al color, el tamaño, la forma u otras características específicas que los agricultores puedan remarcar.
- h) Registrar el tipo de ceniza que causa los principales daños en los cultivos, según los agricultores.
- i) Registrar los cambios observados por los agricultores respecto al comportamiento del suelo luego de la incorporación de ceniza, sean estos positivos o negativos.
- j) Establecer la decisión de los pobladores respecto a habitar en la zona si el Tungurahua continúa en actividad y las principales razones para hacerlo.

- **Aplicación de encuestas:** Al menos 5 encuestadores bien entrenados aplicaran encuestas a los agricultores de al menos 15 poblados cercanos al volcán Tungurahua. Para definir el número de familias afectadas en esta zona, se consideraran los informes proporcionados por la Secretaría de Gestión de Riesgos.

Para definir el tamaño de la muestra, es decir el número de agricultores que se deben entrevistar en cada poblado se utilizará la fórmula propuesta por Pineda 1994 y López, 2004.

$$n = \frac{N}{(N-1)K^2 + 1}$$

Dónde:

n: Tamaño de la muestra

N: Población total o universo

K: Margen de error expresado en decimales (para este trabajo $K = 0,2$)

- **Procesamiento de datos y elaboración de mapas de afectación:** El procesamiento de los resultados obtenidos de las encuestas se realizará por tabulación simple y cálculo de porcentajes respecto al total de la muestra analizada. Para la elaboración de mapas geo-referenciados de afectación se utilizará el software QGIS (Sistema de Información Geográfica de código libre para la plataforma Microsoft Windows).

- **Observaciones de campo y entrevistas:** Se realizará el registro fotográfico de los cambios en los cultivos después de los episodios de actividad eruptiva, se observará la afectación en los principales cultivos que se desarrollan en el área de mayor afectación del Tungurahua. Además se realizan reuniones de recopilación de información principalmente con agricultores de la zona y también con funcionarios del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Baños de Agua Santa, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Acuacultura y Pesca y con la Coordinación de Sala de Situación Nacional.

- **Difusión de resultados:** Con los resultados de este estudio se elaborarán documentos técnicos para su publicación y difusión en espacios específicos a nivel nacional, como congresos y seminarios.



Referencias bibliográficas

- Ayris, P. y Delmelle, P. (2012) The immediate environmental effects of tephra emission, *Bulletin of Volcanology*, 74, 1905–1936. doi: 10.1007/s00445-012-0654-5.
- Cook, L. (1995). *A guide to good survey, Statistics New Zealand*, Handbook on Survey Procedures. Payne Stanley Ed., New Zealand, 46.
- Flacso (2001) *Tungurahua: un año después*, Quito: Ed. Flacso.
- Grasso, L. (2006). *Encuestas, elementos para su diseño y análisis*, Córdoba, Argentina: Grupo Editor Encuentro, 184.
- IG EPN (2008). *Mapa de peligros volcánicos potenciales asociados con el volcán Tungurahua*, Quito: Ed. IG-EPN, Instituto Geográfico Militar del Ecuador.
- Leonard, G. Johnston, D. Williams, S. Cole, J. Finnis, K. y Barnard, S. (2005). Impacts and management of recent volcanic eruptions in Ecuador: Lessons for New Zealand.
- López, L. (2004). Población Muestra y Muestreo, *Revista Punto Cero*, 09(08), Cochabamba, 69-74.
- Manzano, V. Rojas, A. Fernández, J. (1996). Manual para encuestadores, España: Editorial Ariel, 143.
- Pineda, E. Alvarado, E. y De Canales, F. (1994). *Metodología de la Investigación, Manual para el desarrollo de personal de la salud*, México: Ed. Organización Panamericana de la Salud, 225.
- Sword-Daniels, V. Wardman, J. Stewart, C. Wilson, T. Johnston, D. y Rossetto, T. (2011) Infrastructure impacts, management and adaptations to eruptions at Volcán Tungurahua, Ecuador, 1999-2010, *GNS Science Report 2011/24*, 73.

6.2 Cronograma de trabajo anual: (Descripción)

Un resumen de las actividades que se realizarán en el proyecto se presentan a continuación:

Actividad	Primer Año						TOTAL
	Porcentaje de avance por mes						
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	
Recopilación de muestras de ceniza							5%
Caracterización de muestras de ceniza							15%
Diseño y elaboración de encuestas							15%
Aplicación de encuestas							20%
Procesamiento de datos y elaboración de mapas de afectación							25%
Observaciones de campo y entrevistas							10%
Difusión de resultados							10%
TOTAL							100%

7 Fechas de inicio y fin

Inicio: 1 de marzo 2016
Fin: 1 de marzo 2017

8 Tiempo de dedicación de docentes, infraestructura, equipos y fondos adicionales.

8.1 Tiempo máximo de dedicación semestral del Director del proyecto, de los docentes participantes y otros colaboradores.

Nombre	Participación	Horas/semestre
Docentes		
Dr. Alicia Guevara	Director	200
Dr. Ernesto de la Torre	Colaborador	50
Dr. Eddy Pazmiño	Colaborador	100
Personal Técnico		
M.Sc. Evelyn Criollo	Analista	50
Sra. Verónica Díaz	Analista	50



8.2 Infraestructura y equipos

El Departamento de Metalurgia Extractiva de la EPN posee un equipamiento completo en sus laboratorios para el análisis físico químico y mineralógico. Dispone de infraestructura para el procesamiento de minerales, ensayos metalúrgicos y ensayos de tratamiento de efluentes. Además cuenta con acceso a Internet y a bibliografía especializada en su área de trabajo. Disponemos de dos equipos de absorción atómica Perkin Elmer AAnalyst 200, AAnalyst 300 con horno de grafito y muestreadores automáticos, estereoscopio trinocular, microscopios ópticos (luz reflejada y transmitida), un difractorómetro de rayos X (D8 Advance-Bruker) para análisis mineralógicos, un equipo de fluorescencia de rayos X (S8 Tiger-Bruker), un microscopio electrónico de barrido con micro-analizador de rayos X (Tescan- Bruker), espectrofotometría de chispa (Q4- Bruker), espectrofotometría HACH, así como equipamiento completo para preparación de muestras, estufas, muflas, picnómetros, tamices, agitadores y materiales para análisis y tratamiento de efluentes líquidos. Contamos además con una planta piloto completa de procesamiento de minerales de 2 ton/día de capacidad.

El DEMEX cuenta con un sólido grupo de investigadores (Doctores en universidades europeas y estadounidenses) analistas y asistentes con experiencia en la ejecución de proyectos de investigación con financiamiento nacional e internacional.


8.3 Breve justificación del equipo requerido

No aplica, no se realizará adquisición de equipos

8.4 Fondos Adicionales

No aplica

9	Presupuesto estimado para la ejecución del presente proyecto (anual)		
	<u>Primer Año</u>		
	Lista de ítems	Cantidad solicitada (US \$)	Porcentaje (%)
	1. Contratación Servicios Personales por Contrato		
	Subtotal		
	2. Maquinaria y Equipos <i>Uso equipos Estereoscopio, DRX, FRX, MEB, Rotap(DEMEX)</i>	4000	80
	Subtotal	4000	80
	3. Reactivos y materiales de laboratorio		
	Subtotal		
	4. Literatura especializada		
	Subtotal		
	5. Viajes técnicos y de muestreo	1000	20
	Subtotal	1000	20
	6. Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones		
	Subtotal		
	TOTAL PRESUPUESTO	5000	100

10	Lugar y Fecha / Firma del Director del Proyecto	
	Quito, 23 de febrero de 2016 Nombre: Alicia Guevara Caiquetán CC: 1711173045	 Firma del Director