



2017

Informe de Gestión



Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional

Presentación:

El 07 de Febrero de 1983, El Consejo Politécnico de la Escuela Politécnica Nacional, (máximo organismo institucional) resuelve: Crear en la Escuela Politécnica Nacional el Instituto Geofísico, quien orientará sus actividades a la Investigación y estudio de la sismicidad y riesgo sísmico del país y su incidencia en la construcción de obras civiles de infraestructura relacionada con la Ingeniería en base a investigaciones dinámicas y estructurales; y proporcionará la asistencia correspondiente en los aspectos académicos de la Politécnica y en la presentación de servicios requeridos sobre tales campos.

Por Decreto Ejecutivo Nro. 3593, publicado en registro Oficial del 20 de enero del 2003, recibe el Encargo del Estado Ecuatoriano, "... el diagnóstico y la vigilancia de los peligros sísmicos y volcánicos en todo el territorio nacional.

Para cumplir con este encargo, el Instituto Geofísico – Departamento de Geofísica de la Escuela Politécnica Nacional, realizará las siguientes actividades:

- a) Vigilancia, detección y comunicación mediante la red nacional de sismógrafos de los movimientos sísmicos ocurridos en el territorio nacional, así como el estudio e investigación de la sismicidad con fines de reducción del riesgo sísmico;
- b) Vigilancia, detección y comunicación mediante la red de observatorios volcánicos de las erupciones ocurridas en el territorio nacional, así como el estudio de investigación del volcanismo activo con fines de reducción del riesgo volcánico; y,
- c) Identificación de amenazas volcánicas y sísmicas y preparación de los mapas de peligro respectivos.

El Instituto Geofísico funciona como una unidad ejecutora, lo que le permite un manejo administrativo y financiero desconcentrado. Cada año elabora su propio presupuesto, el mismo que es integrado al presupuesto institucional, el que luego de ser aprobado por Consejo Politécnico es enviado al Ministerio de Finanzas para su aprobación final.

En el aspecto legal, al formar parte de la Escuela Politécnica Nacional, está obligado a cumplir con la Ley Orgánica de Educación Superior Ley Orgánica del Servicio Público LOES, LOSEP, el Código de Trabajo, Estatuto Institucional y Normativos Internos de la EPN.

Plan Estratégico Institucional

El Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional IG-EPN; cuenta con un plan estratégico establecido, mismo que se encuentra alineado a los objetivos institucionales de la Escuela Politécnica Nacional y al Plan Nacional del Buen Vivir.

Misión

“Contribuir a través del conocimiento de las amenazas sísmicas y volcánicas a la reducción de su impacto negativo en el Ecuador, mediante la vigilancia permanente, la investigación científica, la formación académica de alto nivel y el desarrollo y aplicación tecnológica promoviendo la creación de una cultura de prevención.”

Visión

“El Instituto Geofísico será una organización estratégica del estado ecuatoriano, líder en la investigación científica, en el monitoreo instrumental y la formación académica en la región, que incida en las políticas del Estado para propender al mejoramiento de la seguridad individual y colectiva, así como al desarrollo sostenible del país, vía reducción de su vulnerabilidad frente a los fenómenos sísmicos y volcánicos.”

Organigrama

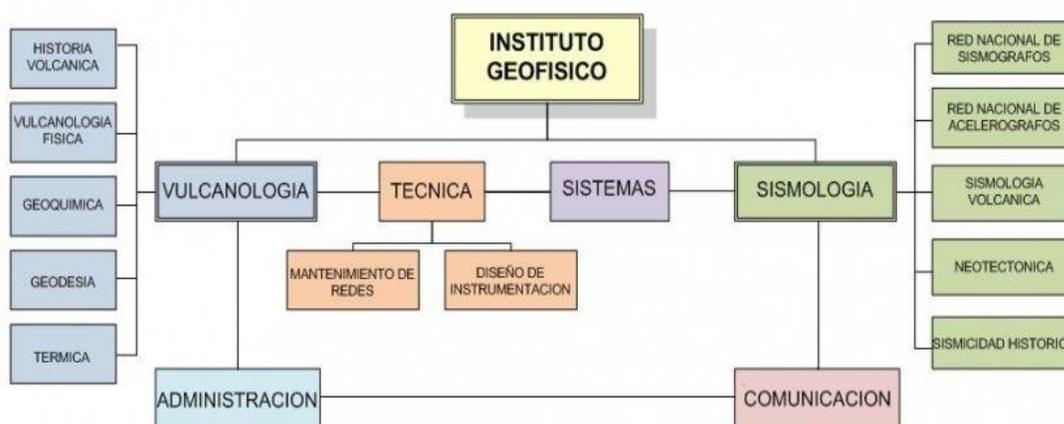


Imagen Nro. 1 Organigrama del Instituto Geofísico

Trabajo realizado por las áreas que conforman el IG-EPN

Área de Vulcanología

Actividad volcánica

Volcán Cayambe

En los primeros meses del año, se mantuvo la anomalía sísmica registrada a fines del 2016. Esto perduró hasta el mes de marzo, cuando los niveles regresaron a la normalidad. Se presentaron esporádicos sismos durante el año, pero que no hicieron variar el comportamiento general. Al momento este volcán se mantiene con una actividad interna baja y no hay manifestaciones superficiales.

Para este volcán durante el año 2017 se emitieron: 2 informes especiales, 3 mensuales y 41 semanales.

Volcán El Reventador

Este volcán se caracterizó por mantener un nivel moderado de actividad, que venía desde el año 2016. En el mes de junio el volcán presentó un aumento significativo de su actividad, generando un mayor número de explosiones, presencia de numerosos flujos piroclásticos y columnas de emisión variable, así como la formación de un flujo de lava, que descendió desde el 22 de junio hasta el 1 de julio. Todos estos materiales bajaron principalmente por el flanco norte y nor oriental, destruyendo la estación de monitoreo sísmico de CONE, que estaba localizada en este flanco. Este nivel alto de actividad se mantuvo hasta el mes de noviembre, cuando también debido al cambio de dirección del viento provocó caídas leves de ceniza en la población de El Chaco y también en Lumbaqui.

Posteriormente el volcán regresó a su nivel anterior es decir actividad interna moderada y con actividad superficial es alta.

Para este volcán se emitieron los siguientes informes: 5 informes especiales, 365 informes diarios, 218 IGALDía y 1 IGALInstante.

Volcán Cotopaxi

Este ha mantenido una actividad interna baja, al igual que su actividad superficial, que se caracterizó por emisiones con alturas variables, las máximas de 500 m; cuya composición fue principalmente vapor de agua.

En este volcán se emitieron durante el año: 1 informe especial, 365 informes diarios, 6 informes de ocurrencia de lahares secundarios, 15 informes semanales, 366 IGALDía y 91 IGAllstante.

Se realizó también un simulacro, organizado por Secretaría de Riesgos, para las provincias de Cotopaxi, Pichincha y Napo, en el mes de febrero, para el cual se preparó el guion y los informes relacionados. Adicionalmente, se hizo una simulación con el Comando Conjunto en el de octubre, para el que se preparó el guion y los informes respectivos.

Volcán Tungurahua

Durante este año no se presentaron cambios en el volcán que permaneció con un nivel de actividad interna como superficial bajo.

Debido a estas circunstancias Secretaría de Riesgos bajo el nivel de alerta del volcán a blanco.

Se generaron: 1 Informe especial, 350 informes diarios, 90 IGAllstante, 150 IGALDía y 51 informes del Observatorio del volcán Tungurahua.

Volcán Guagua Pichincha

Este no ha presentado anomalías y mantiene una actividad interna y externa baja. Sin embargo, a partir del mes de agosto volvieron a presentarse enjambres de sismos periódicos, los cuales fueron frecuentes antes del sismo del 16 de abril del 2016.

De este volcán no fue necesario emitir reportes.

Volcanes Chiles y Cerro Negro

La actividad interna se mantuvo baja y no hubo manifestaciones superficiales. No se generaron reportes para este complejo volcánico.

Volcanes Islas Galápagos

Volcán La Cumbre – Isla Fernandina

El 4 de septiembre entró en una erupción, la misma que inició con un enjambre de sismos, unas horas antes. La erupción estuvo acompañada de una emisión de gas volcánico y vapor de agua y flujos de lava generados en una fisura interna de la caldera. Estos flujos descendieron por los flancos S y SW, no llegaron hasta el mar.

La duración de este evento fue de aproximadamente 3 días y dado que está en una deshabitada no causó problemas.

Para este volcán se generaron 2 informes especiales.

Volcanes Cerro Azul y Sierra Negra

Ambos se encuentran en el sur de la Isla Isabela, Figura 1. A partir del 15 de febrero se registró un incremento en la actividad sísmica, con la ocurrencia de enjambres, se ubicaron bajo el volcán Sierra Negra. El 18 de marzo se produce un nuevo enjambre, el cual se ubicó bajo el volcán Cerro Azul, observándose la migración de actividad hacia este volcán. Cabe indicar además que el análisis de Insar, realizado por la universidad de Leeds, mostró también anomalías en especial en el Cerro Azul, que sugirieron el ingreso de material magmático con un volumen entre 20 a 40 millones de m³. A partir de abril la actividad decayó y no se produjo ninguna erupción o manifestación superficial en ninguno de los dos volcanes.

En octubre se observó un nuevo enjambre de sismicidad en el volcán Sierra Negra, que se inició con un sismo de magnitud 3.8, que fue sentido por algunas personas. La sismicidad continuó en noviembre. Adicionalmente, se observó inflación al interior de la caldera del Sierra Negra, con una tasa similar a la observada antes de la erupción de 2005. Hasta diciembre del 2017 se continuó registrando actividad sísmica anómala.

A pesar de toda esta actividad hasta el fin de año no se produjo una erupción, ni tampoco hubo manifestaciones superficiales.

Área de Sismología

Actividad sismo tectónica.

Se puede dividir en sismos ocurrido en la zona costera, relacionados a réplicas del sismo del 16 de abril del 2016. De estos se destacan los siguientes:

10 enero 21h36 TL magnitud 5.2 ubicado cerca de la población de Muisne, sentido en las poblaciones aledañas.

31 enero 9h22 TL magnitud 5.4 cerca de Atacames, sentido.

30 junio 17h29 TL magnitud 6.3, frente a Jama sentido en la mayor parte del país. Ocurrió en el límite sur la de ruptura del sismo de Pedernales del 2016. Estuvo seguido por numerosas réplicas.

11 julio 7h09 TL magnitud 5.7 cerca de Atacames, fue sentido y no provocó daños.

3 diciembre 6h19 TL magnitud 6.0 al norte de Bahía de Caráquez, fue sentido en la mayor parte del país. Ocurrió al sur de la ruptura sur del sismo de Pedernales. Estuvo seguido de algunas réplicas.

Todos estos eventos se ubicaron sobre la interface entre la placa Nazca y el continente.

Otra fuente que generó un sismo sentido en todo el país fue al este de la ciudad del Puyo el 18 de abril a las 12h50 magnitud 6.1, asociado a una falla inversa.

En la zona cercana al volcán Chiles hubo un sismo del 4.0 de magnitud el 14 de julio a las 9h57, que provocó numerosas réplicas y fue sentido hasta Colombia.

El 17 de noviembre se presentó un sismo bajo la ciudad de Guayaquil, a las 8h40 con magnitud Mw 5.2 ubicado a 47 km de profundidad. El 28 de noviembre, a las 21h04 se presentó otro evento ubicado al norte de Guayaquil, a 65 km de profundidad. Ambos sismos tienen como fuente la placa Nazca que subduce bajo el continente. Estos fueron sentidos fuertemente en la ciudad.

De forma general la tasa de sismicidad durante este año fue menor, que, en el 2016, ya que hubo menos réplicas del sismo de Pedernales, por esta causa el 2016 como el 2017, muestran una sismicidad superior a lo observado en años anteriores.

Área Técnica – Instrumentación

Actividades efectuadas

Mantenimiento de las redes instrumentales

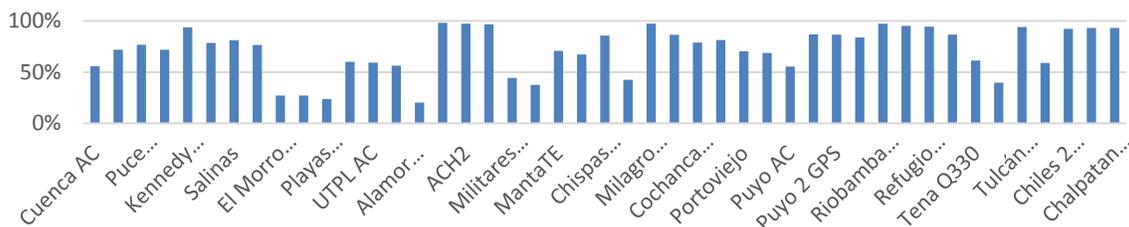
Uno de los objetivos del área es dar mantenimiento preventivo y correctivo de las redes sísmicas, acelerográficas y de repetidoras dentro de todo el territorio nacional, con el objeto que las señales de monitoreo sean captadas por los instrumentos y sean transmitidas en tiempo real al centro de datos del Instituto Geofísico de manera continua. Este mantenimiento incluye revisión/reemplazo de componentes del sistema de alimentación, del sistema de transmisión y del sistema de adquisición de señales. Durante el 2017 se han realizado 250 visitas a las diferentes estaciones de monitoreo en todo el territorio nacional.

Adicionalmente se realiza el mantenimiento y la recolección de datos de las estaciones de monitoreo que debido al sitio donde se encuentran instaladas no tienen transmisión en tiempo real.

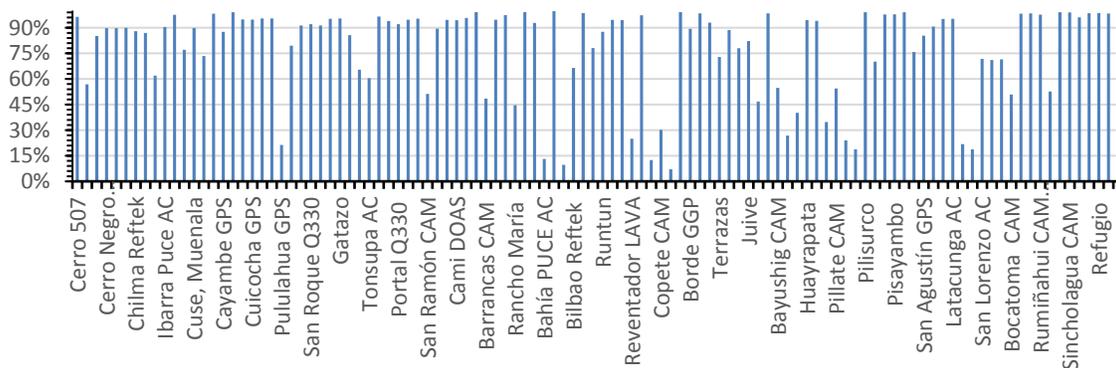
Como resultado de esta tarea se ha logrado mantener las diferentes redes de monitoreo operando en un 82.54%, a pesar de los múltiples inconvenientes de presupuesto, inconveniente de acceso en las estaciones lluviosas a los sitios más remotos y muchos otros factores fuera del alcance de los funcionarios de esta área. Hay que aclarar que el nodo de Transmisión vía fibra óptica en Loja fue deshabilitado desde el 30 de septiembre, muchas de las estaciones acelerográficas han sido deshabilitadas por daños en los equipos y sin disponibilidad de repuestos, algunas estaciones requieren de torres altas para mejorar la disponibilidad de los enlaces, las estaciones del Volcán Reventador no han podido ser mantenidas adecuadamente por ser el acceso limitado a disponibilidad de helicóptero y la disponibilidad de baterías ha sido escasa en gran parte del año.

En la figura siguiente se observa el funcionamiento en términos de disponibilidad de las diferentes estaciones de monitoreo, según el tipo de red de transmisión.

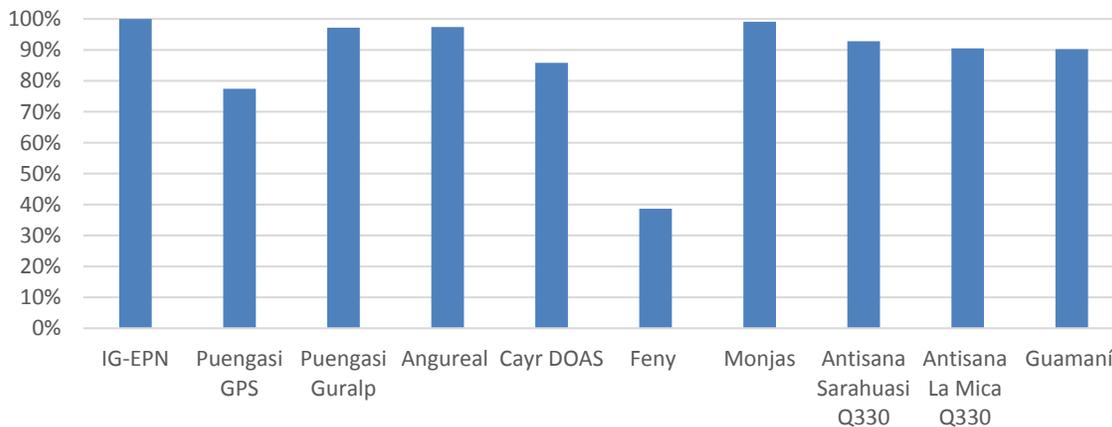
Disponibilidad 2017 Estaciones con Tx vía Fibra Óptica



Disponibilidad 2017 Estaciones con Tx Red microonda



Disponibilidad 2017 Estaciones con Tx de espectro ensanchado



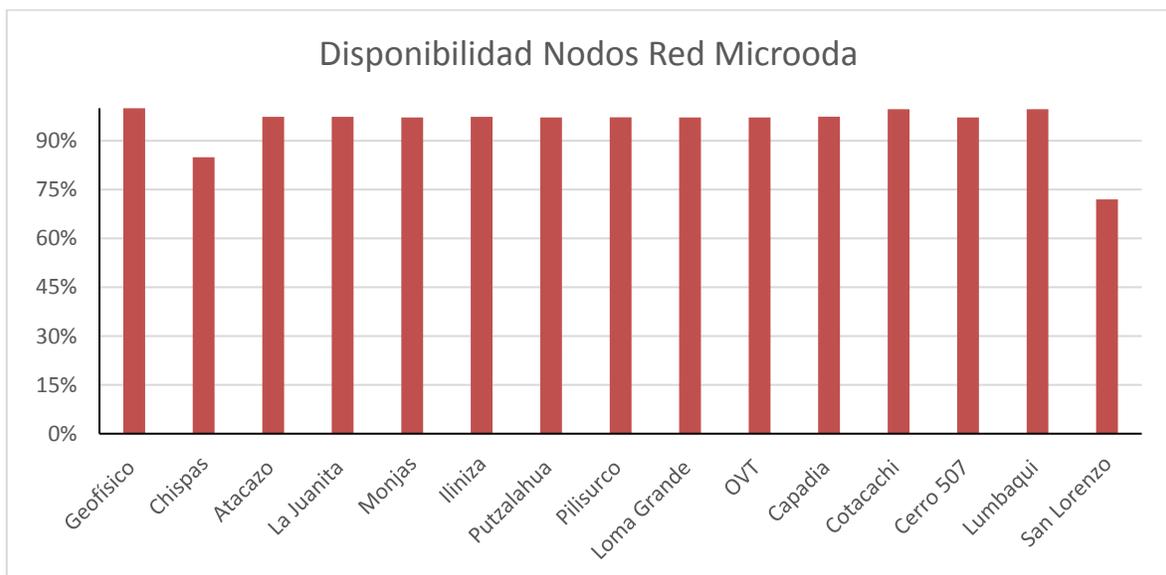
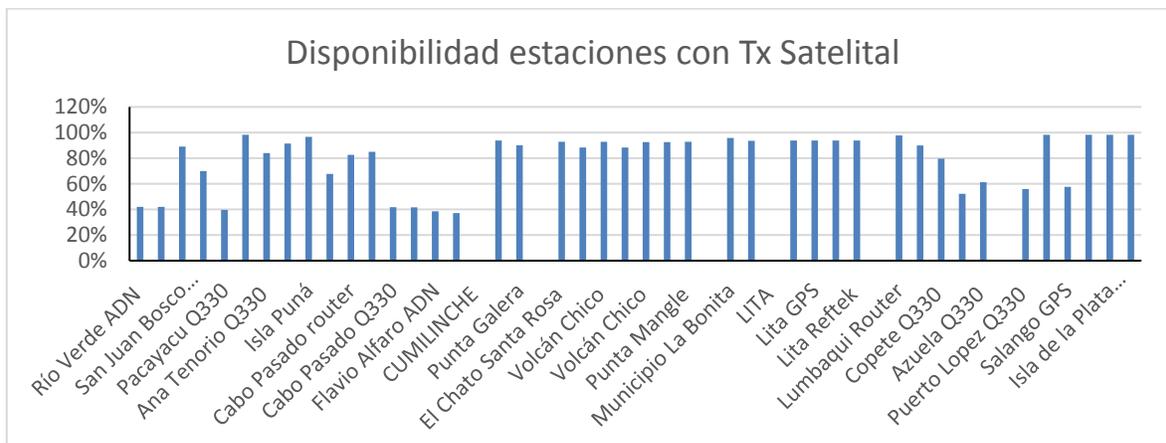


Fig. 3: Disponibilidad de estaciones en tiempo real en el año 2017, según tipo de red de transmisión



Fig. 4: Mantenimiento estación Río Verde, instalación de rack outdoor

Digitalización de estaciones de Período Corto

Como una de las actividades destacadas del área técnica fue la campaña de digitalización de estaciones de período corto, lo que consistió en colocar digitalizadores Reftek y transmisión digital con conexión a algún nodo de transmisión. Esta actividad contempló la digitalización de las estaciones de Antisana, VC1, Pita, Tambo y Yana, lo cual implicó el establecimiento de 5 nuevos enlaces radioeléctricos e incremento de sistema de alimentación en cada estación.



Fig 4: Digitalización estación período corto Antizana.

Además se colaboró con la asistencia técnica internacional proveniente de Colombia, Francia, Inglaterra, USA y Japón que también desplegaron redes de estaciones temporales en las zonas afectadas por el sismo, logrando un total de 66 estaciones temporales.

Durante el tiempo de la crisis ocurrida debido al sismo, se tuvo que destinar comisiones para la evaluación instrumental de las estaciones instaladas previamente en las zonas de riesgo y su consecuente reparación en los sitios que sufrieron averías importantes.

Instalación de nuevos enlaces radioeléctricos

Durante el 2017 se instalaron 12 enlaces radioeléctricos, lo que permitió transmisión en tiempo real a las estaciones de Isla de la Plata, Biblián, Azoguez y GPS de Cayambe Refugio, además de las estaciones de período corto digitalizadas. Además la estación satelital de Punta Galera se trasladó a Cumilínche y se estableció un enlace con Punta Galera para la transmisión de datos sísmicos y geodésicos.



Fig 4: Instalación de enlace Cumilínche- Pta Galera y reubicación estación satelital.

Instalación de nuevas estaciones

Se instaló la estación acelerográfica Pedro Carbo en la Provincia del Guayas, en el Subcentro de Salud con un equipo Guralp, parte del proyecto Canje de Deuda.



Fig 5: Instalación estación Pedro Carbo.

Se instaló una nueva estación DOAS en el Refugio del Volcán Cayambe, debido al incremento de actividad.



Fig 6: Instalación estación DOAS Cayambe Refugio

Calibración de sensores y digitalizadores en campo

En coordinación con el área de sismología desde inicios 2017 se empezó con la campaña de calibración de sensores y digitalizadores en campo, iniciando con 2 estaciones en el Volcán Antizana, se calibraron sensores y digitalizadores enviando señales y registrando su ocurrencia en los sistemas de adquisición en base, para evaluar y mejorar la calidad de datos de las estaciones sísmicas a nivel nacional. Se realizó un cronograma de visitas y las actividades pendientes en cada lugar.



Fig. 7: Trabajos de calibración de sensor estación Antisana Mica

Desarrollo tecnológico

En este aspecto en el área técnica se ha trabajado en 2 proyectos:

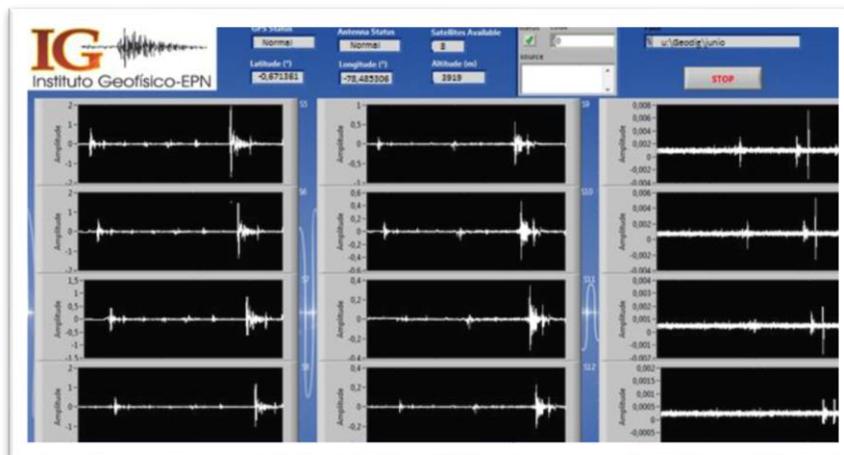
Arreglos de sensores sísmicos para la detección de lahares en el volcán Cotopaxi basados en datallogger con FPGA SPARTAN VI

En el proyecto se ha culminado la etapa de diseño del equipo digitalizador para la adquisición de datos sísmicos especializado en detección monitoreo y predicción de tiempos de llegada de Lahares en tiempo real con 12 canales ADC y 24 bits de resolución. Actualmente el prototipo está instalado en el volcán Cotopaxi Flanco Nor-oeste cerca de la estación Nasa JICA.



El equipo fue instalado desde el mes de marzo del 2017 y se han recopilado archivos desde la estación con los cuales se está elaborando una base de datos de esta información para realizar estudios posteriores con diferentes formas geométricas espaciales. Mediante los estudios mencionados anteriormente se pretende determinar la afectación que tiene la disposición geométrica en el arribo de datos y elegir la que brinde mejores características de respuesta al estudiar los flujos de lodo. También se está trabajando

simultáneamente en comprimir los datos a medida que van siendo almacenados.



Desarrollo de un sistema de adquisición de datos sísmicos

El sistema desarrollado aprovecha las capacidades de alta velocidad de las FPGA y produce un equipo que digitaliza con mínimo retardo, almacena y transmite los valores de las señales captadas por el sensor sísmico, de lahares o infrasonido, de modo que los datos resulten fácilmente manejables y se vean beneficiados con la confiabilidad y versatilidad de los mecanismos digitales. El dispositivo, además, otorga escalabilidad al permitir incrementar el número de conversores A/D que controla, logrando así incrementar el número de canales conforme sea requerido. En consecuencia, se puede enviar en un solo archivo los datos de las 3 componentes de movimiento, así como algún dato adicional de relevancia que sea necesario.

El sistema de adquisición de datos hace uso de un GPS para obtener una referencia exacta del tiempo de forma periódica, la cual sincroniza el reloj interno del equipo. En el caso de perderse la señal del GPS, el reloj interno seguirá corriendo con la hora que disponga de la última sincronización y así se evita perder por completo la referencia del tiempo.

Al momento se ha avanzado completamente con las etapas de adquisición y digitalización de señales sísmicas y sincronización con el GPS

Al momento se está trabajando con el acoplamiento con Raspberry para facilitar la transmisión tiempo real vía Ethernet y la etapa de almacenamiento de datos en una unidad de memoria USB.

Este desarrollo se encuentra en un avance del 80%.

Área de Sistemas

Infraestructura tecnológica

En el año 2017, se logró mejorar la infraestructura de red, con la instalación de nuevos Switch y puntos de acceso para las conexiones inalámbricas:

En cuanto a la red cableada, los cambios implican una mejora en la velocidad de accesos del orden de 10x, al pasar a nivel de usuario de 100 Mbps a 1000 Mbps (1Gbps) y a nivel de Core de 1Gbps a 10Gbps (fibra óptica). También se mejora la cobertura y velocidad de acceso de las conexiones inalámbricas al pasar al estándar 802.11ac Vtx con 433 Mbps, anteriormente se contaba con el estándar 802.11n Vtx que implica una velocidad teórica de 300 Mbps

Bases de datos:

En el instituto se cuenta con varias bases de datos tanto relacionales como geográficas. Con estas bases se tienen un mantenimiento y actualización permanentes. El mantenimiento implica varias tareas como la generación de respaldos, generación de nuevos scripts para su análisis y mejora de su rendimiento, sincronización e incorporación de nueva información.

Estas bases están pensadas para incorporar los datos y resultados de las diferentes actividades que se realiza en el Instituto Geofísico. Esto implica constante generación de datos y cambios en los esquemas de las bases y también generación de nuevas bases, modelos y estructuras de datos.

Herramientas para Análisis y visualización de datos

Considerando que el Instituto Geofísico mantiene una red de estaciones de monitoreo con un número importante de sensores en el campo y que estos generan un volumen grande de datos e información, es importante contar con herramientas informáticas para el trabajo cotidiano y para su almacenamiento y análisis.

Para este objetivo, el Instituto se encuentra desarrollando una aplicación modular para administración y monitoreo del equipo y actividades que lleva a cabo el personal de la institución denominado Sistema SAM.

Sistema SAM

Es sistema SAM es un aplicativo informático desarrollado por el Instituto Geofísico que busca proporcionar un medio único de gestión y visualización de los parámetros y operación del monitoreo sísmico y volcánico, por lo tanto, es un sistema mantenible, escalable y parametrizable.

Actualmente cuenta con 47 opciones agrupadas en 12 módulos que están distribuidos para 8 roles diferentes.

El desarrollo del mismo inició en el año 2015, al inicio se planteó tres objetivos, que fueron resueltos con la generación de reportes de evento sísmicos, la presentación en un solo lugar de la información del monitoreo volcánico y la generación de alarmas sonoras de manera automática, para el caso de los volcanes, cuando las estaciones han detectado un umbral determinado.

En el año 2016 se plantearon nuevos objetivos que tiene que ver con el inventario del equipo que mantiene la institución en el campo y su mantenimiento. Para cumplir con estos objetivos, se diseñó una solución que fue dividida en 4 iteraciones y se han creado los módulos de: INVENTARIO que cuenta con 7 opciones, Administración de hojas de control que cuenta con 5 opciones, módulo de la bodega que cuenta con 5 opciones: Los dos últimos módulos fueron realizados en el año 2017. El sistema continua su desarrollo con nuevas funcionalidades.

A las **27** opciones que ha involucrado la VERSION I y parte de la VERSION II del sistema SAM, se ha desarrollado **20** funcionalidades adicionales solicitadas por las diferentes áreas del Instituto.

Otros sistemas

También se usan otros sistemas para el monitoreo y análisis de datos, estos permiten acceder a las bases de datos para su análisis, visualización e interpretación de la data, entre estas herramientas tanto libres como propietarias se desarrollaron los scripts y configuraciones necesarias para su uso.

- Se tiene automatizado el acceso a la base volcánica para los principales volcanes que monitorea el instituto de tal manera que se dispone de los datos, resúmenes, gráficos y mapas actualizados de 11 volcanes: Antisana, Cayambe, Chiles – Cerro Negro, Chimborazo, Cotacachi-Cuicocha, Cotopaxi, de Galápagos, Pichincha, Reventador, Sangay y Tungurahua.

- El instituto mantiene una red de estaciones que llegan en tiempo real a sistemas informáticos cuyo desempeño viene a ser crítico, estos sistemas son monitoreados constantemente y se ha incorporado el monitoreo en tiempo real de algunas de las estaciones que por su tecnología lo permiten.
- Actualmente se generan de manera automática los mapas de intensidades y se lo envía mediante correo electrónico, aún no se encuentra en la página web porque necesita unos ajustes.
- El servidor de plots que ya venía trabajando se incorporó todas las estaciones del IG, resultados que se actualizan cada 10 minutos

Intranet

En una intranet, actualmente se cuenta con tres tipos de recursos: Repositorio Documental, Biblioteca Digital y enlaces a los Sistemas de Apoyo que usa el IG.

Página Web y Redes Sociales

En el año anterior, se incorporó nueva información a la página web los mapas interactivos de la sismicidad histórica, del catálogo homogenizado:

<http://www.igepn.edu.ec/mapas/mapa-catalogo-homogenizado> y la sismicidad más reciente con la sismicidad desde el año 2012, datos que vienen del sistema Seiscomp3 y los mismos se encuentran actualizados al minuto. <http://www.igepn.edu.ec/mapas/mapa-catalogo-en-revision>

- La página web tuvo un total de 16'049.932 visitas en el año 2017 de los que 1'348.532 son usuarios únicos:
- 382 solicitudes de descarga del catálogo sísmico
- 250 solicitudes de Datos del Terremoto del 16/04/2016
- Aproximadamente 4500 reportes de sintió el sismo

A nivel de las redes sociales se cuenta con:

- Facebook: 837.386 seguidores.
- Twitter: 951.334 seguidores.
- YouTube: 3.075 suscriptores

Área Administrativa - Financiera

PRESUPUESTO

EJECUCION PRESUPUESTARIA 2017

El Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional de acuerdo con su misión y visión, y con base en las directrices emitidas por Planta Central, mantiene su presupuesto en el Programa 83 GESTION DE LA INVESTIGACION, dentro esta estructura programática en el año 2017 el presupuesto del Instituto Geofísico alcanzó el valor de \$ 940.177,11. El Proyecto del Instituto tiene un presupuesto codificado por el valor de US\$ 426.736,11 y en Gasto Corriente se tiene el valor de \$ 513.441,00.

MONTO CODIFICADO POR PROYECTO

PROYECTO	Monto Codificado	% Monto Codificado
003 Generación de Capacidades para la difusión de Alertas Tempranas y para el Desarrollo de Instrumentos de Decisión Dirigidos al Sistema Nacional de Gestión de Riesgos	426.736,11	100%
TOTAL US \$	426.736,11	100%

TOTAL PRESUPUESTO INSTITUCIONAL	GASTO CORRIENTE PLANIFICADO	GASTO CORRIENTE EJECUTADO	GASTO DE INVERSIÓN PLANIFICADO	GASTO DE INVERSIÓN EJECUTADO
Proyectos			426.736,11	383.601,21
Decreto Ejecutivo y Autogestión	513.441,00	430.130,38		

El objetivo estratégico del Instituto Geofísico es el monitoreo sísmico y volcánico a nivel nacional y proveer información oportuna al Sistema Nacional de Gestión de Riesgos para la toma de decisiones. En este sentido es necesario evidenciar hacia donde se canalizaron los recursos financieros asignados al Instituto Geofísico en el ejercicio 2017.

MONTOS CODIFICADOS, COMPROMETIDOS Y DEVENGADOS POR GRUPO DE GASTO DE INVERSIÓN

GRUPO DE GASTO	Monto Codificado	Monto Comprometido	Monto Devengado
73 Bienes y Servicios para Inversión	301.584,57	270.296,81	264.056,88
77 Otros Gastos de Inversión	79.296,80	74.461,19	74.461,19
84 Bienes de Larga Duración	45.854,74	45.083,14	45.083,14
TOTAL US \$	426.736,11	389.841,14	383.601,21

El grupo 73 comprende los gastos para la adquisición de bienes y servicios necesarios para el desarrollo de proyectos, como servicios básicos telecomunicaciones, mantenimiento de equipos, mantenimiento de vehículos, adquisición de repuestos, accesorios, insumos, bienes, materiales, suministros.

El grupo 84 comprende los gastos destinados a la adquisición de bienes muebles, inmuebles e intangibles, para incorporar a la propiedad pública. Se incluye los gastos que permitan prolongar la vida útil, mejorar el rendimiento y reconstruirlos. Se agrupan bienes catalogados como mobiliario, maquinaria, equipos, vehículos, herramientas, sistemas y paquetes informáticos, libros y colecciones, terrenos, edificios.

Finalmente el grupo 77 comprende los gastos por concepto de impuestos, tasas, contribuciones, seguros, comisiones, dietas y otros originados en las actividades operacionales del Instituto.

El cuadro corresponde a la distribución de la ejecución presupuestaria por Grupo de Gasto, en el mismo se puede observar que el rubro principal de la ejecución corresponde a la adquisición de Bienes y Servicios para Inversión \$ 264.056,88 que equivale al 69%; seguido del grupo Otros Gastos de Inversión \$ 74.461,19 que en términos relativos representa el 19%; y por último la adquisición de Maquinaria y Equipo \$ 45.083,14 que en términos relativos es el 12%.

En términos generales, la ejecución a nivel de devengado alcanza el valor de \$ 383.601,21 que en términos relativos representa el 90%, sin embargo los montos devengados no reflejan la gestión realizada para ejecutar el presupuesto, ya que muchos procesos han superado la etapa precontractual y se encuentran suscritos los contratos en unos casos, en otros casos se ha canalizado la adjudicación al proveedor, por consiguiente han quedado los procesos para la adquisición de bienes y servicios en estado comprometido, por lo que consideramos necesario medir la ejecución a nivel de comprometido, la misma que alcanza el valor \$ 389.841,14 que representa en términos porcentuales el 91%.

MONTOS CODIFICADOS Y DEVENGADOS POR GRUPO DE GASTO CORRIENTE

GRUPO DE GASTO	Monto Codificado	Monto Devengado	% Ejecución Devengado
53 Bienes y Servicios de Consumo	241.011,00	182.917,05	43%
57 Otros Gastos de Consumo	225.430,00	220.663,94	51%
84 Bienes de Larga Duración	47.000,00	26.549,39	6%
T O T A L U S \$	513.441,00	430.130,38	100%

En el cuadro se presenta la distribución de los recursos por Grupo de Gasto, en el mismo se puede observar que el rubro principal de la ejecución corresponde a Otros Gastos de Consumo con el 51 %, seguido de la adquisición de Bienes y Servicios de Consumo con el 43%; y por último la adquisición de Maquinaria y Equipo con el 6%. A nivel general la ejecución del Gasto de Consumo alcanza el valor de \$ 430.130,38 que en términos relativos representa el 84% de ejecución.

Finalmente, se hace necesario señalar que el bajo porcentaje de recursos canalizados a la adquisición de Bienes de Larga Duración (Maquinarias, Equipos, Mobiliarios, Equipo Informático) se debe a que en el año 2016 se realizó una fuerte inversión en este grupo, y consecuentemente los recursos se han orientado a mantenimiento preventivo y correctivo de los bienes, así como a la contratación del seguro en sus diferentes modalidades y otros gastos de operación.

COMPRAS PÚBLICAS

COMPRAS PÚBLICAS

PROCESOS DE CONTRATACIÓN Y COMPRAS PÚBLICAS DE BIENES Y SERVICIOS					
TIPO DE CONTRATACIÓN	ESTADO ACTUAL				MEDIO DE VERIFICACIÓN
	Adjudicados	Finalizados			
	Número Total	Valor Total	Número Total	Valor Total	
Ínfima Cuantía	52	66.972,19	52	66.972,19	https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/IC/buscarInfima.cpe
Publicación					
Licitación					
Subasta Inversa Electrónica	11	200.434,90	9	79.797,73	https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/buscarProceso.cpe?trx=50007
Procesos de Declaratoria de Emergencia					
Concurso Público					
Contratación Directa					
Menor Cuantía					
Lista corta					

Producción Nacional					
Terminación Unilateral					
Consultoría	1	3000	1	3000	https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/buscarProceso.cpe?trx=50007
Régimen Especial	7	142.227,91	3	12.166.31	https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/buscarProceso.cpe?trx=50007
Catálogo Electrónico	4	41.003.77	4	41.003.77	https://catalogo.compraspublicas.gob.ec/ordenes
Cotización					
Ferias Inclusivas					
Otras					
TOTAL		\$ 409.635,00		\$ 202.940,00	

Actividades de Extensión

Durante el año 2017 se realizaron las siguientes actividades:

Entrevistas 98 tanto en el Instituto como en las radios o canales de televisión, la mayoría de ellas fueron sobre los sismos.

Charlas de capacitación que se impartieron fuera del Instituto 13.

Charlas de capacitación que impartieron dentro del Instituto 2.

Visitas de colegios o unidades educativas a las instalaciones del IGEPN: 33, con un promedio de 20 estudiantes.

Se preparó documentos de capacitación y de difusión, en donde se seleccionó un personaje institucional para que sea parte de estas tareas y en cooperación con la Departamento de Relaciones Institucionales de la EPN, se crearon dos cartillas para niños con información de sismos y volcanes.

Actividades de investigación

A continuación, se encuentran las publicaciones realizadas durante este año y que resumen los avances en los diferentes proyectos de investigación que están en ejecución. Se adjuntan también los proyectos de titulación concluidos.

Publicaciones con revisión de pares.

Armijos MT, Phillips J, Wilkinson E, Barclay J, Hicks A, **Palacios P, Mothes P**, Stone J (2017) Adapting to changes in volcanic behaviour: Formal and informal interactions for enhanced risk management at Tungurahua Volcano, Ecuador. *Global Environmental Change* 45:217–226 . doi: 10.1016/j.gloenvcha.2017.06.002

Beauval C, Marinière J, **Laurendeau A, Singaicho J-C, Viracucha C**, Vallée M, Maufroy E, Mercerat D, **Yepes H, Ruiz M, Alvarado A** (2017) Comparison of Observed Ground-Motion Attenuation for the 16 April 2016 Mw 7.8 Ecuador Megathrust Earthquake and Its Two Largest Aftershocks with Existing Ground-Motion Prediction Equations. *Seismological Research Letters* 88:287–299. doi: 10.1785/0220160150.

Bell A. F., **Hernandez S., Gaunt E., Mothes P., Ruiz M., Sierra D., Aguaiza S.,** (2017) *The rise and fall of periodic 'drumbeat' seismicity at Tungurahua volcano, Ecuador, Earth and Planetary Science Letters, Vol. 475,1 58-70 p.*

- Detienne M, Delmelle P, Guevara A, Samaniego P, Opfergelt S, **Mothes PA** (2017) Contrasting origin of two clay-rich debris flows at Cayambe Volcanic Complex, Ecuador. *Bull Volcanol* 79:27 . doi: 10.1007/s00445-017-1111-2.
- Hickey J, Gottsmann J, **Mothes P**, Odbert H, Prutkin I, Vajda P (2017) The Ups and Downs of Volcanic Unrest: Insights from Integrated Geodesy and Numerical Modelling. In: SpringerLink. Springer, Berlin, Heidelberg, pp 1–17
- Laurendeau A**, Courboulex F, Bonilla LF, **Alvarado A**, Naya VA, Guéguen P, Mercerat ED, **Singaucha JC**, Bertrand E, **Perrault M**, **Barros JG**, **Ruiz M** (2017) Low-Frequency Seismic Amplification in the Quito Basin (Ecuador) Revealed by Accelerometric Recordings of the RENAC Network. *Bulletin of the Seismological Society of America* 107:2917–2926 . doi: 10.1785/0120170134
- Loughlin NJD, Gosling WD, Coe AL, Gulliver P, **Mothes P**, Montoya E (2017) Landscape-scale drivers of glacial ecosystem change in the montane forests of the eastern Andean flank, Ecuador. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. doi: 10.1016/j.palaeo.2017.10.011
- Matthews-Bird F, Brooks SJ, Gosling WD, Gulliver P, **Mothes P**, Montoya E (2017) Aquatic community response to volcanic eruptions on the Ecuadorian Andean flank: evidence from the palaeoecological record. *J Paleolimnol* 1–17 . doi: 10.1007/s10933-017-0001-0
- Morales Rivera AM, Amelung F, **Mothes P**, Hong S-H, Nocquet J-M, **Jarrin P** (2017) Ground deformation before the 2015 eruptions of Cotopaxi volcano detected by InSAR. *Geophys Res Lett* 44:2017GL073720 . doi: 10.1002/2017GL073720
- Mothes PA**, **Ruiz MC**, **Viracucha EG**, **Ramón PA**, **Hernández S**, **Hidalgo S**, **Bernard B**, **Gaunt EH**, **Jarrín P**, **Yépez MA**, **Espín PA** (2017) Geophysical Footprints of Cotopaxi's Unrest and Minor Eruptions in 2015: An Opportunity to Test Scientific and Community Preparedness. In: *Volcanic Unrest*. Springer, Berlin, Heidelberg, pp 1–30
- Nauret F, Samaniego P, Ancellin M-A, Tournigand P-Y, Le Pennec J-L, Vlastelic I, Gannoun A, **Hidalgo S**, Schiano P (2017) The genetic relationship between andesites and dacites at Tungurahua volcano, Ecuador. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2017.11.012.
- Ortiz, H., Johnson B., Jeffrey, G. **Ramón P.**, **Ruiz M.**, (2017) Using infrasound waves to monitor tropospheric weather and crater morphology changes at Volcán Tungurahua, Ecuador. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*. 349.10.1016/j.jvolgeores.2017.11.001.
- Perron V, **Laurendeau A**, Hollender F, Bard P-Y, Gélis C, Traversa P, Drouet S (2017) Selecting time windows of seismic phases and noise for engineering seismology applications: a versatile methodology and algorithm. *Bull Earthquake Eng* 1–15 . doi: 10.1007/s10518-017-0131-9

- Rouwet D, **Hidalgo S**, Joseph EP, González-Ilama G (2017) Fluid Geochemistry and Volcanic Unrest: Dissolving the Haze in Time and Space. In: Volcanic Unrest. Springer, Berlin, Heidelberg, pp 1–19
- Sandri L, Tonini R, Rouwet D, Constantinescu R, Mendoza-Rosas AT, **Andrade D, Bernard B** (2017) The Need to Quantify Hazard Related to Non-magmatic Unrest: From BET_EF to BET_UNREST. In: Volcanic Unrest. Springer, Berlin, Heidelberg, pp 1–20
- Santamaría S, Telenchana E, Bernard B, Hidalgo S**, Beate B, **Córdova M, Narváez D** (2017b) Registro de erupciones ocurridas en los Andes del Norte durante el Holoceno: Nuevos resultados obtenidos en la turbera de Potrerillos, Complejo Volcánico Chiles-Cerro Negro. Revista Politécnica 39:7–15
- Yoshimoto M, Kumagai H, **Acero W, Ponce G, Vásconez F, Arrais S, Ruiz M, Alvarado A**, Pedraza García P, Dionicio V, Chamorro O, Maeda Y, Nakano M (2017) Depth-dependent rupture mode along the Ecuador-Colombia subduction zone. Geophys Res Lett 44:2016GL071929 . doi: 10.1002/2016GL071929

Congresos

- Agurto-Detzel H., Font Y., Charvis P., Ambrois D., Galve A., Godano M., Laigle M., Maron C., Martin X., Monfret T., Oregioni D., Peix F., Regnier M., Yates B., Mercerat D., Leon Rios S., Rietbrock A., Cheze J., Courboulex F., De Barros L., Deschamps A., **Acero W., Alvarado A., Ponce G., Ramos C., Ruiz M., Singaicho J., Vasconez F., Viracucha C.**, Beck S., Lynner C., Hoskins M., Meltzer A., Soto –Cordero L., Stachnik J. (2017) Aftershock analysis of the 2016 Mw 7.8 Pedernales (Ecuador) earthquake: seismotectonics, seismicity distribution and relationship with coseismic slip distribution. In: Abstract volume of the AGU Fall Meeting. <https://agu.confex.com/agu/fm17/meetingapp.cgi/Paper/251603>.
- Battaglia J., Hidalgo S., Douchain J-M., Pacheco D., Córdova J., Alvarado A., Parra R., (2017) Swarms of small volcano-tectonic events preceding paroxysmal explosions of Tungurahua volcano (Ecuador). In: Abstract volume of the AGU Fall Meeting. <https://agu.confex.com/agu/fm17/meetingapp.cgi/Paper/231200>
- Bernard B**, Acuña K, **Narváez D**, Guevara A, **Encalada M, Santamaría S**, Battaglia J, **Sierra D, Hernandez S** (2017a) Cracking the ash code at Tungurahua volcano. In: Abstract volume of the 2017 IAVCEI General Assembly. Portland, Oregon, USA, p 92
- Bernard B, Samaniego P** (2017) Escenarios eruptivos en el volcán Cayambe y construcción de un árbol de eventos. In: Memorias VIII Jornadas en Ciencias de la Tierra. EPN editorial, Quito, Ecuador, pp 355–359
- Bernard B, Telenchana E**, Battaglia J, **Hernandez S, Aguaiza S, Mothes P, Sierra D, Lema V, Encalada M, Santamaría S**, García J, **Vásconez F, Córdova M, Almeida M, Almeida S**,

- Gaunt E, Hidalgo S, Ramón P, Ruiz M, Yerovi J, Espín P, Andrade D, Alvarado A** (2017b) Erupción de febrero - marzo 2016 del volcán Tungurahua. Instituto Geofísico, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- Beauval C., Mariniere J., **Yepes H.**, Audin L., Nocquet J-M., **Alvarado A.**, Baize S., **Aguilar J., Singaicho J-C.**, (2017) Probabilistic seismic hazard maps for Ecuador. In: Abstract volume of the AGU Fall Meeting. <https://agu.confex.com/agu/fm17/meetingapp.cgi/Paper/285938>.
- Biggs J., Arnold D., **Mothes P.**, Anderson K., Albino F., Wadge G., **Vallejo S.**, Ebmeier S., (2017) Using high-resolution satellite radar to measure lava flow morphology, reology, effusion rate and subsidence at El Reventador volcano, Ecuador. In: Abstract volume of the AGU Fall Meeting. <https://agu.confex.com/agu/fm17/meetingapp.cgi/Paper/216737>
- Courboux F., Castro-Cruz D., **Laurendeau A.**, Bonilla F., Bertrand E., Mercerat D., **Alvarado A.**, (2017) Groun motions simulations and site effects in the Quito Basin (Ecuador). In: Abstract volume of the AGU Fall Meeting. <https://agu.confex.com/agu/fm17/meetingapp.cgi/Paper/207511>
- Font Y., Agurto-Detzel H., **Alvarado A., Mothes P.**, Nocquet J-M., **Jarrín P.**, Ambrois D., Deschamps A., Cheze J., Peix F., **Ruiz M., Ponce G., Acero W., Singaicho J.**, Regnier M., Rolandone F., Charvis P., **Viracucha C., Vasconez F.**, De Barros L., Mercerat D., Courboux F., Galve A., Godano M., Monfret T., **Ramos C.**, Martin X., Rietbrock A., Beck S., Meltzer A. (2017) Aftershock distribution of the Mw=7.8 April 16, 2016 Pedernales Ecuador subduction earthquake: constraints from 3D earthquake locations. In: Abstract volume of the AGU Fall Meeting. <https://agu.confex.com/agu/fm17/meetingapp.cgi/Paper/256691>.
- Galve A., Charvis P., Regnier M., Font Y., Nocquet J-M., **Segovia M.**, (2017) Imaging the deep structures of the convergent plates along the Ecuadorian subduction zone through receiver function analysis. In: Abstract volume of the AGU Fall Meeting <https://agu.confex.com/agu/fm17/meetingapp.cgi/Paper/272161>
- Hidalgo S**, Battaglia J, Arellano S, **Sierra D**, Parra R, Samaniego P, Kelly P, **Bernard B** (2017) The Cotopaxi 2015 eruptive phase: insights from gas and lass. In: Abstract volume of the 2017 IAVCEI General Assembly. Portland, Oregon, USA, p 443.
- Hidalgo S**, Battaglia J, (2017) New Insights into the Seismicity and SO2 Degassing at Cotopaxi Volcano (Ecuador) During the 2015 Unrest and Eruptive Period. In: Abstract volume of the AGU Fall Meeting <https://agu.confex.com/agu/fm17/meetingapp.cgi/Paper/294195>
- Lages J, Aiuppa A, Luca Bernard A, Fischer T, **Narváez D**, Bani P, Moussallam Y, Schipper Cl, Burbano V, **Hidalgo S**, Samaniego P, Le Pennec J-L, **Bernard B**, Garzón G (2017) Subduction dynamics, mantle and crustal processes at arc volcanoes, investigated by relative CO2/ST abundances and 3He/4He isotope signatures. In: Abstract volume of the 2017 IAVCEI General Assembly. Portland, Oregon, USA, p 565.

- Leon-Ríos S., Aguiar A., Bie L., Edwards B., Fuenzalida A., Charvis P., Font Y., Nocquet J-M., Regnier M., Renouard A., Mercerat D., Pernoud M., Holt J., Gath T., Conzáles P., Rietbrock A., Agurto-Detzel H., Beck S., Meltzer A., Soto-Cordero L., **Alvarado A., Perrault M., Ruiz M., Santo J.**, The 2016 Mw 7.8 Pedernales, Ecuador earthquake: minimum 1D velocity model and regional moment tensor based on the aftershock sequence. In: Abstract volume of the AGU Fall Meeting, <https://agu.confex.com/agu/fm17/meetingapp.cgi/Paper/270381>.
- Mariniere J., Champenois J., Nocquet J-M., Beauval C., Jomard H., Audin L., Baize S., **Alvarado A., Yepes H.**, (2017) Interseismic coupling on the Quito Fault System in Ecuador using new GPS and InSAR data and its implication on seismic hazard assessment. In: Abstract volume of the AGU Fall Meeting <https://agu.confex.com/agu/fm17/meetingapp.cgi/Paper/283331>
- Ortiz H., Mikesell D., **Palacios P.**, Anderson J., Anzieta J., (2017) Semidiurnal effects on infrasound wave propagation at local distances. In: Abstract volume of the AGU Fall Meeting
- Regnier M., **Segovia M.**, Font Y., Pazmiño A., Charvis P., Galve A., **Jarrin P.**, Hello Y., **Ruiz M.**, (2017) Seismicity near a highly-coupled patch in the central Ecuador subduction zone. In: Abstract volume of the AGU Fall Meeting. <https://agu.confex.com/agu/fm17/meetingapp.cgi/Paper/233288>
- Rolandone F., Nocquet J-M., **Mothes P., Jarrín P.**, Vallee M., Cubas N., **Hernandez S., Plain M., Vaca S.**, Font Y., (2017) Rapid and large afterslip following the 2016 Mw 7.8 Pedernales earthquake, Ecuador, In: Abstract volume of the AGU Fall Meeting. <https://agu.confex.com/agu/fm17/meetingapp.cgi/Paper/250520>
- Ruiz M.**, Ortiz H., **Hernández S., Palacios P.**, Anzieta J., (2017) Infrasound as a long tool for monitoring continental ecuadorean volcanoes. In: Abstract volume of the AGU Fall Meeting, <https://agu.confex.com/agu/fm17/meetingapp.cgi/Paper/291265>
- Salvi S., Poland M., Sigmundsson F., Vogfjord K., Fournier N., Hamling I., Puglisi G., Borgstrom S., **Mothes P.**, Savvaidis A., Wesley Ch., (2017) From Open Data to Science-Based Services for Disaster Risk Management: The Experience of the GEO Geohazards Supersite Network. In: Abstract volume of the AGU Fall Meeting, <https://agu.confex.com/agu/fm17/meetingapp.cgi/Paper/254101>
- Santamaría S, Bernard B, Hidalgo S,** Morales K (2017a) Análisis de la frecuencia de erupciones explosivas en el arco volcánico ecuatoriano durante el Holoceno. In: Memorias VIII Jornadas en Ciencias de la Tierra. pp 487–491.
- Soto-Cordero L., Leigh J., Meltzer A., Agurto-Detzel H., Charvis P., Font Y., Hayes G., **Hernández S.**, Hoskings M., **Alvarado A.**, Beck S, Benz H., Bergman E., León-Ríos S., Lynner C., Regnier M., Rietbrock A., Stachnik J., Yeck W., (2017) New insights on co- and post-seismic deformation and slip behavior associated with the Mw 7.8 2016 Pedernales, Ecuador earthquake and its aftershock sequence. In: Abstract volume of

the AGU Fall Meeting,
<https://agu.confex.com/agu/fm17/meetingapp.cgi/Paper/243221>

- Telenchana E, Bernard B, Hidalgo S, Beate B** (2017) Modelo evolutivo del volcán Chiles. In: Memorias VIII Jornadas en Ciencias de la Tierra. pp 391–395
- Vásconez F, Andrade D, Bernard B, Hidalgo S** (2017) Delimitación de zonas amenazadas por lahares en el drenaje occidental del Nevado Cayambe. In: Memorias VIII Jornadas en Ciencias de la Tierra. Quito, Ecuador, pp 361–365.
- Enríquez W**, (2017). Banco de Filtros y descomposición polifásica aplicados a sistemas de comunicaciones inalámbricas con multiportadoras. XII Congreso Internacional en Electrónica y Tecnología Avanzada. 10 – 12 Mayo 2017. Cúcuta, Colombia.
- Enríquez W, Nazate P, Marcillo O** (2017). Prototipo DAS basado en FPGA en 12 canales para monitoreo geodinámico. XII Congreso Internacional de Electrónica, Control y Telecomunicaciones CIECT, 2017. Bogotá, 26 – 27 Septiembre 2017.
- Córdova J**, (2017). Implementation of an automatic data acquisition system to measure dissolved Co2 concentrations in natural water springs 13th Gas Workshop. Ecuador 2017. 24 septiembre – 3 Octubre 2017.

Proyectos de titulación

- Pérez D (2017) Evolución espacio-tiempo del parámetro b en el volcán Cotopaxi (Tesis de grado EPN, Quito, 2017)
- Santamaría S (2017) Catálogo de eventos volcánicos ocurridos en el Ecuador continental desde el Plioceno y análisis de la frecuencia eruptiva (Tesis de Grado EPN, Quito, 2017).
- Telenchana E (2017) Estudio Geovolcanológico del volcán Chiles - Provincia del Carchi (Tesis de Grado EPN, Quito, 2017).