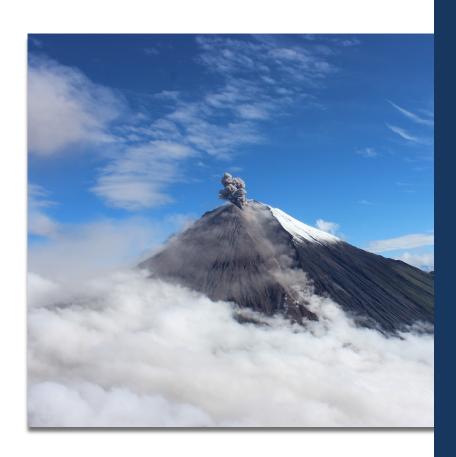


2020

Informe de Gestión







Campus Ing. José Rubén Orellana

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:

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;

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,

Identificación de amenazas volcánicas y sísmicas y preparación de los mapas de peligro respectivos.



Campus Ing. José Rubén Orellana

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.





Campus Ing. José Rubén Orellana

Plan Estratégico Institucional

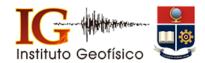
El Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional IG-EPN; cuenta con un plan estratégico establecido, mismo que se encuentra alineado a los objetivos institucionales de la Escuela Politécnica Nacional y al Plan Nacional del Buen Vivir.

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."



Campus Ing. José Rubén Orellana

Organigrama

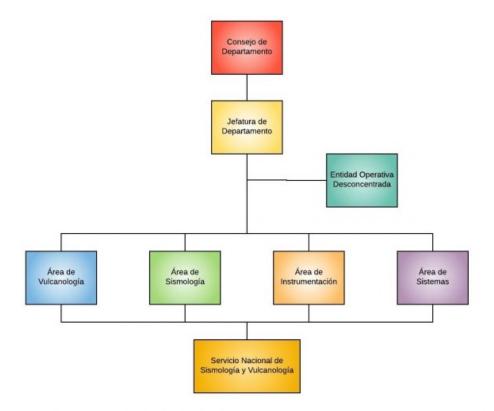


Figura 1. Organigrama del Instituto Geofísico.



Campus Ing. José Rubén Orellana

Contenido

| Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional | 1 |
|--|----|
| Presentación | 1 |
| Plan Estratégico Institucional | 3 |
| Misión | 3 |
| Visión | 3 |
| Organigrama | 4 |
| Índice de Figuras | 7 |
| Índice de Tablas | 9 |
| Trabajo realizado durante el 2020 por el IG-EPN | 10 |
| Área de Sismología | 10 |
| Sismicidad | 10 |
| Proyectos del área de Sismología | 15 |
| Actividades de monitoreo | 17 |
| Área de Vulcanología | 18 |
| Capacitación del personal de vulcanología | 20 |
| Mantenimiento de las bases de datos | 21 |
| Eventos volcánicos (erupciones o agitaciones) | 22 |
| Extensión y proyectos de vinculación con la sociedad | 27 |
| Proyectos de Investigación y evaluación de la amenaza | 28 |
| Área Técnica | 30 |
| Actividades efectuadas | 30 |
| Área de Sistemas | 45 |
| Infraestructura Informática | 45 |
| Visualización de datos | 51 |
| Área Administrativa Financiera | 63 |
| Plan Operativo 2020 Evaluación | 63 |
| El IG hacia la comunidad | 68 |
| Informes regulares, Charlas, Entrevistas y Publicaciones Científicas | 68 |
| Entrevistas | 74 |
| Lista de Publicaciones en la base de datos del IGEPN, año 2020 | 77 |
| Artículos en conferencias | 77 |
| Artículos en revistas académicas | 78 |



Campus Ing. José Rubén Orellana

| | Mapas | 83 |
|------|-------------------|----|
| | Obras de arte | 83 |
| | Tesis de Pregrado | 83 |
| Conc | clusiones | 84 |



Campus Ing. José Rubén Orellana

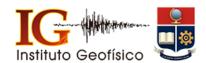
Índice de Figuras

| Figura 1. Organigrama del Instituto Geofísico. | 4 |
|---|------|
| Figura 2. Sismicidad registrada en el territorio continental ecuatoriano en el año 2020. Se hace | una |
| distinción entre los sismos superficiales, menor a 35 km (de la zona de la interfaz y corticales) d | le |
| los sismos más profundos, mayor a 35 Km | |
| Figura 3. Número de eventos registrados y localizados por la RENSIG: total y eventos con magni | itud |
| igual o superior a 4 | |
| Figura 4. (a) Distribución de las magnitudes de los sismos. (b) Momento sísmico o energía libera | ada. |
| (c) Número mensual de eventos | 12 |
| Figura 5. (a) Sismicidad en las fuentes de la interfaz, (b) en las fuentes corticales y (c) en las fuen | ntes |
| profundas o de la interfaz | 14 |
| Figura 6. Estaciones sísmicas instaladas: Izq. Estaciones GPI-KIT; Der: Estaciones estadounidense | es |
| (Cortesía S. León-Ríos y A. Meltzer). | 16 |
| Figura 7. Fotografía de la estación de vigilancia termográfica y visual – Rebeca. Dicha estación s | e |
| encuentra a aproximadamente 3.5 km del cráter del volcán | 19 |
| Figura 8. Red actual de vigilancia remota InSAR. Obtenida gracias a nuevos proyectos de | |
| cooperación internacional | 20 |
| Figura 9. Modelo de estructura tipo "sill" generado en Dmodels 2.0 | 21 |
| Figura 10. Explosión observada en el volcán Sangay durante el sobrevuelo efectuado en el mes | de |
| junio de 2020. Este sobrevuelo se llevó a cabo gracias a la gestión del SNGRE y el Grupo Aéreo N | N45 |
| Pichincha, en la aeronave Super Puma al mando del Mayor. Andrade | 24 |
| Figura 11. Actividad típica del volcán El Reventador observada en septiembre 2020. Note en col | lor |
| gris claro, en el flanco derecho (nororiental), el flujo de lava y los gases emitidos por el mismo. | 25 |
| Figura 12. Fotografía del Volcán Cotopaxi tomada en el mes de agosto de 2020 desde el control | l |
| norte del Parque Nacional. En la fotografía no se observa columnas de emisión de gases | 26 |
| Figura 13. Serie temporal de flujo máximo de dióxido de azufre (SO ₂) registrado por las estacion | ıes |
| permanentes DOAS Cotopaxi, comparativo con el conteo diario de eventos sísmicos volcánicos. | |
| Note el recuadro rojo que indica el incremento en el flujo de SO ₂ , sin embargo, ningún otro | |
| parámetro mostró cambios | 26 |
| Figura 14. Afiche promocional del evento COTOPAXI 5 AÑOS DESPUÉS. El alcance de estos | |
| seminarios fue de miles de personas, y se observó incluso a nivel internacional | 27 |
| Figura 15. Disponibilidad de estaciones en tiempo real en el año 2020, según tipo de red de | |
| transmisión | |
| Figura 16.: Mantenimiento estación Sangay | |
| Figura 17. Mantenimiento estación Río Verde. | 33 |
| Figura 18. Mantenimiento de la red de Loja y El Oro (Repetidoras Villonaco y Arenillas) | |
| Figura 19. Instalación de estación DOAS El Tingo. | |
| Figura 20. Instalación cámara de monitoreo visual adicional en Rebeca (V. Reventador) | 37 |
| Figura 21. Características técnicas de la nueva antena | |
| Figura 22. Pruebas del prototipo incluyendo los motores | |
| Figura 23. Funcionalidades implementadas en el módulo Maps | 41 |
| Figura 24 Sistema de comunicación Lora | 42 |



Campus Ing. José Rubén Orellana

| Figura 25. Ajustando azimuth | 43 |
|---|------|
| Figura 26. Red instalada en Volcán Chiles | 43 |
| Figura 27. Magnetómetro instalado | 44 |
| Figura 28.Menú principal del aplicativo para publicación | 47 |
| Figura 29. Infografía Volcánica | 48 |
| Figura 30. Informe Periódico Diario | 49 |
| Figura 31. Informe Sísmico Especial | 50 |
| Figura 32. IG Al Instante Volcánico | 51 |
| Figura 33. Una de las gráficas mostrando datos de la calidad de las estaciones de monitoreo de | el |
| sistema SC3 | 52 |
| Figura 34. Grafica de datos RSAM del volcán Reventador | |
| Figura 35. Grafica de clasificación de eventos del sistema SC3 | |
| Figura 36. Gráfico de datos de control de calidad de una estación de monitoreo | 54 |
| Figura 37. Tablero que muestra los datos de las estaciones. Número de eventos y número de | |
| picados por estación. Estos datos pueden filtrarse en el tiempo, esto ajustará automáticamente | e |
| todos los gráficos. Todos los gráficos en el tablero sirven como filtros y cualquier selección ajus | |
| al resto de gráficos. | 55 |
| Figura 38. Tablero en el que se muestra el número de sismos y estaciones, los tiempos de arrib | ю а |
| las estaciones y los atributos de cada evento que registraron. Seleccionado una estación se | |
| muestra todas las fases de esta. Si se selecciona un evento se muestra las estaciones que lo | |
| registraron. Además, los sismos pueden filtrarse por fecha, profundidad y magnitud y como en | |
| caso anterior, todos los gráficos se actualizan con cualquier cambio de uno de ellos. En las tabl | |
| los datos pueden ordenarse de manera ascendente o descendente por cualquier campo | |
| Figura 39. El cuarto tablero muestra la sismicidad con sus atributos. en un mapa de puntos y un | |
| mapa de densidad. Los sismos pueden filtrarse por fecha, profundidad y magnitud y se actualiz | |
| con estos filtros. Una característica de los gráficos de número de eventos y valores promedio e | !S |
| que estos gráficos se muestran con los diferentes atributos: magnitud, latitud, longitud, | |
| profundidad, RMS, fases S y fases P+S y los gráficos en el tiempo son por años, meses y días | |
| Figura 40. En el tablero se muestra los eventos sísmicos de cada volcán, seleccionable, conteos | |
| promedios sus atributos, a nivel de gráfico y tabla. | 58 |
| Figura 41. Mapa de los eventos sísmicos volcánicos localizados, filtrados por volcán, fechas y | |
| magnitud. Los gráficos de la derecha también filtran los datos por su tipo, sin embargo, mucho | s de |
| estos datos no se encuentran con el tipo de evento. También se muestra la distribución para | |
| algunos de sus atributos | |
| Figura 42. Captura la página dedicada a mostrar los peligros del volcán Guagua-Pichincha | |
| Figura 43. Captura la página dedicada a mostrar los peligros del volcán Cotopaxi | |
| Figura 44. Datos de los accesos a la página web del Instituto geofísico | |
| Figura 45. Visitas al mapa de peligro volcánico del Guagua Pichincha | |
| Figura 46. Porcentajes de ejecución 2020. | |
| Figura 47. Informes volcánicos y sísmicos emitidos en el año 2020 | 68 |



Campus Ing. José Rubén Orellana

Índice de Tablas

| Tabla 1. Lista de sismos significativos | . 13 |
|--|------|
| Tabla 2. Ejecución del presupuesto Fuente: Sistema ESIGEF | . 64 |
| Tabla 3. Montos codificados, comprometidos y devengados por grupo de gasto | . 64 |
| Tabla 4 Procesos de contratación y compras públicas de bienes y servicios | . 67 |
| Tabla 5. Capacitaciones, intercambios y charlas presentadas a través de diversas plataformas de | |
| comunicación virtual | . 74 |
| Tabla 6. Entrevistas dadas a medios de prensa nacional e internacional sobre la actividad sísmica y volcán | |
| en el país durante el año 2020 | . 76 |



Campus Ing. José Rubén Orellana

Trabajo realizado durante el 2020 por el IG-EPN

Área de Sismología

Sismicidad

Durante el año 2020, la Red Nacional de Sismógrafos y Acelerógrafos del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, localizó 4575 sismos en el territorio continental ecuatoriano (Figura 2), de los cuales, 61 tienen magnitudes iguales o superiores a 4.0 grados y 6 tienen magnitudes iguales o superiores a 5.

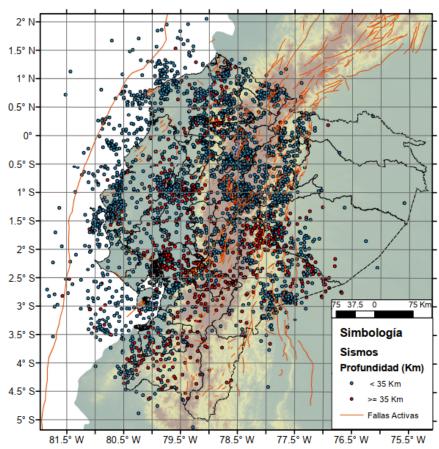


Figura 2. Sismicidad registrada en el territorio continental ecuatoriano en el año 2020. Se hace una distinción entre los sismos superficiales, menor a 35 km (de la zona de la interfaz y corticales) de los sismos más profundos, mayor a 35 Km.



Campus Ing. José Rubén Orellana

En relación con años anteriores (Figura 3), el número de eventos es ligeramente menor a lo registrado en el año 2019, situándose en valores considerados como los esperados (entre 4000 y 5000).

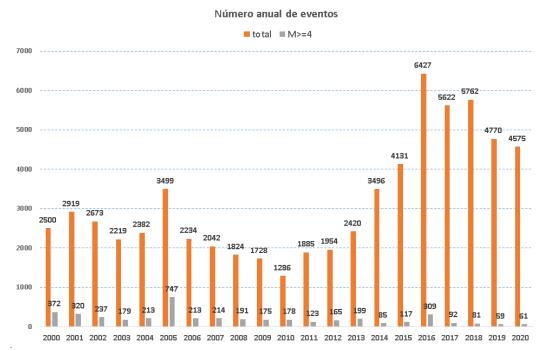


Figura 3. Número de eventos registrados y localizados por la RENSIG: total y eventos con magnitud igual o superior a 4.

La mayoría de los sismos durante el año 2020, un ~72%, tienen magnitudes inferiores a 2.5 grados (Figura 4 (a)); solo 6 sismos superaron los 5 grados (MLv): en la Figura 4 (b) los saltos en la curva corresponden a estos sismos que liberan más energía o momento sísmico. El promedio mensual del número de sismos durante el año 2020 es 381.25 +/- 55.05 (Figura 4 (c)).



Campus Ing. José Rubén Orellana

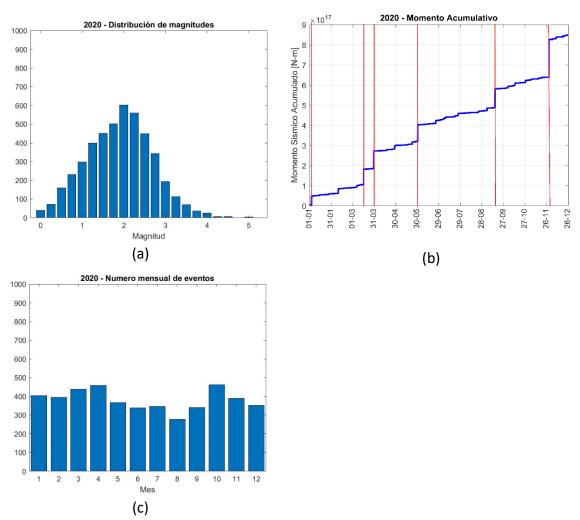


Figura 4. (a) Distribución de las magnitudes de los sismos. (b) Momento sísmico o energía liberada. (c) Número mensual de eventos.

Los eventos más significativos durante este año son aquellos que superaron los 5 grados, así como los que, por suceder cerca de zonas pobladas, fueron reportados como sentidos. En la Tabla 1 se listan estos sismos:



Campus Ing. José Rubén Orellana

| Fecha* | Magnitud MLv | Magnitud preferida – Mw | Región o zona | |
|---------------------|--|----------------------------|---|--|
| 03/01/2020 14:16 | 5.03 | 4.46 | Zona fronteriza con Perú (superficial) | |
| 09/02/2020 20h33 | 4.83 | 4.23 | Milagro (profundo) | |
| 16/03/2020 03:53 | 5.20 | 4.77 | Provincia de Esmeraldas (costa adentro) | |
| 30/03/2020 09:09 | 5.22 (M) | 5.13 | Sierra norte (profundo) | |
| 25/04/2020 01:53 | 4.0 | 3.77 | Quevedo (superficial) | |
| 28-29 abril | 3.0 a 4.6 | 3.83 a 4.45 | Enjambre en la Provincia de Morona Santiago (superficiales) | |
| 30/05/2020 12:40 | 5.21 | 4.45 | Costa central (profundo) | |
| 04 septiembre | 3.7 a 4.3 | 4.44 (más grande) | Enjambre frente a Jama | |
| 15/09/2020 06:44 | 5.25 | 4.78 | Zona fronteriza con Perú (superficial) | |
| 03/10/2020 00:11 | 4.5 | 4.3 | Pisayambo (superficial) | |
| 27/10/2020 11:59 | 4.5 | 4.17 | Machachi (superficial) | |
| 29/11/2020 10:37 | 5.45 | 4.35 | Perú, al sur de la provincia de Zamora Chinchipe (superficial) | |
| *Hora universal | *Hora universal, para tiempo local restar 5 horas. | | | |

Tabla 1. Lista de sismos significativos.

En relación con la actividad por fuentes sísmicas (Figura 5), las dos fuentes que mayor actividad presentan son El Ángel y Pallatanga. En la primera, está en estrecha relación con lo observado en el complejo volcánico Chiles Cerro Negro CVCCN (ver informes anuales anteriores), aunque este año, no se observó que la actividad en una zona haya disparado actividad en la otra. En la segunda, la sismicidad ocurre en el nido sísmico Pisayambo, cuya actividad ha sido permanente y alta, desde que el IG cuenta con el monitoreo instrumental

Instituto Geofísico

INSTITUTO GEOFISICO ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

Campus Ing. José Rubén Orellana

(1990). La tercera zona con un alto número de sismos es la que engloba la sismicidad de fondo o background (fuera de las fallas principales) que comprende las cuencas de la costa: BGN, para mayor detalle, consultar el Informe sísmico anual para el año 2020 en https://www.igepn.edu.ec/servicios/busqueda-informes.

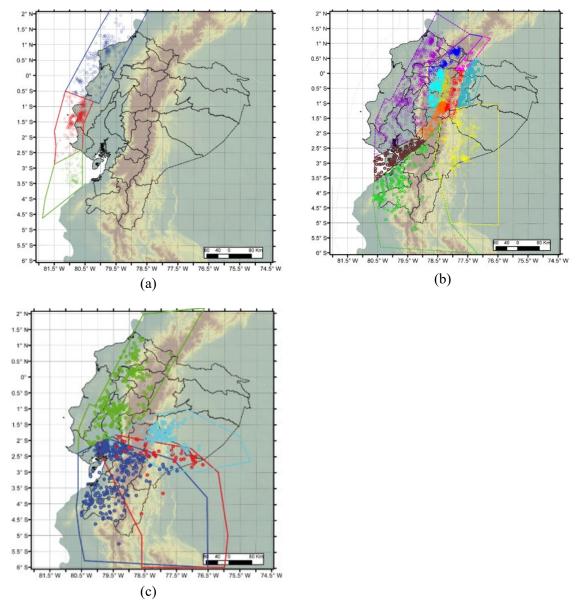


Figura 5. (a) Sismicidad en las fuentes de la interfaz, (b) en las fuentes corticales y (c) en las fuentes profundas o de la interfaz.





Campus Ing. José Rubén Orellana

Entre los aspectos relevantes durante este año, hay que destacar:

• Se registraron dos enjambres sísmicos, en ambos casos con pocas horas de duración,

el primero en el sur oriente ecuatoriano, a fines de abril, con 38 eventos que no

superaron una magnitud local de 4.6; el segundo frente a las costas de Jama, a inicios

de septiembre, con 14 eventos con una magnitud local máxima de 4.3.

• El evento que más atención produjo fue un sismo cuyo epicentro se localizó cerca

de Machachi, a fines de octubre. Pese a su magnitud baja (4.5 MLv, 4.17 Mw) fue

sentido con particular fuerza debido a su carácter superficial. Réplicas de este

evento se registraron por el lapso de 17 días, sin superar una magnitud de 3.4 MLv.

• El número de eventos profundos en la zona de Guayaquil y alrededores se ha

incrementado en los últimos años. Estos eventos asociados a desgarres o

movimientos en la placa oceánica en subducción han sido de magnitudes

moderadas, pero por características particulares del suelo de la costa son sentidos

ampliamente.

Proyectos del área de Sismología

Proyecto HIPER <u>"Imagen de alta resolució</u>n de la zona de ruptura del Pedernales"

Este proyecto se desarrolla en el marco del LMI (Laboratorio Mixto Internacional), una

agrupación de institutos y laboratorios franceses (Géoazur-Niza, ISTerre-Grenoble, LMV-

Clermont Ferrand) y el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional.

El proyecto "Imagen de alta resolución de la zona de ruptura del terremoto de Pedernales",

HIPER, contempla un experimento en aguas del Océano Pacífico, frente a las provincias de



Campus Ing. José Rubén Orellana

Esmeraldas y Manabí, el cual fue realizado en el barco de bandera francesa R/V L'Atalante. Además, estaciones sismológicas se instalaron en tierra para complementar las mediciones.

La provisión de las estaciones sismológicas está a cargo del Instituto Geofísico del Karlsruher Institut fur Technologie (GPI-KIT) de Karlsruhe, Alemania con 150 sensores (50 bandas anchas y 100 geófonos); y de las universidades de Lehigh y Arizona de Estados Unidos con 360 sensores (300 nodos y 60 bandas anchas).

Durante el año 2020, se instalaron las estaciones de GPI-KIT y los 300 nodos de las universidades de Lehigh y Arizona (por un mes). Para ellos se conformaron equipos del área técnica y de sismología junto con personal del GPI-KIT y de las universidades estadounidenses.





Figura 6. Estaciones sísmicas instaladas: Izq. Estaciones GPI-KIT; Der: Estaciones estadounidenses (Cortesía S. León-Ríos y A. Meltzer).

La componente marina – instalación de estaciones submarinas u OBS, sísmica activa y muestreo – se realizó parcialmente a inicios de marzo, hasta que fue suspendida por el confinamiento. Durante el 2021, las estaciones banda ancha del GPI-KIT seguirán instaladas y está prevista la instalación de las estaciones estadounidenses; ambos grupos de





Campus Ing. José Rubén Orellana

instrumentos tienen previsto registrar la sismicidad natural, así como la sísmica activa durante el regreso del barco encargado de esta actividad, prevista para marzo de 2022.

Proyecto de reconocimiento de señales sísmicas

En una alianza entre la ESPE y la EPN, se ha continuado con el desarrollo de una herramienta para clasificación automática de eventos volcánicos y la creación de un repositorio de señales sísmicas.

Actividades de monitoreo

Con el confinamiento, los horarios del Centro Terras fueron organizados para contar con dos personas responsables en teletrabajo por turno. Para cumplir con las actividades, se utilizan sesiones Anydesk o VPN garantizando el acceso a todos los recursos para el monitoreo sísmico y volcánico, así como al sistema de comunicaciones con todas las instituciones y entidades.



Campus Ing. José Rubén Orellana

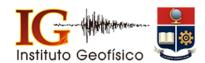
Área de Vulcanología

Durante el año 2020, el Área de Vulcanología ha mantenido su configuración de trabajo mediante subgrupos de vigilancia volcánica. Estos subgrupos son: Deformación, Ceniza, Fluidos, Termografía y Lahares. En conjunto, a pesar de la crisis sanitaria decretada por el Gobierno Nacional, se ha logrado realizar al menos 59 comisiones de servicio, algunas de ellas en conjunto con el Área Técnica; mismas que han tenido carácter urgente y han servido para jornadas de mantenimiento e instalación de equipos, así como para la vigilancia de los volcanes en erupción. La reducción significativa de las jornadas de campo ha venido de la mano de la restricción de movilidad y el cierre de reservas y propiedades privadas, en muchas de las cuales se encuentran nuestras estaciones de vigilancia, así también, fuentes termales y/o campos fumarólicos.

Particularmente durante este año, el personal del área de vulcanología tuvo que restringir la vigilancia de campo esencialmente a los volcanes en erupción, tal como: El Reventador y Sangay. Otros como: Cotopaxi, Guagua Pichincha, Tungurahua, Cayambe y Chiles — Cerro Negro, fueron vigilados mediante la implementación del teletrabajo, principalmente haciendo uso de sensores remotos y el análisis de los datos provenientes de las estaciones de vigilancia permanentes (p.e., gases, deformación y sismicidad).

En este contexto, se ha logrado mantener en funcionamiento óptimo, en conjunto con el área de Instrumentación, todas las redes de vigilancia:

- Deformación: GPS e inclinometría (actualmente el IG posee 80 estaciones geodésicas, incluyendo las temporales post terremotos y estaciones de monitoreo en tiempo real).
- Lahares: redes AFM Acoustic Flow Monitoring.
- Ceniza: red de observadores volcánicos y cenizómetros.



Campus Ing. José Rubén Orellana

- Fluidos: Red NOVAC (Estaciones permanentes DOAS differential optical absortion spectroscopy), Sensores remotos: se obtuvieron bajo concepto de donación del VDAP los tanques de calibración estándar para el equipo MultiGAS. Se instaló una nueva estación DOAS permanente en el sector de Ichubamba, en la zona distal al occidente del volcán Sangay.
- Termografía: cámaras fijas (FLIR A3130) y portátiles (FLIR SC660, FLIR T1020 y OPTRIS PI640). Las cámaras de rango visible que se utilizan a la par con las cámaras térmicas se encuentran en óptimo funcionamiento, así mismo, se instaló una nueva cámara de rango visible en la estación Rebeca, misma que constituye la cámara más cercana a este volcán (Figura 7).



Figura 7. Fotografía de la estación de vigilancia termográfica y visual – Rebeca. Dicha estación se encuentra a aproximadamente 3.5 km del cráter del volcán.



Campus Ing. José Rubén Orellana

Capacitación del personal de vulcanología

Debido a la crisis sanitaria, muchos de los proyectos de capacitación e investigación fuera del País se suspendieron, sin embargo, algunos de ellos se han efectuado a través de canales virtuales:

Se hizo efectivo el proyecto Demonstrator con el CEOS, Univ. de Leeds y Bristol (UK) sobre la accesibilidad de imágenes satelitales de las constelaciones CosmoSkyMed y TerraSarX. Gracias a esta, recibimos imágenes de los volcanes Sangay, Cotopaxi, Guagua Pichincha, Reventador y Chiles-Cerro Negro. Así logrando la expansión de la capacidad de vigilancia remota, al menos a 11 volcanes del Arco Ecuatoriano y las Galápagos (Figura 8).

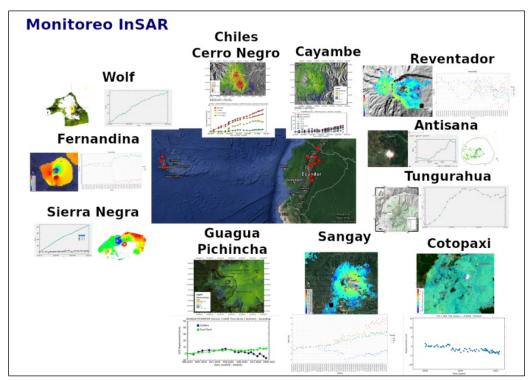


Figura 8. Red actual de vigilancia remota InSAR. Obtenida gracias a nuevos proyectos de cooperación internacional.



tituto Geofísico

INSTITUTO GEOFISICO ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

Campus Ing. José Rubén Orellana

- Gracias a la colaboración mutua con científicos de INGV (Italia) se ha logrado llevar a cabo dos publicaciones sobre deformación y otros parámetros geofísicos de los volcanes Wolf en las Galápagos y Guagua Pichincha en el Continente.
- Gracias a la capacitación GEOVOL (con el auspicio de USGS), nuestro personal se ha capacitado en varios temas en cuanto a deformación volcánica concierne, dentro de los que se destaca el modelamiento mediante la versión actual de Dmodels 2.0 (Figura 9).

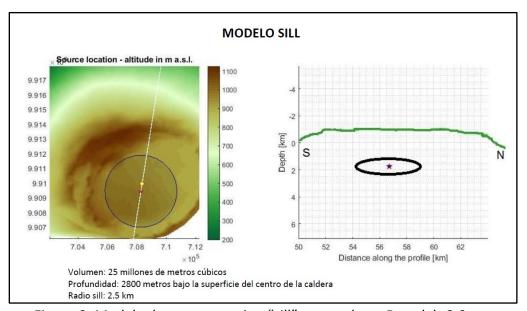


Figura 9. Modelo de estructura tipo "sill" generado en Dmodels 2.0.

Mantenimiento de las bases de datos

 El grupo de fluidos realizó la depuración de todas las bases de datos de procesamiento de las estaciones DOAS permanentes en los volcanes: Cotopaxi, Tungurahua, Sangay, Cayambe, Reventador, Azufral (Sierra Negra – Galápagos). Esta depuración se la realizó revisando minuciosamente cada uno de los datos





Campus Ing. José Rubén Orellana

provenientes día a día de varias estaciones para cada volcán (p.e., Cotopaxi con 4 estaciones permanentes).

- La base de datos de parámetros físico químicos, así como de análisis químicos de aguas y fuentes termales se mantiene actualizada. Sin embargo, durante 2020 no fue posible realizar las campañas de recolección de muestras de agua, en función del cierre de reservas y propiedades privadas.
- Se concluyó con la fase de desarrollo y prueba del aplicativo para el procesamiento unificado de los datos provenientes de la red NOVAC, actualmente, el aplicativo se encuentra en fase de revisión por parte del equipo del área de sistemas.
- Se ha mantenido actualizada la base de datos de emisión de ceniza de la Washington
 VAAC.
- Se ha mantenido actualizada la base de datos de ocurrencia de lahares en los volcanes: Cotopaxi (7 eventos pequeños), Tungurahua (46 eventos pequeños) y Sangay (62 eventos entre moderados a grandes).
- Se mantiene actualizada la base de datos termográfica permanente: Cotopaxi,
 Rebeca; y la base de archivos termográficos de sobrevuelos y jornadas de campo.
- Se mantiene actualizada la base de datos geodésicos.

Eventos volcánicos (erupciones o agitaciones)

Gracias a la recopilación, procesamiento y análisis de los datos obtenidos durante 2020 por la red de vigilancia volcánica, se han podido manejar de forma adecuada los diferentes eventos asociados a la actividad volcánica. Siendo los más relevantes:



Campus Ing. José Rubén Orellana

1. Actividad eruptiva continua en el volcán Sangay. Comenzó en el mes de mayo de 2019 (Figura 9), siendo catalogada como una de las más intensas registradas en este volcán durante los últimos 20 años. Esta erupción ha producido emisiones y caídas de ceniza en diferentes poblados, principalmente ubicados al occidente y suroccidente del volcán. Gracias a un sobrevuelo efectuado el mes de junio, se logró recopilar gran cantidad de información sobre la actividad superficial (Termografía, Gases, Fotografía) (Figura 10) y los cambios morfológicos en la parte superior del edificio volcánico. Durante 2020, se registraron 62 eventos asociados a flujos de lodo y escombros, los cuales fueron reportados mediante los informativos IG al instante. En el mes de junio ocurrió el evento más grande el cual afectó al puente sobre el río Upano en la vía que comunica a las ciudades de Puyo y Macas. Así mismo, decenas de informes IGalinstante fueron emitidos en relación a las emisiones de ceniza, a las explosiones y a los colapsos de flujos de lava. Las más emisiones de ceniza más importantes ocurrieron el mes de junio y septiembre con el material llegando inclusso a la costa ecuatoriana (p.e., Guayaquil). La erupción de septiembre fue catalogada como la más intensa dentro del último período eruptivo, hasta el 31 de diciembre 2020. En los meses de octubre y diciembre, se reportaron caídas de ceniza leves, principalmente en Alausí y Cebadas.



Campus Ing. José Rubén Orellana



Figura 10. Explosión observada en el volcán Sangay durante el sobrevuelo efectuado en el mes de junio de 2020. Este sobrevuelo se llevó a cabo gracias a la gestión del SNGRE y el Grupo Aéreo N45 Pichincha, en la aeronave Super Puma al mando del Mayor. Andrade.

 Actividad continua del volcán El Reventador. Este volcán se ha mantenido en actividad durante todo el 2020 (Figura 11). Este volcán en particular no ha causado mayores estragos en lo referente a emisión de ceniza o lahares.



Campus Ing. José Rubén Orellana



Figura 11. Actividad típica del volcán El Reventador observada en septiembre 2020. Note en color gris claro, en el flanco derecho (nororiental), el flujo de lava y los gases emitidos por el mismo.

3. Emisión de gases y pequeño enjambre sísmico en el volcán Cotopaxi (Figura 12). El volcán registró un ligero incremento en su tasa de emisión de dióxido de azufre (SO₂) entre los meses de agosto – septiembre de 2020 (Figura 12). Este incremento fue detectado por la red de vigilancia permanente DOAS. Además, el 22 de diciembre, un pequeño enjambre sísmico fue detectado por los sismómetros instalados en el volcán. Este particular se informó a la comunidad y a las autoridades a través de un *IgalInstante*. Adicionalmente, se mantuvo contacto directo con los Guías de Alta Montaña de ASEGUIM, quienes, a su vez, enviaron fotografías y pequeños textos describiendo los pequeños cambios morfológicos en la zona del cráter. Finalmente, ningún otro parámetro de vigilancia mostró algún cambio relevante. Actualmente,



Campus Ing. José Rubén Orellana

el volcán mantiene niveles de emisión considerados dentro de su nivel de base (Figura 13).



Figura 12. Fotografía del Volcán Cotopaxi tomada en el mes de agosto de 2020 desde el control norte del Parque Nacional. En la fotografía no se observa columnas de emisión de gases.

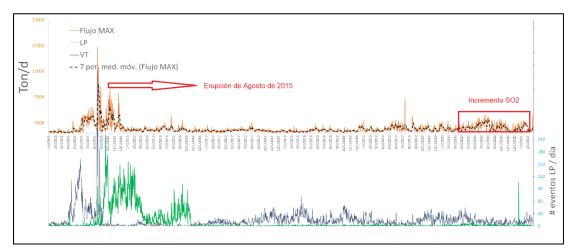


Figura 13. Serie temporal de flujo máximo de dióxido de azufre (SO₂) registrado por las estaciones permanentes DOAS Cotopaxi, comparativo con el conteo diario de eventos sísmicos volcánicos. Note el recuadro rojo que indica el incremento en el flujo de SO₂, sin embargo, ningún otro parámetro mostró cambios.



Campus Ing. José Rubén Orellana

Extensión y proyectos de vinculación con la sociedad

La extensión es una de las tareas que realiza el Instituto Geofísico. En este ámbito, a pesar de las circunstancias impuestas por la pandemia de COVID-19, los diferentes grupos de vigilancia se enfocaron en la enseñanza comunitaria. Diferentes estudios científicos y proyectos sobre peligro volcánico han sido acoplados a la nueva realidad, diferentes capacitaciones y seminarios virtuales se han llevado a cabo. De entre estos seminarios resalta: - Cotopaxi 5 años después (Figura 14), en el cual se compartió con la comunidad, las vivencias y los resultados del análisis de datos obtenidos, antes, durante y después de la erupción de agosto - noviembre de 2015, así como, las perspectivas en cuanto al aprendizaje y evaluación de amenaza.



Figura 14. Afiche promocional del evento COTOPAXI 5 AÑOS DESPUÉS. El alcance de estos seminarios fue de miles de personas, y se observó incluso a nivel internacional.

De entre otros eventos se destaca:

Charlas y visitas a: Unidad Educativa Particular Terra NOVA, Colegio Británico,
 Colegio Juan Montalvo, INETER, Cruz Roja Ecuatoriana, VDAP, ASEGUIM, PETZL
 Training School, Acceso Vertical (Seminario taller dirigido a: grupos de rescate en



Campus Ing. José Rubén Orellana

Alta Montaña conformados por diferentes Cuerpos de Bomberos, GIR, Policía, entre otros). Unidad Cultural EPN, EXPO GEOCIENCIAS 2020/ESPOL, Gestión de Riesgos Volcánicos, Seminario Avances tecnológicos en el Ecuador, Volcanología para la Sociedad, Universidad de Costa Rica, Colegio de Ingenieros Geólogos, EducaTV.

- Cursos vacacionales para niños de 8 a 12 años (250 inscritos)
- Capacitación a la Red de Observadores Volcánicos.
- Informes mensuales, anuales de emisión de SO₂ en los volcanes: Cayambe, Cotopaxi,
 Tungurahua, Reventador y Sangay.
- Informes técnicos especiales para los volcanes Reventador y Sangay.
- Informes mensuales compilatorios de la actividad superficial e interna de los volcanes activos. Estos informes tienen la finalidad de cumplir con los convenios vigentes entre el Instituto Geofísico e instituciones tales como: Hidroagoyán y OCP.
- Conocimiento de la actividad volcánica y sísmica de las Galápagos, orientado a los Guardaparques de la Dirección del Parque Nacional Galápagos.
- Fortalecimiento cognitivo y comunitario para una mejor respuesta ante posibles eventos eruptivos en la comunidad San Agustín de Callo cercana al volcán Cotopaxi.

Proyectos de Investigación y evaluación de la amenaza

Todos los datos obtenidos, a su vez fueron analizados y estudiados a detalle, gracias a lo que se ha logrado producir:

1. 13 artículos científicos indexados internacionalmente, y ubicados en el repositorio de investigaciones del Instituto Geofísico.



Campus Ing. José Rubén Orellana

- 2. Un libro sintético de la evolución del Complejo volcánico Cotacachi Cuicocha.
- 3. Dentro del área se dirigieron y concluyeron 3 proyectos de titulación de ingeniería, otros 3 proyectos se encuentran en curso.
- Algunos científicos del equipo de vulcanología participaron activamente en la codirección de proyectos de Maestría, Doctorado y Post Doctorado, en universidades internacionales.

Gracias a los proyectos aprobados y financiados por el Vicerrectorado de Investigación de la EPN (VIPS), se pudieron efectuar estudios de evaluación de la amenaza en los volcanes: Chalupas y Sumaco. Para lo cual, fue muy importante llevar a cabo jornadas de campo exhaustivas en las cuales se obtuvieron datos importantes sobre la evolución geológica y fenomenología volcánica. Dichos estudios tienen como finalidad producir artículos con fundamento científico, dentro de los cuales, el principal objetivo es mostrar a la comunidad, los avances en el entendimiento de estos centros volcánicos. Así mismo, contribuir con la gestión del riesgo, mediante la evaluación de la amenaza volcánica.





Campus Ing. José Rubén Orellana

Área Técnica

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 2020 se han realizado 314 visitas a las diferentes estaciones de monitoreo en todo el territorio nacional, a pesar de las múltiples dificultades debidas a la pandemia. La mayoría de estas visitas se realizaron a las estaciones repetidoras, sísmicas y acelerográficas. Durante este año se hicieron esfuerzos importantes por mantener la red instrumental funcionando, sin embargo, debido a la limitación de movilidad, no se pudieron visitar varias estaciones durante este año.

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 81.29%, en su transmisión en tiempo real, este valor decreció respecto al año 2019, debido a la pandemia y la imposibilidad de asistir a realizar las tareas de mantenimiento de forma adecuada y continúa.

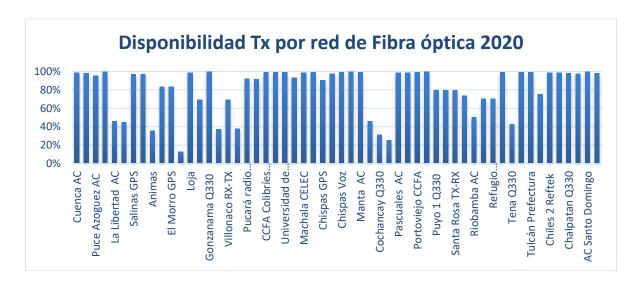


Campus Ing. José Rubén Orellana

En coordinación con varias áreas del Instituto y la gestión de la dirección se logró conseguir helicóptero para los volcanes Reventador y Sangay, lo cual permitió hacer sobrevuelos y mantenimiento de la red instrumental del Reventador, la red de Sangay se incrementó con una estación DOAS y la estación multiparamétrica se la visitó a inicios de año, para reforzar el sistema de alimentación, enfocar la cámara y mantenimiento preventivo, lo que permitió esté operativa en un alto porcentaje durante el 2020.

Durante el mantenimiento de las estaciones del Volcán Reventador se instaló una nueva cámara de visualización en la estación REBECA y se rehabilitó las estaciones de lahares del Río Marker y Reventador.

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.





Campus Ing. José Rubén Orellana

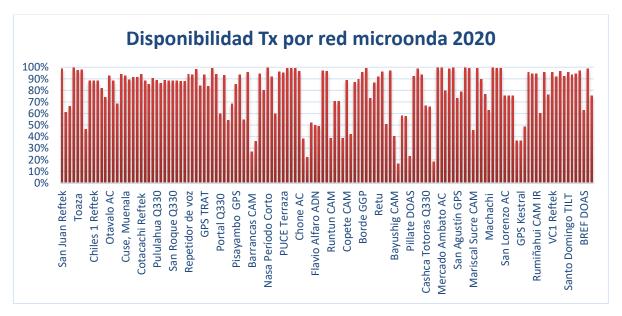
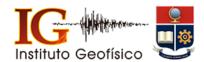




Figura 15. Disponibilidad de estaciones en tiempo real en el año 2020, según tipo de red de transmisión



Campus Ing. José Rubén Orellana



Figura 16.: Mantenimiento estación Sangay.



Figura 17. Mantenimiento estación Río Verde.



Campus Ing. José Rubén Orellana



Figura 18. Mantenimiento de la red de Loja y El Oro (Repetidoras Villonaco y Arenillas)

Generación de documentación técnica

Durante el 2020 y debido al confinamiento obligatorio, el teletrabajo permitió generar valiosa documentación técnica para mejorar el rendimiento del trabajo del área, sacar estadísticas del funcionamiento de las redes, documentar datos técnicos de enlaces y documentar procedimientos. En resumen, se generó la siguiente documentación:

- Manual de mantenimiento por tipo de estación con anexo técnico de características técnicas de cables.
- Diagramas de sistemas de alimentación en todas las repetidoras
- Análisis de tráfico en los nodos microonda.
- Documento consolidado de parámetros técnicos de todos los enlaces radioeléctricos de la red.
- Manual de procedimientos para el realizar el mantenimiento del sistema de protección contra descargas atmosféricas.

IG Instituto Geofísico

Campus Ing. José Rubén Orellana

• Documento con la digitalización de diagramas de conectores de sensores.

Manual de usuario del servidor NAM

• Documento con inventario de equipos en estaciones

Documento de libretas digitales, trabajo realizado y estadística de cambios

realizados para estadística de repuestos necesarios para operación y mantenimiento

de la red instrumental

Capacitación interna y externa del personal del área técnica

Adicionalmente el personal del área técnica impartió charlas de manera interna de diversos

temas técnicos de trabajo cotidiano, la lista de charlas impartidas de modo virtual fueron

las siguientes:

Charla de introducción a la plataforma de administación y control de calidad de las

redes de telecomunicaciones usando el servidor Zabbix, para su utilización en el

monitoreo diario.

Réplica de la charla de IRIS/ALS, sobre "Introducción a la instrumentación sísmica"

Descargas y puesta a tierra

Mantenimiento y operación y monitoreo de equipos Guralp

Media montaña y orientación

Mantenimimiento y operación de estaciones DOAS

Además el personal técnico tomó los siguientes cursos de capacitación:

Curso de Radios Freewave SNT Y ZNT

Campus Ing. José Rubén Orellana

- Curso de Administración Linux
- Curso de Phyton
- Liderazgo e inteligencia emocional
- Flipped classroom
- MOOC Diseño instruccional
- Charlas de Webex, TEAMS y Zoom
- Cloud Computing
- Prevención de la Violencia Basada en Género
- NDG Linux Essentials
- Curso IoT Cisco
- Webinar Kinemetrics con el tema: Kinemetrics Seismic Sensors: Operating Range & Applications.
- Curso de Relaciones Humanas y Trabajo en Equipo
- Gestión de un proyecto fotovoltaico
- CCNA 1 -Introduction to network

Instalación de nuevas estaciones

Durante el 2020, se instalaron 3 nuevas estaciones, una estación de monitoreo de gases (DOAS), una estación magnetométrica y una estación de monitoreo visual en el Reventador.





Figura 19. Instalación cámara de monitoreo visual adicional en Rebeca (V. Reventador)



Figura 20. Instalación de estación DOAS Ichubamba



Campus Ing. José Rubén Orellana

Desarrollo tecnológico

Dentro de las actividades de desarrollo propio está la construcción de antenas para la transmisión en tiempo real de las diferentes estaciones de monitoreo, durante el 2020 se construyeron 30 antenas yagi: 18 de 6 directores y 12 de 9 directores.

En el 2020 en el área técnica se ha trabajado en 4 proyectos:

Desarrollo de una antena de alta ganancia

Las motivaciones para la construcción de esta nueva antena fueron: Contar con un nuevo modelo que tenga mayor ganancia, para realizar enlaces más distantes, lo cual aporta en la reducción de los consumos de energía por parte de los equipos vinculados: radio y baterías, aumentando la expectativa de vida y generando ahorro para el IG al evitarse recambios por estos conceptos.

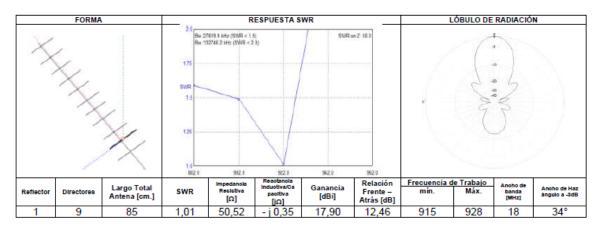


Figura 21. Características técnicas de la nueva antena

Este modelo de antena ya está instalado en campo con óptimos resultados.

Desarrollo de un recolector de ceniza automático



Campus Ing. José Rubén Orellana

El objetivo es facilitar la recolección de ceniza, que hasta la actualidad es totalmente manual y con sus múltiples limitaciones, para lo cual se está diseñando un recolector con 32 depósitos de 250 cm3, con GPS para registro de tiempo de muestreo, conectividad Ethernet y memoria para los registros de muestreo. La tecnología que se está utilizando es en base a Arduino. Las actividades realizadas del proyecto durante el 2020 son las siguientes:

- 1. Construcción de base de madera del recolector
- 2. Adecuación de base de madera del recolector
- 3. Pruebas de componentes móviles del cenizómetro con la incorporación de motores
- 4. Programación de tarjeta Arduino para:
- Control de los motores
- Control de calendario
- Registro de eventos en memoria SD
- Captura de imágenes y guardado en memoria SD
- 5. Reconocimiento de posición de muestreo mediante sensores de posicionamiento.
- 6. Búsqueda de nuevos materiales para evitar inconvenientes por el uso de base de madera, MINKAFAB propone la utilización policarbonato y el uso de una cortadora LASER para la realización de los cortes necesarios para la base.

Diseño de elementos en programa de desarrollo Autodesk Inventor para que estos sean elaborados en una impresora 3D.



Campus Ing. José Rubén Orellana

Al momento de realizar las pruebas de posicionamiento, se identificó un problema por las propiedades de la madera, ya que este se doblaba simplemente con el peso del ducto, además lo huecos no fueron realizados con gran precisión y daba problemas con el posicionamiento del tubo repartidor de ceniza.

Dadas las bondades de la cortadora Laser, también se vio la necesidad de utilizar una impresora 3D para el diseño de los depósitos de almacenamiento de ceniza y adicionalmente MINKAFAB recomendó la utilización de un engranaje del tipo STRAIN WAVE, para el cual al momento se están cotizando materiales mecánicos (Rodamientos) necesarios para la construcción del mismo y poder continuar con el desarrollo del proyecto.



Figura 22. Pruebas del prototipo incluyendo los motores

Desarrollo de la plataforma para administración y control de calidad de las redes de transmisión.

Durante el año 2020 se vino trabajando en el ingreso de cientos de estaciones remotas, en la implementación de diversos scripts desarrollados en varios lenguajes de programación



Campus Ing. José Rubén Orellana

como Pyhton, PHP e incluido base de datos para dar funcionalidad a diversos módulos que tiene el sistema de código abierto Zabbix.

Actualmente la base de datos de Zabbix esta alimentado con alrededor de 632 host de las diferentes redes hibridas que tiene el IG EPN, como GPS, equipos sísmicos, cámaras, equipos de telecomunicaciones, DOAS, etc.

Los trabajos pendientes por realizarse son la implementación de SLA (Service Level Agreement), interfaz de reporte, implementar módulo de mantenimiento de host y la actualización a la versión 5.0 de Zabbix con la finalidad de obtener mayores prestaciones.

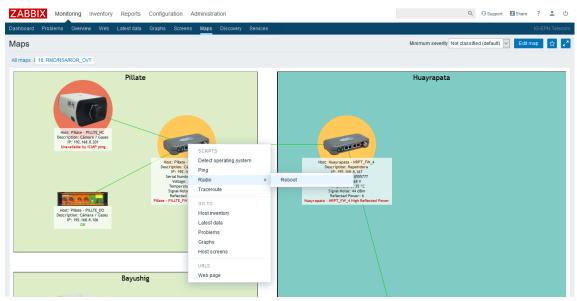


Figura 23. Funcionalidades implementadas en el módulo Maps.

Estudio de los campos Electromagnéticos que acompañan la actividad sísmica y volcánica en los complejos volcánicos Chiles y Reventador

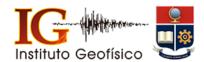
Durante el 2020 se ejecutó el Proyecto CEPRA XIII-2019-11 Campos electromagnéticos, en trabajo conjunto con la Universidad Politécnica Salesiana y la Universidad San Francisco, dentro del cual se realizaron las siguientes actividades:



- Adquisición de equipos informáticos
- Configuración y pruebas del sistema de comunicaciones con tecnología LORA en laboratorio y campo
- Diseño de la red de comunicaciones en el Volcán Chiles y sus variantes.
- Instalación de dos magnetómetros en el Volcán Chiles, junto con el sistema de transmisión.
- Análisis y procesamiento de datos.
- Presentación de poster del proyecto
- Participación en el VII Congreso Ecuatoriano de tecnologías de la Información y
 Comunicación TICEC 2020



Figura 24. Sistema de comunicación Lora



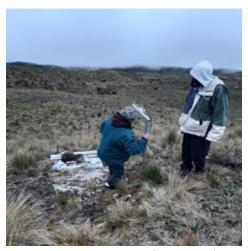
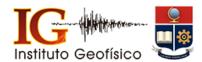


Figura 25. Ajustando azimuth



Figura 26. Red instalada en Volcán Chiles



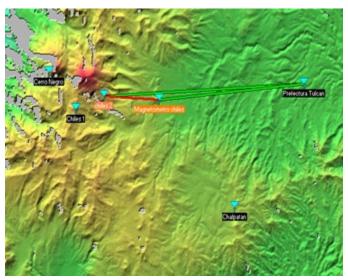


Figura 27. Magnetómetro instalado

IG Institute Coefficient

Campus Ing. José Rubén Orellana

Área de Sistemas

Infraestructura Informática

Mucho del trabajo del Área de Sistemas se concentra en mantener operativo la red de

computadores y servidores junto con la red de comunicación y los diferentes aplicaciones y

sistemas que permiten un monitoreo constante de la actividad sísmica y volcánica en el

país.

Es así que durante la pandemia el Instituto Geofísico continuó con sus labores de monitoreo

sin interrupciones, en horarios 24/7 facilitando el teletrabajo y las diversas actividades para

mantener informada a la población.

A nivel del centro de datos y con las dificultades económicas se logró lo siguiente:

1. Implementar redundancia eléctrica regulada con la integración de un UPS de 20kVA

2. Ampliación del almacenamiento con un nuevo Storage, tecnología basada en

conexiones sobre fibra canal con velocidades de hasta 32Gbps

3. Un mantenimiento constante de la plataforma perimetral para ofrecer el servicio de

VPN en tiempo de pandemia

Aplicaciones

Se elaboró un aplicativo web con la finalidad de automatizar algunos procesos que se

ejecutan de manera semi – automática y se mejoró la funcionalidad de otros procesos

automatizados.

A nivel de producción se tiene:

1. Proceso Automatizado

45

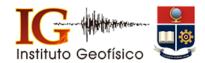


Campus Ing. José Rubén Orellana

- Informe Sísmico Especial
- Infografía Volcánica
- 2. Proceso mejorado de acuerdo con nuevas necesidades
- Informe Periódico Volcánico Diario
- Informe VONA
- IG al Instante
- Sísmico
- Volcánico

La realización de estos productos implica varias actividades como las siguientes:

- CAGV: Levantamiento de Requerimiento
- CAGV: Elaboración del Modelo de Datos del Requerimiento
- CDVR: Análisis y Diseño del Requerimiento
- CDVR: Desarrollo de la Aplicación
- Pruebas
- Paso a Producción del Aplicativo
- Capacitación al usuario
- CDVR: Mantenimiento del Aplicativo
- Soporte a Usuario del Aplicativo



Campus Ing. José Rubén Orellana

A nivel de prototipo se avanzó en dos submódulos para el tratamiento y reportería de:

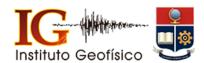
- Gases SO2
- Publicación Automática de Informes en Sitio Web: permite que los informes automatizados se carguen automáticamente en el sitio web

A continuación, se muestra capturas de pantalla de los siguientes productos de la aplicación:

- a) Menú principal del aplicativo
- b) Infografía Volcánica
- c) Informe Periódico Diario
- d) Informe Sísmico Especial
- e) IG Al Instante Volcánico



Figura 28. Menú principal del aplicativo para publicación



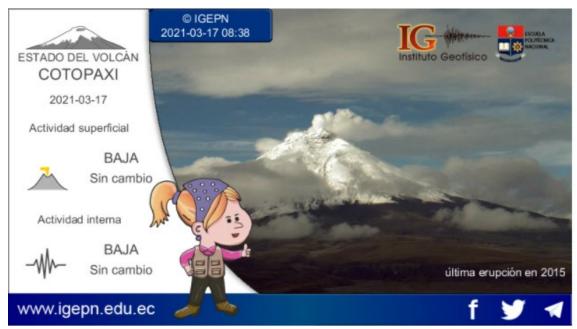


Figura 29. Infografía Volcánica



Campus Ing. José Rubén Orellana



INSTITUTO GEOFÍSICO

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

Campus Ing. José Rubén Orellana

Hasta (Fecha y hora): 2021-04-17 11:00:00

INFORME DIARIO DEL VOLCAN REVENTADOR No. 2021-107

Quito, sábado 17 de abril de 2021

Desde (Fecha y hora): 2021-04-16 11:00:00

Nivel de Actividad

Superficial: Moderada Interna: Moderada Tendencia Superficial: Ascendente Tendencia Interna: Sin cambio



Foto: Cámara Copete. Emisión de gases y ceniza. 17/04/2021 06:54 TL.

Sismicidad:

| Tipo E | Total | |
|-------------------|---------|----|
| Explosión | (EXP) | 65 |
| Largo Período | (LP) | 78 |
| Tremor de Emisión | (TREMI) | 6 |
| Tremor Armónico | (TRARM) | 3 |

Lluvias / Lahares:

Se registraron leves lluvias en la zona del volcán sin haber provocado lahares.

Columna de emisión / ceniza:

Se observaron emisiones de gases y ceniza entre los 800 y 1000 metros sobre el nivel del cráter en dirección Nor-Oeste, y Oeste. La Washington VAAC reportó emisiones de gases y ceniza hasta los 688 metros sobre la cumbre en dirección Oeste.

Otros Parámetros de

Monitoreo:

FIRMS registró 2 alertas termales, MIROVA reportó 1 alerta termal baja durante las últimas 24

Observación:

El sector del volcán permaneció parcialmente despejado desde la noche de ayer hasta el inicio de la mañana de hoy. Se observaron explosiones, incandescencia en el cráter y el rodar de bioques hasta los 400 metros bajo la cumbre por todos los flancos del volcán.

Glosario de Términos

Estado del Volcán

Nivel de Alerta - SNGR:

SNGR - Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos

Instituto Geofisico

Escuela Politécnica Nacional

Teléfonos: 59322225655; 59322225627; Fax: 59322567847 Dirección: Av. Ladrón de Guevara E11-253 - Fac. Ing. Civil y Ambiental - 6to Piso Página Web: www.igepn.edu.ec Email: geofisico@igepn.edu.ec Apartado Postal 2759 - Quito, Ecuador Página 1 de 1



Campus Ing. José Rubén Orellana



INSTITUTO GEOFÍSICO ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

Campus Ing. José Rubén Orellana

Informe Sísmico Especial No. 2020-007 ENJAMBRE SÍSMICO FRENTE A LAS COSTAS DE JAMA

Quito, viernes 04 de septiembre de 2020

El día jueves 03 de septiembre de 2020 a las 21h14 TL, se registró un sismo de magnitud 3.7 MLv, cuyo epicentro se localiza en Near Coast of Ecuador.

En la figura 1.a se muestra la localización del evento (Latitud: 0.20° S, Longitud: 80.64° W, Profundidad: 12.7km) del día jueves 03 de septiembre de 2020 tiempo local, con una magnitud de 3.7 MLv, y sus eventos asociados.

Luego de este evento y hasta las 03h47 del día de hoy, se registraron 9 sismos más en la misma región, dando lugar a lo que se conoce como un enjambre sísmico, es decir, la ocurrencia de varios sismos de magnitudes aproximadamente similares en un lapso de tiempo corto. Debe señalarse que hay enjambres que pueden durar días, semanas e incluso meses.

En la Figura 1.b se presenta el mecanismo focal del evento de mayor magnitud dentro de este enjambre, que ocurrió a las 21h17 TL; su magnitud fue 4.6 MLv, 4.3 Mw (magnitud preferida con inversión de formas de onda: Método FMNEAR). En la figura constan las estaciones utilizadas para la determinación del mecanismo y la Mw. Estos eventos ocurrieron en la zona de contacto entre la placa oceánica en subducción bajo la placa continental. El mecanismo inverso que presenta el sismo de mayor magnitud, corrobora este movimiento.

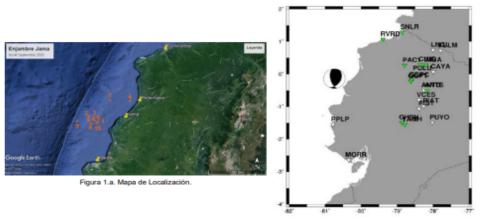


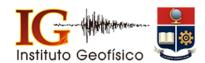
Figura 1.b. Mecanismo Focal

Hasta la publicación de este informe se tiene un total de 9 eventos asociados con magnitudes entre 2.70 y 4.60.

| Hora | Magnitud | Ubicación |
|---------------------|----------|-----------------------|
| 2020-09-03 21:14:52 | 3.7 MLv | Near Coast of Ecuador |
| 2020-09-03 21:17:30 | 4.6 MLv | Near Coast of Ecuador |
| 2020-09-03 21:54:48 | 2.9 MLv | Near Coast of Ecuador |

Teléfonos: 59322225655; 59322225627; Fax: 59322567847 Dirección: Av. Ladrón de Guevara E11-253 - Fac. Ing. Civil y Ambiental - 6to Piso Página Web: www.jepn.edu.ec Email: geofisico@igepn.edu.ec Apartado Postal 2759 - Quito, Ecuador

Figura 31. Informe Sísmico Especial



Campus Ing. José Rubén Orellana



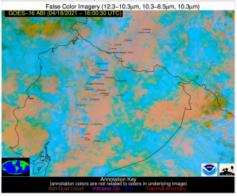
INSTITUTO GEOFÍSICO ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

Campus Ing. José Rubén Orellana

IGAIInstante Informativo VOLCÁN SANGAY Nº 2021-073

Quito, domingo 18 de abril de 2021

Hoy 18 de abril, se observa en el satélite GOES-16 una emisión de ceniza proveniente del volcán Sangay. La emisión se dirige hacia el occidente del volcán y pudiese causar una leve caída de ceniza en algunas poblaciones de las provincias de Chimborazo. Se recomienda tomar las precauciones necesarias.



Emisión de ceniza observada en satélite.

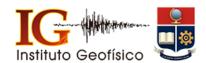
El Instituto Geofísico se encuentra monitoreando y cualquier novedad será informada.

VALLEJO S, VILLARREAL E Instituto Geofísico Escuela Politécnica Nacional

Figura 32. IG Al Instante Volcánico

Visualización de datos

La forma más práctica de analizar y revisar los datos es mediante gráficos ya que logran sintetizar en una sola imagen un gran número de registros y varias variables. Adicionalmente, algunas aplicaciones pueden representar las relaciones de la data entre varios gráficos dentro de un tablero. Para este objetico en el año 2020 se implementó dos soluciones para la visualización de los datos, una con una aplicación libre y otro con una aplicación propietaria.



Campus Ing. José Rubén Orellana

Estas aplicaciones generan gráficos dinámicos que pueden ser analizados con mayor detalle gracias a la funcionalidad implementada a nivel de menús.

Adicionalmente se añadió a un servidor Zabbix datos de control de calidad de las estaciones de Monitoreo.

Control de calidad de las estaciones con Zabbix

Para facilitar la monitorización de las estaciones se desarrolló un script que envía información del módulo QCLOG de SC3 hacia el servidor Zabbix. Esto permite una revisión más sencilla de los parámetros de QC, implementación de alertas y resolución de problemas.

| All dashboard | s / Dashb | ooard | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-----------------|-------|------------|--------------|------------|--------------|---------------|----------------|--------------|----------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Data overv | riew | | | | | | | | | | | | | |
| Hosts | qc_availability | | sc_delay | sc_gaps_cour | sc_latency | sc_offset | sc_overlaps_c | sc_ping_avail. | sc_ping_resp | sc_ms | sc_spikes_arr | sc_spikes_col | sc_spikes_int | sc_timing_qu≀ |
| 24MA_HNZ | | | | | | | | 0 % | 0 | | | | | |
| AAM2_HNZ | 10 | 0 % | 7s 265.8ms | 0 | 2s 69.1ms | 39349.962 | 0 | 100 % | 60.3ms | 287.1739 | 40870 | 1 | 0 | 99 % |
| AAT1_HNZ | 10 | 0 % | 6s 912.9ms | 0 | 2s 308.2ms | -22853.0443 | 0 | 100 % | 55.9ms | 184.2022 | | | | 99 % |
| AATC_HNZ | 10 | 0 % | 3s 36ms | 0 | 5s 637.2ms | 4457.8353 | 0 | 100 % | 86.7ms | 13.3603 | 6386 | 1 | 0 | 100 % |
| ABAB_HNZ | | | | | | | | 0 % | 0 | | | | | |
| ABH2_HNZ | 10 | 0 % | 6s 415.1ms | 0 | 5s 704ms | 1047135.9115 | 0 | 100 % | 270.6ms | 8.7978 | 1048691.3333 | 3 | 53s 565ms | 100 % |
| ABH3_HNZ | 10 | 0 % | 6s 711.6ms | 0 | 4s 822.1ms | 1158383.4374 | 0 | 100 % | 206.8ms | 28.6845 | 1160345 | 1 | 0 | 100 % |
| AC07_HNZ | 10 | 0 % | 6s 559.5ms | 0 | 6s 503.2ms | 944092.3639 | 0 | 100 % | 9.2ms | 8.5467 | | | | 100 % |
| ACBZ_HNZ | 10 | 0 % | 6s 408.9ms | 0 | 5s 727.3ms | 1122833.7949 | 0 | 100 % | 20.7ms | 10.3968 | | | | 100 % |
| ACH1_HNZ | | | | | | 3675719.7706 | | 100 % | 139.8ms | 20.3902 | | | | 100 % |
| ACH2_HNZ | 10 | 0 % | 6s 539.9ms | 0 | 5s 635.9ms | 913513.9827 | 0 | 100 % | 71.9ms | 10.2014 | | | | 100 % |
| ACHN_HNZ | 10 | 0 % | 7s 560.7ms | 0 | 4s 732.8ms | 1163435.9169 | 0 | 100 % | 702.1ms | 40.9736 | | | | 100 % |
| ACOT_HNZ | | | | | | | | 0 % | 0 | | | | | |
| ACUE_HNZ | 10 | 0 % | 6s 444.8ms | 0 | 5s 639.2ms | 1202679.3379 | 0 | 100 % | 12ms | 11.4066 | 1207060 | 1 | 0 | 100 % |
| AEPN_HNZ | | | | | | | | 0 % | 0 | | | | | |
| AES1_HNZ | | | | | | | | 0 % | 0 | | | | | |
| | | | | - | | | - | | | | | - | | |

Figura 33. Una de las gráficas mostrando datos de la calidad de las estaciones de monitoreo del sistema SC3

Campus Ing. José Rubén Orellana

Grafana

Grafana es un servidor de código abierto para visualización de series de tiempo, la mayoría de los datos del IG son series de tiempo que vienen de los sensores, aunque estos datos no los más indicados para la visualizarlos con grafana, esta herramienta es muy útil para series de tiempo derivadas del procesamiento como los valores de RSAM, datos de control de calidad e información de eventos sísmicos de la base de SC3.

A continuación, se muestra tres ejemplos de visualización:

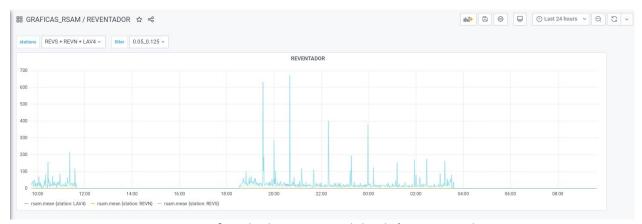
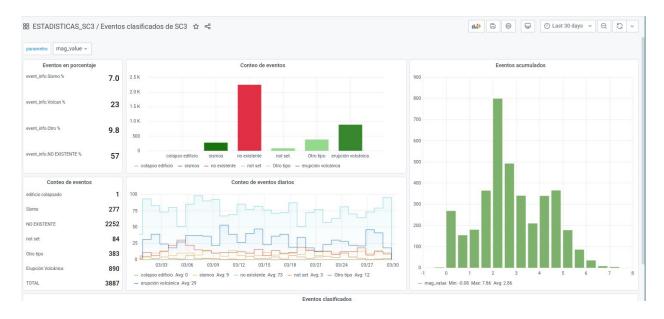


Figura 34. Grafica de datos RSAM del volcán Reventador





Campus Ing. José Rubén Orellana

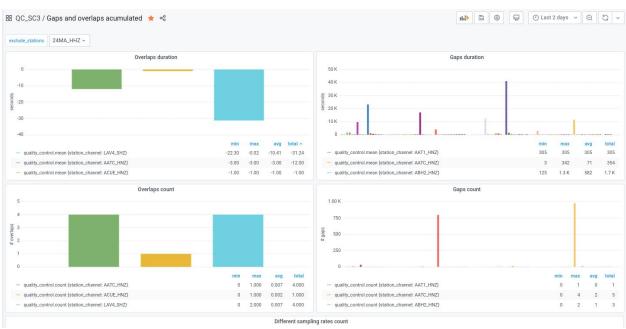


Figura 35. Grafica de clasificación de eventos del sistema SC3

Figura 36. Gráfico de datos de control de calidad de una estación de monitoreo

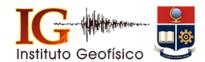
Power BI

Power BI, es una herramienta propietaria de Microsoft, más flexible y potente que Grafana, los usuarios se conectan con sus credenciales institucionales.

En esta herramienta se implementaron tableros de visualización para los datos de las bases de datos sísmicos de la tectónica regional y de los eventos sísmicos volcánicos localizados y no-localizados.

A continuación, se muestra algunos ejemplos de tableros:

- Actividad de las estaciones 1987-2011
- Estaciones y eventos sísmicos registrados
- Sismicidad con sus atributos



Campus Ing. José Rubén Orellana

- Eventos sísmicos volcánicos
- Eventos sísmicos no-localizados

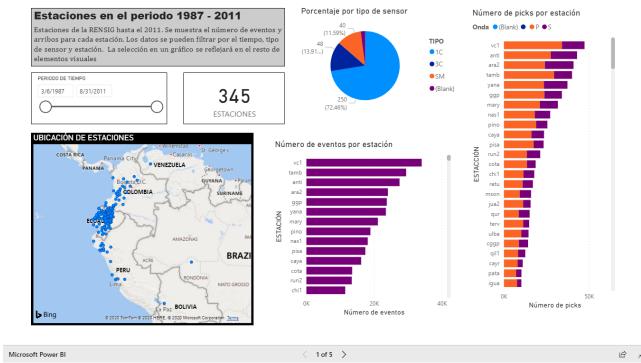
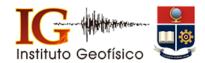


Figura 37. Tablero que muestra los datos de las estaciones. Número de eventos y número de picados por estación. Estos datos pueden filtrarse en el tiempo, esto ajustará automáticamente todos los gráficos. Todos los gráficos en el tablero sirven como filtros y cualquier selección ajusta al resto de gráficos.



Campus Ing. José Rubén Orellana

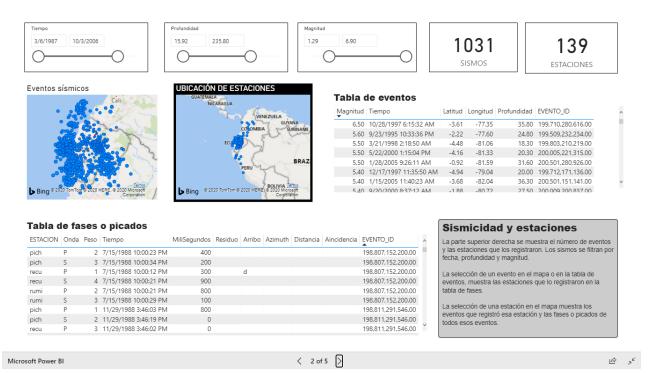
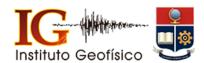


Figura 38. Tablero en el que se muestra el número de sismos y estaciones, los tiempos de arribo a las estaciones y los atributos de cada evento que registraron. Seleccionado una estación se muestra todas las fases de esta. Si se selecciona un evento se muestra las estaciones que lo registraron. Además, los sismos pueden filtrarse por fecha, profundidad y magnitud y como en el caso anterior, todos los gráficos se actualizan con cualquier cambio de uno de ellos. En las tablas, los datos pueden ordenarse de manera ascendente o descendente por cualquier campo.



Campus Ing. José Rubén Orellana

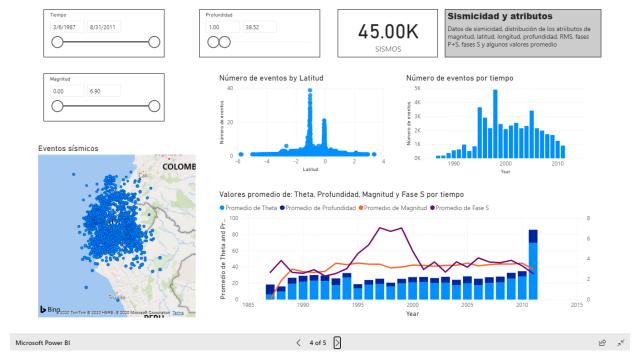
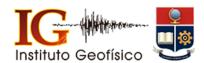


Figura 39. El cuarto tablero muestra la sismicidad con sus atributos. en un mapa de puntos y un mapa de densidad. Los sismos pueden filtrarse por fecha, profundidad y magnitud y se actualizan con estos filtros. Una característica de los gráficos de número de eventos y valores promedio es que estos gráficos se muestran con los diferentes atributos: magnitud, latitud, longitud, profundidad, RMS, fases S y fases P+S y los gráficos en el tiempo son por años, meses y días.



Campus Ing. José Rubén Orellana



Figura 40. En el tablero se muestra los eventos sísmicos de cada volcán, seleccionable, conteos, promedios sus atributos, a nivel de gráfico y tabla.

Campus Ing. José Rubén Orellana

Tablero 5

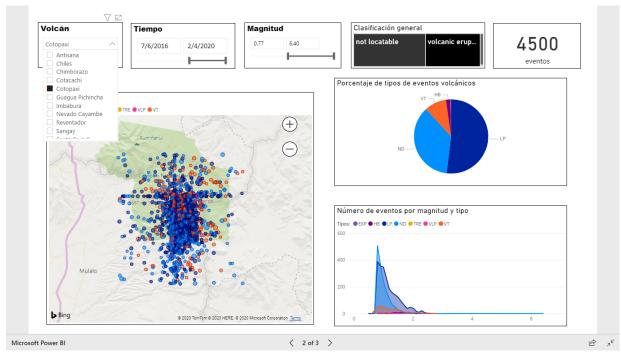


Figura 41. Mapa de los eventos sísmicos volcánicos localizados, filtrados por volcán, fechas y magnitud. Los gráficos de la derecha también filtran los datos por su tipo, sin embargo, muchos de estos datos no se encuentran con el tipo de evento. También se muestra la distribución para algunos de sus atributos

Mapas de peligro volcánico

En el año 2020 se publicó el mapa del volcán Guagua Pichincha y se cambió de formato el del volcán Cotopaxi. En estas páginas se encuentra toda la información y más detalle de la que se encuentra en el mapa físico.

A continuación, un par de capturas de estos mapas:



Campus Ing. José Rubén Orellana



Figura 42. Captura la página dedicada a mostrar los peligros del volcán Guagua-Pichincha

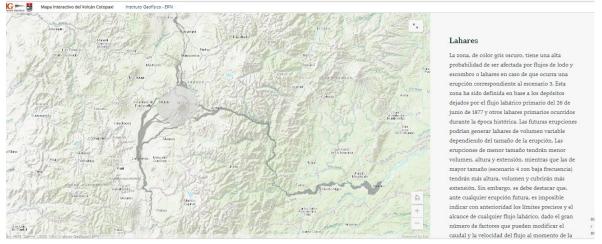
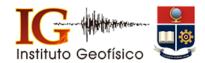


Figura 43. Captura la página dedicada a mostrar los peligros del volcán Cotopaxi

Accesos a la página web y redes sociales del igepn en el año 2020

Durante el año 2020 la página web del IGEPN tuvo 1'228,242 usuarios, teniendo un total de 19'264.721 páginas vistas y una media de 9.63 páginas por visita. El pico de visitas se dio el 20 de septiembre de 2020 con 58,810 usuarios, producto de la actividad del volcán Sangay y que ocasionó la caída de ceniza en las provincias Chimborazo, bolívar, los Ríos y de Guayas, especialmente en la ciudad de Guayaquil.



Campus Ing. José Rubén Orellana

En nuestras redes sociales tuvimos las siguientes estadísticas: Facebook con 1'407,476 seguidores; Twitter con 1'306,594 seguidores; YouTube con 4.868 suscriptores, Instagram con 12,263 seguidores y el canal público de Telegram con 4,988 suscriptores.

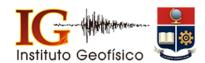
Por medio del formulario de descarga de datos la comunidad realizó 351 descargas de datos sísmicos y volcánicos.



Figura 44. Datos de los accesos a la página web del Instituto geofísico

Durante este año de confinamiento debido al virus COVID-19, el IG-EPN amplió su presencia en redes sociales, creando su cuenta oficial en la plataforma Instagram, ampliando la información publicada en el canal público de Telegram y realizando varios eventos en vivo en el canal oficial en Facebook, desde ruedas de prensa por la actividad del volcán Sangay hasta charlas encaminadas a la comunidad, como la Capacitación para Observadores Volcánicos o el Ciclo de Charlas "Cotopaxi: 5 años después".

Visitas al mapa del volcán Guagua Pichincha:



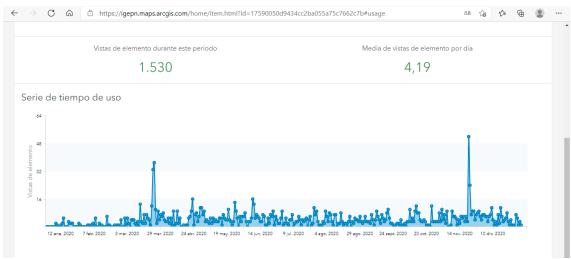


Figura 45. Visitas al mapa de peligro volcánico del Guagua Pichincha



Campus Ing. José Rubén Orellana

Área Administrativa Financiera

Plan Operativo 2020.- Evaluación

Presupuesto

Ejecución Presupuestaria 2020

El Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional de acuerdo con su misión y para el cumplimiento de los objetivos estratégicos, en el ejercicio económico 2020 administró su presupuesto por el valor de \$619.255,00 dólares en el Programa 83 GESTION DE LA INVESTIGACION, el mismo que se encuentra descompuesto en: Proyecto de Inversión "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" cuyo presupuesto codificado alcanza el valor de US\$ 330.007,41; transferencias corrientes del Presupuesto General del Estado por el valor de \$78.608,03 y los recursos de Autogestión por el valor de \$196.919,31. La ejecución del presupuesto se detalla en la siguiente tabla:

| PROG AREAS PROGRAMAS Y PROYECTOS MAS Y PROYECTOS | | Comprometido | Devengado | Ejecución / devengado | Ejecución / compromiso | Ejecución / disponibilidad |
|--|------------|--------------|------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| AUTOGESTION | 196.919,31 | 83.165,80 | 82.737,89 | 42,02% | 42,23% | 57,14% |
| Proyecto Generación de Capacidades para la Difusión de Alertas | | 323.689,36 | 223.989,84 | 67,87%% | 98,09% | 92,91% |



Campus Ing. José Rubén Orellana

| DECRETO 78.608,03 | 77.329,64 | 77.329,62 | 98,37% | 98,37% | 98,37% |
|--------------------------|-----------|-----------|---------|----------|---------|
| DECRETO 78.608,03 | 77.329,64 | 77.329,62 | 98,37% | 98,37% | 98,37% |
| 76.006,03 | 77.329,04 | 77.329,02 | 30,3770 | 30,37 /0 | 30,37/0 |

Tabla 2. Ejecución del presupuesto Fuente: Sistema ESIGEF

Con la finalidad de observar la orientación de la planificación del Instituto Geofísico, es necesario evidenciar hacia donde se canalizaron los recursos financieros asignados al Instituto en el ejercicio 2019, por lo cual se presenta la ejecución del presupuesto por Grupo de Gasto, en la siguiente tabla:

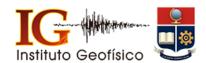
Montos codificados, comprometidos y devengados por grupo de gasto

| GRUPO DE GASTO | Monto | Monto | Monto |
|--------------------------------------|--------------|--------------|------------|
| | Codificado | Comprometido | Devengado |
| 53 Bienes y servicios de consumo | 390.044,00 | 257.510,15 | 221.028,35 |
| 57 Otros gastos corrientes | 121.756,00 | 118.697,50 | 118.697,49 |
| 73 Bienes y Servicios para Inversión | 232.508,60 | 166.012,72 | 165.979,69 |
| 77 Otros Gastos de Inversión | 1.246,00 | 101,34 | 101,34 |
| 84 Bienes de Larga Duración | 435.600,00 | 375.207,62 | 316.599,34 |
| TOTAL US\$ | 1.181.154,60 | 917.529,33 | 822.406,21 |

Tabla 3. Montos codificados, comprometidos y devengados por grupo de gasto.

El cuadro corresponde a la distribución de la ejecución presupuestaria por Grupo de Gasto, en el mismo se puede observar que la mayor aplicación del gasto corresponde al grupo, Bienes de Larga Duración, por adquisiciones de computadoras de alto procesamiento,





Campus Ing. José Rubén Orellana

equipos para investigación, equipos de monitoreo y otros que ascienden al valor de \$ 316.599,34 y que en términos relativos representa el 38.50%.

En segundo lugar, se encuentra el grupo, Bienes y Servicios de Consumo, tales como servicios básicos; servicios generales; materiales de oficina y aseo; capacitación; gastos de informática; edición, impresión, reproducciones, publicaciones, suscripciones, fotocopiado, por el valor de \$ 221.028,35 que equivale al 26.88%.

En tercer lugar, tenemos el grupo Bienes y Servicios para Inversión, tales como telecomunicaciones; mantenimiento de equipos; mantenimiento de vehículos, mantenimiento y reparaciones de edificios, locales y residencias; adquisición de repuestos, accesorios, insumos, bienes materiales y suministros, necesarios para el desarrollo de las actividades de monitoreo sísmico y volcánico, que ascienden el valor de \$ 165.979,69 y que en términos relativos es el 20.18%.

Sigue el grupo, Otros Gastos Corrientes, que comprende gastos por concepto de impuestos, tasas generales, seguros, comisiones, generados por las actividades operacionales, por un valor de \$ 118.697,49 y que representa el 14,43 %.

Por último, se halla el grupo, Otros Gastos de Inversión, por \$101.34 que corresponde a tasas y comisiones, que representan un valor marginal.

A continuación, se muestra un cuadro gráfico con el resumen de la ejecución presupuestaria del año 2020



Campus Ing. José Rubén Orellana

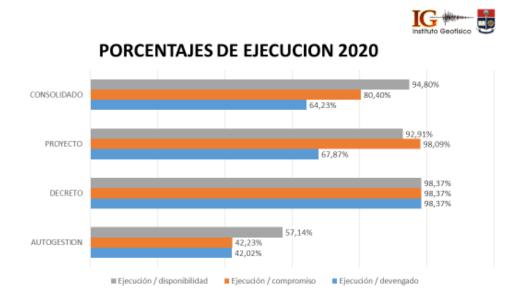


Figura 46. Porcentajes de ejecución 2020.

Compras Públicas

A continuación, se presenta un cuadro con el resumen de los procesos de contratación de compras públicas realizados en el año 2020 por tipo de contratación.



Campus Ing. José Rubén Orellana

| PROC | CESOS DE CONT | RATACIÓN Y CO | MPRAS PÚBLIC | AS DE BIENES Y | SERVICIOS |
|--------------------------------|--|---------------|-----------------|----------------|--|
| | | ESTADO A | ACTUAL | | link de verificacion |
| TIPO DE | Adjud | dicados | Finali | zados | |
| CONTRATACIÓN | Número Total | Valor Total | Número Total | Valor Total | |
| Ínfima Cuantía | 38 | 360.843,89 | 38 | 360.843,89 | https://www.compra spublicas.gob.ec/Proc esoContratacion/com pras/IC/buscarInfima. cpe# |
| Subasta Inversa Electrónica | 5 | 222.270,92 | 2 | 41.995,24 | https://www.compra spublicas.gob.ec/Proc esoContratacion/com pras/PC/buscarProces o.cpe?trx=50007# |
| Menor Cuantía | 2 | 53753,54 | 2 | 53753,54 | https://www.compra spublicas.gob.ec/Proc esoContratacion/com pras/PC/buscarProces o.cpe?trx=50007# |
| Régimen Especial | 8 | 381.701,76 | 6 | 276.891,95 | https://www.compra spublicas.gob.ec/Proc esoContratacion/com pras/PC/buscarProces o.cpe?trx=50007# |
| Catálogo Electrónico | 2 Procesos (con 51 órdenes de compra) | 1588,65 | 2 | | https://catalogo.com praspublicas.gob.ec/o rdenes |
| | | 1.020.158,76 | | 735.073,27 | |

Tabla 4 Procesos de contratación y compras públicas de bienes y servicios.

El monto total de adquisiciones para el año 2020 certificado fue de \$1'020.159,76, que luego de los procesos contractuales fue adjudicado por \$961,947.45, lográndose un ahorro importante de recursos. Se realizaron 15 procesos de adquisición de bienes y/o servicios, de los cuales están pendientes por finalizar 5 procesos en el año 2020. Además, se realizó



Campus Ing. José Rubén Orellana

una adquisición por catálogo electrónico y varias por ínfima cuantía que fueron reportadas al SERCOP de acuerdo a la normativa legal vigente.

El IG hacia la comunidad

Informes regulares, Charlas, Entrevistas y Publicaciones Científicas

Dentro de las actividades cotidianas se emiten informes periódicos e instantáneos con el fin de informar a la comunidad y a las autoridades sobre la actividad sísmica volcánica en el país. En el 2020 se emitieron 2745 informes volcánicos entre todos los tipos y 241 informes sísmicos. El detalle se encuentra en la Figura 47.



Figura 47. Informes volcánicos y sísmicos emitidos en el año 2020.

Durante el año 2020 el IGEPN realizó 67 charlas a través de diferentes plataformas digitales de gran alcance como ZOOM, Facebook Live, TEAMS, entre otros. Esto permitió seguir transmitiendo información y capacitando sobre la actividad sísmica y volcánica en el país durante el año 2020. Se detallan estas capacitaciones, charlas e intercambio en la Tabla 5.



| PRESENTADOR/A | AUTORES | TITULO | CONFERENCIA/C ONGRESO/EVEN TO | PLATAFO RMA | FECHA | HORA | LINK | Asiste ncia |
|--|--|--|---|-------------------------|----------|-------|--|--------------------------------|
| Marco Córdova | Marco Córdova, Santiago Santamaría | Vigilancia de la amenaza volcánica en el Ecuador (monitoreo y mapas de peligro volcánico) | Clase de riesgos naturales y tecnológicos, Ingeniería Ambiental EPN | Zoom | 11-12-20 | 09h00 | no aplica | |
| Elizabeth Gaunt | Elizabeth Gaunt | Vulcanología para niños | Charla a niños de grado 4 del British School, Quito | Canvas | 02-12-20 | 11h00 | | |
| Elizabeth Gaunt | Elizabeth Gaunt | Sismología para niños | Charla a niños de grado 3 del British School, Quito | Canvas | 02-12-20 | 09h00 | | |
| Benjamin Bernard | | Vigilancia de la ceniza volcánica en Ecuador | Intercambio INETER | Zoom | 24-11-20 | 16h00 | no aplica | 10 |
| Silvana Hidalgo | Silvana Hidalgo1, Jean Battaglia2, Santiago Arellano3, Daniel Sierra1, Benjamin Bernard1, René Parra4, Peter Kelly5, Florian Dinger6,7, Charlotte Barrington8, Pablo Samaniego2 | La erupción del 2015 del volcán Cotopaxi | Ciclo de Charlas de Ingeniería Civil y Ambiental | Zoom | 19-11-20 | 11h00 | | 28 |
| Silvia Vallejo Vargas | | Vigilancia térmica y visual de volcanes ecuatorianos | Unidad Cultural Escuela Politécnica Nacional | Facebook | 12-11-20 | 18h00 | https://www.Facebook.com/1 490635751263430/videos/785 362805641390 | 9800 repro ducci ones |
| Francisco Vásconez | Francisco Vásconez, Silvana hidalgo, Jean Battaglia, Stephen Hernandez, Benjamin Bernard, Patricio Ramón, Diego Cópola, Marcelo Ortiz, Marco Almeida, C. Liorzou | Volcán Sangay resumen de los últimos 20 años de actividad | Ciclo de conferencias: Erupciones volcánicas: Estrategias para la prevención y mitigación del riesgo volcánico (Perú) | Zoom + Facebook | 05-11-20 | 16h00 | https://www.Facebook.com/2 60688760608386/videos/7271 41061217412 | 7800 repro ducci ones |
| Silvana Hidalgo | | The ecuadorian arc - a wide perspective | SZ4D | Zoom | 23-10-20 | 13h00 | www.sz4d.com | 65 |
| Silvia Vallejo Vargas | | El Sistema de Alerta Temprana aplicado a erupciones volcánicas | Seminario: Avances tecnológicos en el Ecuador, para la alerta temprana ante eventos peligrosos | Zoom | 21-10-20 | 10h00 | Facebook Live de Servicio Nacio Gestión de Riesgos y Emergei | |
| Silvia Vallejo Vargas | | Vigilancia térmica en volcanes ecuatorianos | EXPO GEOCIENCI AS 2020/ESPOL | Zoom | 17-10-20 | | | |
| Silvia Vallejo Vargas | | Vigilancia sísmica, geodésica y satelital de volcanes: caso del volcán Tungurahua (Ecuador) | Gestión de riesgos volcánicos | Video Pregrabad o | 15-10-20 | | no aplica | |
| Marjorie Encalada, Marco Córdova | Marjorie Encalada, Santiago Santamaría, Benjamin Bernard, Marco Córdova | Vulcanología para niños, volcanes Ecuador, Volcán Chalupas. | Charla a niños de 5to de básica del Colegio Británico | Zoom | 07-10-20 | 08h00 | no aplica | 47 perso nas |



| Marjorie Encalada | Marjorie Encalada, Santiago Santamaría, Benjamin Bernard. | Vulcanología para niños, volcanes del Ecuador. | Charla a niños de 5to de básica de la Unidad Educativa Particular Terra NOVA | Zoom | 02-10-20 | 8h15 | no aplica | 80 perso nas |
|-----------------------------|--|--|---|--|----------|-------|---|---|
| Benjamin Bernard | | Participación del IG-EPN en el PAT ceniza de la Cruz Roja | Desarrollo de Planes de Acción Temprana enfocados en la dispersión de Ceniza Volcánica | Zoom | 02-10-20 | 10h00 | no aplica | 15 |
| Silvana Hidalgo | IG-EPN | Erupción 20 de septiembre volcán Sangay | Facebook Live | Facebook Live | 21-09-20 | 14h00 | IG-Facebook Live | 50000 repro ducci ones |
| Francisco Vásconez | Francisco Vásconez, Silvana hidalgo, Jean Battaglia, Stephen Hernandez, Benjamin Bernard, Patricio Ramón, Diego Cópola, Marcelo Ortiz, Marco Almeida, C. Liorzou | Volcán Sangay resumen de los últimos 20 años de actividad | I ciclo de conferencias en geociencias: Geotermia y Volcanismo | gotomeet | 05-09-20 | 16h00 | no aplica | 30 |
| Francisco Vásconez | Francisco Vásconez, Scott Watson, Daniel Andrade, Pablo Samaniego, Jeremy Phillips, Edwin Simbaña | Evaluating lahar risk at the Rio Blanco, western valley of Cayambe volcano: NEW KNOWLEDGE | Tomorrow Cities | Zoom | 04-09-20 | 08h00 | no aplica | 60 |
| Alexandra Alvarado | Alexandra Alvarado, IG-EPN | Fallas geológicas activas en el Callejón Interandino | Geoparque Imbabura | Zoom + Facebook | 28-08-20 | 16h00 | https://www.Facebook.com/wa /?v=729171407815700&ref=wa malink | |
| Marjorie Encalada | Marjorie Encalada, IG - EPN | Vigilancia del volcán Sangay (Ecuador) en tiempos de pandemia | Ciclo de conferencias "Volcanes y comunidad: Impacto de las erupciones volcánicas en la sociedad moderna" | Streamyar d + Facebook Live (Ingemme t) + You Tube (Alvo) | 26-08-20 | 10h10 | https://www.You Tube.com/watch?v=SUUKyGFz uvw | 200 (prom edio en fbLive), 371 (You Tube) |
| Juan Gabriel Barros L. | Juan Gabriel Barros L., IG-EPN | Amplificación del Movimiento del Suelo y los métodos geofísicos para su determinación. | Charla Magistral Universidad Católica de Cuenca | Zoom | 26-08-20 | 18h00 | | aprox. 50 |
| Silvana Hidalgo | Silvana Hidalgo1, Jean Battaglia2, Santiago Arellano3, Daniel Sierra1, Benjamin Bernard1, René Parra4, Peter Kelly5, Florian Dinger6,7, Charlotte Barrington8, Pablo Samaniego2 | Evolution of Cotopaxi 2015 Eruption Revealed by Combined Geochemical and Seismic Observations | AAPG Andean Basins | Zoom | 21-08-20 | 16h30 | | 110 |
| Sandro Vaca, Diana Saqui | Sandro Vaca, Diana Saqui | ¿Qué hacer cuando la Tierra tiembla? | Curso vacacional "Planeta Tierra: más allá de tus ojos" | Zoom | 21-08-20 | 09h00 | no aplica | 203 |
| Mario Ruiz | Mario Ruiz, Andrea Córdova, Andrea García | Monitoreo Volcánico: Estado de los volcanes de Imbabura | Imbabura Geoparque Mundial | Zoom | 21-08-20 | 16h00 | Facebook Live de Imbabura Geo Mundial | parque |
| Sandro Vaca, Diana Saqui | Sandro Vaca, Diana Saqui | ¿Cómo nos afectan los sismos? | Curso vacacional "Planeta Tierra: | Zoom | 20-08-20 | 09h00 | no aplica | 215 |



| | | | más allá de tus ojos" | | | | | |
|--|---|---|---|----------------------------|----------|-------|--|-----------------------|
| Benjamin Bernard | Benjamin Bernard, IG-EPN | ¿Cómo nos preparamos para la siguiente erupción? | Cotopaxi 5 años después | Facebook | 20-08-20 | 17h30 | https://www.Facebook.com/6 63267810512102/videos/3534 98765658119/ | 459 |
| Silvana Hidalgo | IG-EPN | Cronología de la erupción del volcán Cotopaxi, 2015: Vigilancia instrumental | Ciclo de conferencias "Cotopaxi 5 años después" - día 2 | Zoom + Facebook | 19-08-20 | 15h30 | https://web.Facebook.com/IG EPNecuador/videos/31999955 60090997 | 300 (prom edio) |
| Sandro Vaca, Diana Saqui | Sandro Vaca, Diana Saqui | Origen y tamaño de los terremotos | Curso vacacional "Planeta Tierra: más allá de tus ojos" | Zoom | 19-08-20 | 09h00 | no aplica | 230 |
| Marco Almeida | IG-EPN | Cronología de la erupción del volcán Cotopaxi, 2015: Observaciones visuales | Ciclo de conferencias "Cotopaxi 5 años después" - día 2 | Facebook Live - Zoom | 19-08-20 | 16h00 | https://web.Facebook.com/IG EPNecuador/videos/31999955 60090997 | 300 (pron edio) |
| Sandro Vaca, Diana Saqui | Sandro Vaca, Diana Saqui | ¿Qué es la subducción? | Curso vacacional "Planeta Tierra: más allá de tus ojos" | Zoom | 18-08-20 | 09h00 | no aplica | 249 |
| Pedro Espín Bedón | IGEPN | Lanzamiento Plataforma VOLCANOMS (Panelista) | Lanzamiento de Plataforma VOLCANOMS organizado por Ckelar volcanes | Zoom + Facebook | 18-08-20 | 14h00 | https://www.Facebook.com/CIGIDE ideos/2646736928926398/ | |
| Pedro Espín Bedón | Pedro Espín Bedón, IG-EPN | Actualización del Mapa de Peligros del Cotopaxi | Ciclo de conferencias "Cotopaxi 5 años después" - día 1 | Zoom + Facebook | 18-08-20 | 17h30 | https://www.Facebook.com/IGEPN dor/videos/824783988056269/ | |
| Patricia Mothes | Patricia Mothes | Resumen de la historia geológica y eruptiva del volcán | Ciclo de confe "Cotopaxi 5 años día 1 | | 18-08-20 | 17h30 | https://www.Facebook.com/IGEPNe dor/videos/824783988056269/ | |
| Sandro Vaca, Diana Saqui | Sandro Vaca, Diana Saqui | La Tierra un planeta en cambio permanente | Curso vacacional "Planeta Tierra: más allá de tus ojos" | Zoom | 17-08-20 | 09h00 | no aplica | 234 |
| Alexandra Alvarado | Alexandra Alvarado, IG-EPN | Conversatorio 1868: relatos de un terremoto - Sismo 16 agosto 1868 – posible fuente. | Conversatorio Gestión de Riesgos | Zoom+ Facebook | 16-08-20 | 17h00 | | 554 |
| Mario Ruiz | P. Mothes, S. Hernández, G. Viracucha | Estudio de la Sismicidad Asociada a la Erupción del volcán Cotopaxi (Agosto 2015) | Webinar del Instituto Panamericano de Geografía e Historia | Zoom | 14-08-20 | 11h00 | https://bit.ly/3fWYuda | |
| Mario Ruiz | Mario Ruiz | Conversatorio 1868: Relatos de un Terremoto | Escuela Politécnica Nacional y Colectivo Ecuador con Gestión de Riesgos | Zoom | 14-08-20 | 17h00 | EPN Facebook Live | |
| Benjamin Bernard, Marjorie Encalada | Benjamin Bernard, Marjorie Encalada | Conociendo los volcanes del Ecuador Continental | Curso vacacional "Planeta Tierra: más allá de tus ojos" | Zoom | 14-08-20 | 09h00 | no aplica | |
| Benjamin Bernard, Marjorie Encalada | Benjamin Bernard, Marjorie Encalada | Conociendo los volcanes de Galápagos | Curso vacacional "Planeta Tierra: más allá de tus ojos" | Zoom | 13-08-20 | 09h00 | no aplica | 354 |
| Benjamin Bernard, Marjorie Encalada | Benjamin Bernard, Marjorie Encalada | Los fenómenos volcánicos | Curso vacacional "Planeta Tierra: | Zoom | 12-08-20 | 09h00 | no aplica | 296 |



Campus Ing. José Rubén Orellana

| | | ¿Cuáles son sus | más allá de tus | | | | | |
|--|---|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------|---------------|---|--------|
| | | peligros? | ojos" | | | | | |
| Benjamin Bernard, Marjorie Encalada | Benjamin Bernard, | Volcanismo: la válvula de | Curso vacacional "Planeta Tierra: | | | | | |
| | Marjorie Encalada | escape de la | más allá de tus | Zoom | Zoom 11-08-20 | 09h00 | no aplica | 278 |
| | • | Tierra | ojos" | | | | | |
| | | | Curso vacacional | | | | | |
| Benjamin Bernard, | Benjamin Bernard, | ¿Cómo se formó | "Planeta Tierra: | Zoom | 10-08-20 | 09h00 | no aplica | 298 |
| Marjorie Encalada | Marjorie Encalada | la Tierra? | más allá de tus | | | | | 230 |
| | | | ojos" Escuela de | | | | | |
| | | Estado Actual del | Perfeccionamient | | | | | |
| Mario Ruiz | Mario Ruiz | volcán Cotopaxi | o de | Zoom | 30-07-20 | 10h00 | | |
| | | | Aerotécnicos | | | | | |
| | Mario Ruiz, Stephen | Evolución de la | | | | | | |
| | Hernandez, Andrew Bell, Peter LaFemina, | actividad sísmica | Ciclo de Charlas | | | | | |
| | Cinthia Ebinger, | que precedió y | del Centro | | | | | |
| Mario Ruiz | Sarah Oliva, Falk | acompañó a la | Regional de | Zoom | 17-07-20 | 19h00 | https://us02web.Zoom.us/j/852 | 21666 |
| | Amelung, Mario Z. | erupción del volcán Sierra | Sismología para América del Sur | | | | <u>99</u> | |
| | Ruiz, Guillermo | Negra de junio a | CERESIS | | | | | |
| | Viracucha, Leonardo | agosto 2018 | 52.1.2313 | | | | | |
| | García | Geology of the | | | | | | |
| | | Cotacachi - | | | | | | |
| | Marco Almeida, | Cuicocha | | | | | | |
| | Mathilde Bablon, Daniel Andrade, | Volcanic | Intercambio | Zoom | | 14h00 | https://www.Zoomgov.com/j/ | |
| Marco Almeida | Silvana Hidalgo, | Complex: | VDAP | | 17-07-20 | | 1612929490?pwd=ZTIEZE5sdU | 30 |
| | Pablo Samaniego, FJ | potentially active | | | | | 15TGZiNVNoRWFkeGFHZz09 | |
| | Vásconez | volcanism in the Ecuadorian | | | | | | |
| | | Andes | | | | | | |
| | Marjorie Encalada, | Práctica para | Capacitación | | | | https://www.Facebook.com/6 | |
| Marjorie Encalada | Benjamin Bernard | Observadores | Observadores | Webex | 26-06-20 | 17h30 | 63267810512102/videos/7327 | 266 |
| | | Rol del | Volcánicos | | | | 84087468659/ | |
| Benjamin Bernard | Benjamin Bernard, | Observador | Capacitación Observadores | Webex | 25-06-20 | 17h30 | https://www.Facebook.com/6 63267810512102/videos/3233 | 279 |
| benjamin bernara | Marjorie Encalada | Volcánico | Volcánicos | WEDEX | 25-00-20 | | 04365495754/ | 2/3 |
| | Daniania Daniani | | Capacitación | | | | https://www.Facebook.com/6 | |
| Benjamin Bernard | Benjamin Bernard, Marjorie Encalada | Los Peligros Volcánicos | Observadores | Webex | 24-06-20 | 17h30 | 63267810512102/videos/2981 | 297 |
| | Widijone Encaldad | Voicumeos | Volcánicos | | | 99181224620/ | | |
| Benjamin Bernard | Benjamin Bernard, | Ecuador, un país | Capacitación Observadores | Webex | 23-06-20 | 17h30 | https://www.Facebook.com/6 63267810512102/videos/3078 | 275 |
| benjamin bernard | Marjorie Encalada | volcánico | Volcánicos | WEDEX | 23-06-20 | 1/1130 | 292115551538/ | 2/3 |
| | | El Uso del | | | | | | |
| | | Infrasonido en el | Webinars de | Zoom | 22-06-20 | 18h00 | | |
| Mario Ruiz | Mario Ruiz | monitoreo de la | Universidad | | | | https://cedia.Zoom.us/j/95903 | 784541 |
| | | actividad | Yachay Tech | | | | | |
| | | eruptiva | Conociendo | | | | | |
| | | El Sumaco y sus | Nuestro | | | | // // | _ |
| Josué Salgado | Josué Salgado, | | Territorio | Facebook | 18-06-20 | 10h00 | https://www.Facebook.com/Na co/videos/1017302992017485/3 | |
| Josue Jaigauo | Patricia Mothes | peligros | Geoparque Napo | racebook | 18-00-20 | 8-06-20 10000 | ARCH BOX | :epa-3 |
| | | volcánicos | Sumaco/Riesgos | | | | AKCIT_BOX | |
| | | | Naturales Ciclo de | | | | | |
| | | | conferencias | | | | | |
| Francisco | Francisco Vásconez, Si Battaglia, Stephen He | | Colegio de | 700m I | | | https://www.Facebook.com/ci | 2200 |
| Vásconez | Bernard, Patricio Ram | | Ingenieros | Zoom + Facebook | 18-06-20 | 17h00 | gmipa/videos/6346139140717 | repr |
| . 03001102 | Marcelo Ortiz, Marco Almeida, C. Liorzou | | Geólogos, Minas, | | | | <u>28</u> | one |
| | | | Petróleos y Ambiental | | | | | |
| | | Autopsy of the | ,iibiciitai | | | | | |
| | | January 2010 | | | 12-06-20 | 14h00 | | |
| Silvana Hidalgo | Jean Battaglia, | eruptive phase | | 700m | | | | |
| | Silvana Hidalgo, | of Tungurahua | | | | | | |
| | Benjamin Bernard, | volcano through | Intercambio | | | | no antino | 20 |
| | Alexander L. Steele, | coupling of seismo-acoustic | VDAP | Zoom | | | no aplica | 30 |
| | Santiago Arellano, | and SO2 | | | | | | |
| | Krupskaia Acuña | recordings with | | | | | | |
| | | ash | | | | | | |
| | 1 | characteristics | 1 | | | l | i | 1 |



Campus Ing. José Rubén Orellana

| Patricia Mothes | Patricia Mothes, Jürgen Neuberg, Santiago Aguaiza, James Hickey and Mario Ruiz | A Review of Flank Deformation at Tungurahua Volcano, 2006 to 2020 (A Tale of RETU tiltmeter) | Intercambio VDAP | Zoom | 12-06-20 | 14h00 | | |
|--------------------------|---|--|--|--------------------|----------|-------|--|--|
| Silvana Hidalgo | Jean Battaglia, Silvana Hidalgo, Benjamin Bernard, Alexander L. Steele, Santiago Arellano, Krupskaia Acuña | Autopsy of the January 2010 eruptive phase of Tungurahua volcano through coupling of seismo-acoustic and SO2 recordings with ash characteristics | УАСНАУ ТЕСН | Zoom | 11-06-20 | 18h00 | | 26 |
| Benjamin Bernard | Benjamin Bernard, IG-EPN | Actividad del volcán Sangay 8 de junio de 2020 | Facebook Live | Facebook | 09-06-20 | 10h00 | https://www.Facebook.com/6 63267810512102/videos/2836 58669677777/ | 2078 |
| Silvia Vallejo Vargas | | Charla flujos de lava y monitoreo con cámaras térmica | Universidad de Costa Rica | Zoom | 08-06-20 | 14h00 | no aplica | 8 |
| Silvia Vallejo Vargas | Silvia Vallejo Vargas, IG-EPN | Charla de Flujos y domos de lava | Volcanología para la Sociedad | YouTube | 23-05-20 | 10h00 | https://www.You Tube.com/watch?v=PW7cVTx9 sss&t=1883s | 5319 repro ducci ones hasta el mom ento |
| Sandro Vaca | Sandro Vaca | LONG TERM RELATIONSHIP BETWEEN SEISMIC AND ASEISMIC PROCESSES IN THE NORTHEN MARGIN OF ECUADOR | S5 KICK-OFF MEETING | | 23-05-20 | 09h00 | no aplica | 30 |
| Silvia Vallejo Vargas | Silvia Vallejo Vargas, IG-EPN | Charla Monitoreo Térmico | Volcanología para la Sociedad | YouTube | 21-05-20 | | https://www.You Tube.com/watch?v=JNKYRH05 hAw&t=1120s | 2513 repro ducci ones hasta el mom ento |
| Silvia Vallejo Vargas | Silvia Vallejo Vargas, Karim Kelfoun, Oryaelle Chevrel, Jean-Luc Le Pennec, Andrew Harris, Patricio Ramón | VolcFlow numerical simulation for pyroclastic density currents and lava flow at Tungurahua volcano | Intercambio VDAP | Zoom | 15-05-20 | 14h00 | | 30 |
| Benjamin Bernard | Benjamin Bernard, IG-EPN | The challenges of characterizing and forecasting volcanic plumes and tephra fallouts from small explosive eruptions | Intercambio VDAP | Zoom | 15-05-20 | 14h30 | no aplica | 30 |
| Silvia Vallejo Vargas | Silvia Vallejo Vargas, IG-EPN | 17 años de actividad del volcán Reventador | Colegio de Ingenieros Geólogos. | Zoom + Facebook | 21-04-20 | 17h00 | https://www.Facebook.com/cig deos/2702375893339126 | |
| Marco Almeida | Marco Almeida, IGEPN | Peligro en la cercanía de un | Taller técnico online abierto para montañistas | Zoom | 21-04-20 | 15h00 | https://us04web.Zoom.us/j/74 253689785?pwd=eE1tNW9QY | 30 |



Campus Ing. José Rubén Orellana

| | I | | | | | 1 | | |
|-------------------|----------------------------------|--|-----------------------|----------------------------|---------------|-------|--------------------------------|----------------|
| | | cráter volcánico | y personal | | | | zVVLzVkWDNrbURBMm5Odz0 | |
| | | activo | técnico de | | | | <u>9</u> | |
| | | | rescate - 2. | | | | | |
| | | | Acceso Vertical | | | | | |
| | | | training and | | | | | |
| | | | rescue. | | | | | |
| | | | Taller técnico | | | | | |
| | | Peligro en la | online para guías | | | | https://Zoom.us/j/978665163 | |
| Marco Almeida | Marco Almeida, | cercanía de un | especializados de | Zoom | 20-04-20 | 15h00 | 44?pwd=SkV5aGlKUzFVVIIRUV | 52 |
| | IGEPN | cráter volcánico | alta montaña. | | | | NrNzhQaGdZZz09 | |
| | | activo | ASEGUIM. | | | | | |
| | | | Taller técnico | | | | | |
| | | | online abierto | | | | | |
| | Marco Almeida, IGEPN | Peligro en la cercanía de un cráter volcánico activo | para montañistas | | Zoom 16-04-20 | 15h00 | | |
| | | | y personal | | | | https://us04web.Zoom.us/j/72 | |
| Marco Almeida | | | técnico de | 700m 16 | | | 618899578?pwd=VVJsVGtzWU | 62 |
| Iviarco Airricida | | | rescate - 1. | 200111 | | | RxQlZ0YkhUZzN6Um9lZz09 | 02 |
| | | | Acceso Vertical | | | | NAQIZOTKI I OZZINOO III SIZZOS | |
| | | | training and | | | | | |
| | | | rescue. | | | | | |
| | | | rescue. | | | | | 14200 |
| | | | | | | | | |
| | Silvia Vallejo Vargas, IG-EPN | IG-EPN Ciencia de Educa | Educa TV | Facebook Live - Zoom | 14-04-20 | | | repro ducci |
| 611 | | | | | | | https://www.Facebook.com/E | |
| Silvia Vallejo | | | | | | | ducaTele/videos/90379214338 | ones |
| Vargas | | | | | | | 0212/ | hasta |
| | | TV | | | | | <u></u> | el |
| | | | | | | | | mom |
| | | | | | | | | ento |
| | | | | | | | | 196 |
| Benjamin Bernard | Benjamin Bernard | Volcanes de lava y de chocolate: el origen de las Galápagos | | | | 12h00 | | repro |
| | | | | | 09-12-20 | | https://www.You | ducci |
| | | | Galápagos Infinito | YouTube | | | Tube.com/watch?v=aZR0uSjpC | ones |
| | | | | | | | SM | hasta |
| | | | | | | | <u>SM</u> | el |
| | | | | | | | | 24/02 |
| | | | | | | | | /2021 |

Tabla 5. Capacitaciones, intercambios y charlas presentadas a través de diversas plataformas de comunicación virtual.

En el año 2020 se dieron varios eventos sísmicos y volcánicos (especialmente asociados al volcán Sangay) que requirieron información explicativa y complementaria a los reportes escritos. En este sentido se atendieron 35 entrevistas vía medios virtuales a diferentes medios de prensa, radio y televisión a nivel nacional e internacional. En la Tabla 6 se detalla las entrevistas dadas.

Entrevistas

| ENTREVISTADO | MEDIO | TEMA | FECHA | HORA | ENLACE |
|------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------|-------|----------------------------------|
| Benjamin Bernard | Diario El Universo | Volcanes en Ecuador | 24/9/2020 | 08h00 | https://youtu.be/BE GMQnQd5PU |
| Mónica Segovia | Radio Indoamérica (Ambato) | Terremoto México M 7.4 | 23/6/2020 | 12H00 | |



Campus Ing. José Rubén Orellana

| | | | | | _ |
|-------------------|---|---|------------|-------|--|
| Mónica Segovia | CR Satelital | Sismo Machachi | 28/10/2020 | 06Н30 | |
| Mónica Segovia | FM Mundo | sismo Machachi | 27/10/2020 | 18h15 | |
| Mónica Segovia | El Universo | sismo Machachi | 27/10/2020 | 11h10 | |
| Mónica Segovia | Alcaldía Machachi | sismo Machachi e instalación estaciones temporales | 28/10/2020 | 16h30 | |
| Pedro Espín Bedón | Colegio Regional de Ingenieros Geólogos, de Minas, Petróleos y Ambiental, CIGMIPA, | Monitoreo con sensores remotos en Volcanes y Fallas Tectónicas | 22/10/2020 | 17h00 | Plataforma Zoom (http://cigmipa.net/ index.php/rconfere ncia) |
| Silvana Hidalgo | Rueda de prensa | Erupción Sangay septiembre 2020 | 20/9/2020 | 18h00 | |
| Silvana Hidalgo | Ecuavisa | Erupción Sangay septiembre 2020 | 21/9/2020 | 06h00 | |
| Silvana Hidalgo | FM Mundo | Erupción Sangay septiembre 2020 | 21/9/2020 | 06h40 | |
| Silvana Hidalgo | Latina | Erupción Sangay septiembre 2020 | 21/9/2020 | 07h00 | |
| Silvana Hidalgo | CRE Satelital | Erupción Sangay septiembre 2020 | 21/9/2020 | 07h20 | |
| Silvana Hidalgo | Josefa Coronel | Erupción Sangay septiembre 2020 | 21/9/2020 | 08h20 | |
| Silvana Hidalgo | Democracia | Erupción Sangay septiembre 2020 | 21/9/2020 | 08h40 | |
| Silvana Hidalgo | RTS | Erupción Sangay septiembre 2020 | 21/9/2020 | 16h00 | |
| Silvana Hidalgo | U. Católica | Erupción Sangay septiembre 2020 | 21/9/2020 | 16h30 | |
| Silvana Hidalgo | Gafa | Erupción Sangay septiembre 2020 | 21/9/2020 | 16h45 | |
| Silvana Hidalgo | Zoom digital | Erupción Sangay septiembre 2020 | 21/9/2020 | 18h00 | |
| Silvana Hidalgo | Primicias | Erupción Sangay septiembre 2020 | 21/9/2020 | 15h50 | |
| Silvana Hidalgo | Macas conectados | Erupción Sangay septiembre 2020 | 22/9/2020 | 19h00 | |



Campus Ing. José Rubén Orellana

| Silvana Hidalgo | Tropicana | Erupción Sangay septiembre 2020 | 23/9/2020 | 08h10 | |
|-----------------|-------------------------------|------------------------------------|------------|-------|----------------------|
| Silvana Hidalgo | Radio la Calle | Erupción Sangay septiembre 2020 | 23/9/2020 | 10h20 | |
| Silvana Hidalgo | Radio RCQ | Erupción Sangay septiembre 2020 | 23/9/2020 | 18h00 | |
| Silvana Hidalgo | Radio Platino | Erupción Sangay septiembre 2020 | 24/9/2020 | 08h15 | |
| Silvana Hidalgo | Primicias | Vigilancia volcánica | 24/9/2020 | 14h00 | |
| Silvana Hidalgo | Radio América | Erupción Sangay septiembre 2020 | 24/9/2020 | 07h20 | |
| Silvana Hidalgo | Steromundo la Mega | Erupción Sangay septiembre 2020 | 28/9/2020 | 08h00 | |
| Silvana Hidalgo | Notimundo | Sangay | 29/9/2020 | 19h10 | |
| Silvana Hidalgo | Intisacha | Sangay - Cayambe | 30/9/2020 | 07h30 | |
| Silvana Hidalgo | Latina | sismo Machachi | 26/10/2020 | 07h10 | |
| Silvana Hidalgo | Radio Municipal | sismo Machachi | 26/10/2020 | 07h30 | |
| Silvana Hidalgo | Intisacha | sismo Machachi | 26/10/2020 | 07h40 | |
| Silvana Hidalgo | COE Esmeraldas | Enjambre Sísmico de Esmeraldas | 18/1/2020 | 09h00 | |
| Silvana Hidalgo | Rueda de Prensa Esmeraldas | Enjambre Sísmico de Esmeraldas | 18/1/2020 | 11h00 | |
| Silvana Hidalgo | UDLA Channel | Enjambre Sísmico de Esmeraldas | 18/1/2020 | 12h00 | Zoom/UDLA Channel |

Tabla 6. Entrevistas dadas a medios de prensa nacional e internacional sobre la actividad sísmica y volcánica en el país durante el año 2020.

En el año 2020 se publicaron 27 artículos en revistas científicas de alto impacto catalogadas dentro de la base Scopus en Q1. Esto se logra gracias a la investigación realizada en el IGEPN en el marco de sus colaboraciones técnico-científicas nacionales e internacionales.





Campus Ing. José Rubén Orellana

Adicionalmente se presentaron 8 artículos en conferencias internacionales, se generó el Mapa de Peligros del Guagua Pichincha, trípticos explicativos y se dirigieron tesis de pregrado. Toda esta información se detalla a continuación.

Lista de Publicaciones en la base de datos del IGEPN, año 2020

Artículos en conferencias

Battaglia, J., Hidalgo, S., Helmstetter, A., Espín, C., Vélez, L., Córdova, M.D., Proaño, A., 2020. Discriminating icequakes from volcanic seismicity at Cotopaxi volcano (Ecuador), in: Abstract Volume of the 2020 EGU General Assembly. Presented at the EGU General Assembly.

Enríquez W, Nazate P, Cardenas D. 2020, Spectral Efficiency Improvement in 5G Systems by Polyphase Decomposition. in Congreso Internacional Congress Wireless Communications and Sensor Network ICWCSN 2020-Mayo ICWCSN. Varsovia –Polonia.

Enríquez W, Nazate P, Cardenas D. 2020. IMPROVING COTOPAXI'S LAHARS SIGNAL ANALYSIS AND DETECTION TIME WITH A REAL TIME PROCESSING ARRAY. Congreso de COGENT EEUU -2020.

Enríquez W, Ruiz M, Ramos C, Espín C, Soria V, Benítez D, Cardenas D. 2020. ESTUDIO DE LOS CAMPOS ELECTROMAGNETICOS QUE ACOMPAÑAN LA ACTIVIDAD SISMICA Y VOLCANICA DEL ECUADOR. Congreso TICEC 2020-Noviembre 2020- Cuenca Ecuador.

Régnier, M., Ponce, G., Saillard, M., Audin, L., Vaca, S., Alvarado, A., Ruiz, M., 2020. Characterization of Active Faults Through the Gulf of Guayaquil, Ecuador: implication for the southern boundary of the North Andean Sliver., in: Abstract Volume of the 2020 EGU General Assembly. Presented at the EGU General Assembly.



Campus Ing. José Rubén Orellana

Sainlot, N., Vlastélic, I., Samaniego, P., Bernard, B., Nauret, F., Hidalgo, S., 2020. Pb-Sr isotope temporal variations on juvenile ash samples from the last eruptive period of Tungurahua volcano (1999-2016), in: Abstract Volume of the 2020 EGU General Assembly. oral. https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-3595

P. Torres-Ferrera, M. Tipán, R. Gaudino, D. Cardenas and G. V. Arévalo, "Direct-Detection 25 Gb/s PON: PROs and CONs of Digital Signal Processing at the Transmitter Side," 2020 22nd International Conference on Transparent Optical Networks (ICTON), Bari, Italy, 2020, pp. 1-4.

A. Borja, F. Toscano, D. Cardenas, R. Taco, L. Trojman and L.M. Prócel, "720p-HD Gray-scale and Color Images Shape Recognition System Implementation on an FPGA Platform with a 1080pFull-HD HDMI Interface using a Hu Moments Algorithm," 2020 IEEE ANDESCON, Quito, Ecuador, 2020, pp. 1-6.

Artículos en revistas académicas

Bablon, M., Quidelleur, X., Samaniego, P., Le Pennec, J.-L., Santamaría, S., Liorzou, C., Hidalgo, S., Eschbach, B., 2020a. Volcanic history reconstruction in northern Ecuador: insights for eruptive and erosion rates on the whole Ecuadorian arc. Bull Volcanol 82, 11. https://doi.org/10.1007/s00445-019-1346-1

Bablon, M., Quidelleur, X., Siani, G., Samaniego, P., Le Pennec, J.-L., Nouet, J., Liorzou, C., Santamaría, S., Hidalgo, S., 2020b. Glass shard K-Ar dating of the Chalupas caldera major eruption: main Pleistocene stratigraphic marker of the Ecuadorian volcanic arc. Quaternary Geochronology 101053. https://doi.org/10.1016/j.quageo.2020.101053

Instituto Geofísico

Campus Ing. José Rubén Orellana

Baize, S., Audin, L., Alvarado, A., Jomard, H., Bablon, M., Champenois, J., Espin, P., Samaniego, P., Quidelleur, X., Le Pennec, J.-L., 2020. Active Tectonics and Earthquake Geology Along the Pallatanga Fault, Central Andes of Ecuador. Front. Earth Sci. 8. https://doi.org/10.3389/feart.2020.00193

Bard, P.-Y., Bora, S.S., Hollender, F., Laurendeau, A., Traversa, P., 2020. Are the Standard VS-Kappa Host-to-Target Adjustments the Only Way to Get Consistent Hard-Rock Ground Motion Prediction? Pure Appl. Geophys. 177, 2049–2068. https://doi.org/10.1007/s00024-019-02173-9

Butcher, S., Bell, A.F., Hernandez, S., Calder, E., Ruiz, M., Mothes, P., 2020. Drumbeat LP "Aftershocks" to a Failed Explosive Eruption at Tungurahua Volcano, Ecuador. Geophysical Research Letters 47, e2020GL088301. https://doi.org/10.1029/2020GL088301

Coppola, D., Laiolo, M., Cigolini, C., Massimetti, F., Delle Donne, D., Ripepe, M., Arias, H., Barsotti, S., Parra, C.B., Centeno, R.G., Cevuard, S., Chigna, G., Chun, C., Garaebiti, E., Gonzales, D., Griswold, J., Juarez, J., Lara, L.E., López, C.M., Macedo, O., Mahinda, C., Ogburn, S., Prambada, O., Ramon, P., Ramos, D., Peltier, A., Saunders, S., de Zeeuw-van Dalfsen, E., Varley, N., William, R., 2020. Thermal Remote Sensing for Global Volcano Monitoring: Experiences From the MIROVA System. Front. Earth Sci. 7. https://doi.org/10.3389/feart.2019.00362

Córdova, M.D., Mothes, P.A., Gaunt, H.E., Salgado, J., 2020. Post-Caldera Eruptions at Chalupas Caldera, Ecuador: Determining the Timing of Lava Dome Collapse, Hummock Emplacement and Dome Rejuvenation. Front. Earth Sci. 8. https://doi.org/10.3389/feart.2020.548251

Costa, C., Alvarado, A., Audemard, F., Audin, L., Benavente, C., Bezerra, F.H., Cembrano, J., González, G., López, M., Minaya, E., Santibañez, I., Garcia, J., Arcila, M., Pagani, M., Pérez,



Campus Ing. José Rubén Orellana

I., Delgado, F., Paolini, M., Garro, H., 2020. Hazardous faults of South America; compilation and overview. Journal of South American Earth Sciences 104, 102837. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2020.102837

Duque, A., González, K., Pérez, N., Benítez, D., Grijalva, F., Lara-Cueva, R., Ruiz, M., 2020. Exploring the unsupervised classification of seismic events of Cotopaxi volcano. Journal of Volcanology and Geothermal Research 403, 107009. https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2020.107009

Frimberger, T., Andrade, D., Weber, S., Krautblatter, M., 2020. Modelling future lahars controlled by different volcanic eruption scenarios at Cotopaxi (Ecuador) calibrated with the massively destructive 1877 lahar. Earth Surface Processes and Landforms n/a. https://doi.org/10.1002/esp.5056

Gaunt, H.E., Burgisser, A., Mothes, P.A., Browning, J., Meredith, P.G., Criollo, E., Bernard, B., 2020. Triggering of the powerful 14 July 2013 Vulcanian explosion at Tungurahua Volcano, Ecuador. Journal of Volcanology and Geothermal Research 392, 106762. https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2019.106762

Guéguen, P., Brossault, M.-A., Roux, P., Singaucho, J.C., 2020. Slow dynamics process observed in civil engineering structures to detect structural heterogeneities. Engineering Structures 202, 109833. https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.109833

Hickey, J., Lloyd, R., Biggs, J., Arnold, D., Mothes, P., Muller, C., 2020. Rapid localized flank inflation and implications for potential slope instability at Tungurahua volcano, Ecuador. Earth and Planetary Science Letters 534, 116104. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2020.116104

Koch, C.D., Lynner, C., Delph, J., Beck, S.L., Meltzer, A., Font, Y., Soto-Cordero, L., Hoskins, M., Stachnik, J.C., Ruiz, M., Alvarado, A., Agurto-Detzel, H., Charvis, P., Regnier, M.,



Campus Ing. José Rubén Orellana

Rietbrock, A., 2020. Structure of the Ecuadorian forearc from the joint inversion of receiver functions and ambient noise surface waves. Geophys J Int 222, 1671–1685. https://doi.org/10.1093/gji/ggaa237

Lara-Cueva, R., Larco, J.C., Benítez, D.S., Pérez, N., Grijalva, F., Ruiz, M., 2020. On finding possible frequencies for recognizing microearthquakes at Cotopaxi volcano: A machine learning based approach. Journal of Volcanology and Geothermal Research 407, 107092. https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2020.107092

Lynner, C., Koch, C., Beck, S.L., Meltzer, A., Soto-Cordero, L., Hoskins, M.C., Stachnik, J.C., Ruiz, M., Alvarado, A., Charvis, P., Font, Y., Regnier, M., Agurto-Detzel, H., Rietbrock, A., Porritt, R.W., 2020. Upper-plate structure in Ecuador coincident with the subduction of the Carnegie Ridge and the southern extent of large mega-thrust earthquakes. Geophys J Int 220, 1965–1977. https://doi.org/10.1093/gji/ggz558

Mariniere, J., Nocquet, J.-M., Beauval, C., Champenois, J., Audin, L., Alvarado, A., Baize, S., Socquet, A., 2020. Geodetic evidence for shallow creep along the Quito fault, Ecuador. Geophysical Journal International 220, 2039–2055. https://doi.org/10.1093/gji/ggz564

Ortiz, H., 2020. Caracterización y estadística de señales volcánicas en los Andes, casos de estudio volcanes Reventador y Cotopaxi en Ecuador. Revista Geofísica 119–123. https://doi.org/10.35424/rgf.v0i68.938

Pérez, N., Benítez, D., Grijalva, F., Lara-Cueva, R., Ruiz, M., Aguilar, J., 2020a. ESeismic: Towards an Ecuadorian volcano seismic repository. Journal of Volcanology and Geothermal Research 396, 106855. https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2020.106855

Pérez, N., Venegas, P., Benítez, D., Lara-Cueva, R., Ruiz, M., 2020b. A New Volcanic Seismic Signal Descriptor and Its Application to a Data Set From the Cotopaxi Volcano. IEEE



Campus Ing. José Rubén Orellana

Transactions on Geoscience and Remote Sensing 1–11. https://doi.org/10.1109/TGRS.2020.2976896

Perrault, M., Guéguen, P., Parra, G., Sarango, J., 2020. Modification of the data-driven period/height relationship for buildings located in seismic-prone regions such as Quito (Ecuador). Bull Earthquake Eng 18, 3545–3562. https://doi.org/10.1007/s10518-020-00840-0

Portner, D.E., Rodríguez, E.E., Beck, S., Zandt, G., Scire, A., Rocha, M.P., Bianchi, M.B., Ruiz, M., França, G.S., Condori, C., Alvarado, P., 2020. Detailed Structure of the Subducted Nazca Slab into the Lower Mantle Derived From Continent-Scale Teleseismic P Wave Tomography. Journal of Geophysical Research: Solid Earth 125, e2019JB017884. https://doi.org/10.1029/2019JB017884

Sierra, D., Hidalgo, S., Almeida, M., Vigide, N., Lamberti, M.C., Proaño, A., Narváez, D.F., 2020. Temporal and spatial variations of CO2 diffuse volcanic degassing on Cuicocha Caldera Lake – Ecuador. Journal of Volcanology and Geothermal Research 107145. https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2020.107145

Soto-Cordero, L., Meltzer, A., Bergman, E., Hoskins, M., Stachnik, J.C., Agurto-Detzel, H., Alvarado, A., Beck, S., Charvis, P., Font, Y., Hayes, G.P., Hernandez, S., Lynner, C., Leon-Rios, S., Nocquet, J.-M., Regnier, M., Rietbrock, A., Rolandone, F., Ruiz, M., 2020. Structural Control on Megathrust Rupture and Slip Behavior: Insights From the 2016 Mw 7.8 Pedernales Ecuador Earthquake. Journal of Geophysical Research: Solid Earth 125, e2019JB018001. https://doi.org/10.1029/2019JB018001

Stock, M.J., Geist, D., Neave, D.A., Gleeson, M.L.M., Bernard, B., Howard, K.A., Buisman, I., Maclennan, J., 2020. Cryptic evolved melts beneath monotonous basaltic shield volcanoes





Campus Ing. José Rubén Orellana

in the Galápagos Archipelago. Nature Communications 11, 3767. https://doi.org/10.1038/s41467-020-17590-x

Tadini, A., Roche, O., Samaniego, P., Guillin, A., Azzaoui, N., Gouhier, M., Vitturi, M. de' M., Pardini, F., Eychenne, J., Bernard, B., Hidalgo, S., Pennec, J.L.L., 2020. Quantifying the Uncertainty of a Coupled Plume and Tephra Dispersal Model: PLUME-MOM/HYSPLIT Simulations Applied to Andean Volcanoes. Journal of Geophysical Research: Solid Earth 125, e2019JB018390. https://doi.org/10.1029/2019JB018390

Yepes, H., Nocquet, J.-M., Bernard, B., Palacios, P.B., Vaca, S., Aguaiza, S., 2020. Comments on the paper "Two independent real-time precursors of the 7.8 M earthquake in Ecuador based on radioactive and geodetic processes – Powerful tools for an early warning system" by Toulkeridis et al. (2019). Journal of Geodynamics 133, 101648. https://doi.org/10.1016/j.jog.2019.101648

Mapas

Mothes, P., Telenchana, E., Córdova, M.D., Espin, P., Bernard, B., Vallejo Vargas, S., Proaño, A., Samaniego, P., Ordoñez, J., Cuesta, R., Vivas, X., Aguiar, P., Pavón, F., 2020. Mapa de Peligros Volcánicos Potenciales del Volcán Guagua Pichincha.

Obras de arte

Córdova, M.D., Mothes, P.A., Bernard, B., 2020. Volcán Caldera de Chalupas, breve descripción geológica y su proceso de formación.

Salgado, J., Mothes, P.A., Córdova, M.D., 2020. Volcán Sumaco, breve resumen de su historia, actividad eruptiva y amenazas potenciales.

Tesis de Pregrado





Campus Ing. José Rubén Orellana

Pérez, Gabriel. 2020, "Caracterización de las fisuras eruptivas y morfologías de los volcanes Wolf y Alcedo del Archipiélago de Galápagos: Aporte a la evaluación de amenaza volcánica". Escuela Politécnica Nacional.

Reyes, María Fernanda, 2020, "Caracterización de la respuesta sísmica de la cuenca de Quito aplicando el método de las componentes horizontales a vertical (HV) a través de ruido ambiental", Escuela Politécnica Nacional.

Saqui, Diana, 2020, "Análisis Cinemático del Sistema de Fallas de Billecocha, utilizando evidencia Geomorfológica y Geofísica, Cantón Cotacachi, Provincia de Imbabura". Escuela Politécnica Nacional.

Simbaña, Valeria, 2020, "Caracterización de los procesos sísmicos y asísmicos de la zona de Punta Galera, a través del estudio de enjambres sísmicos, y su influencia sobre la génesis de los grandes terremotos del margen norte de Ecuador". Escuela Politécnica Nacional.

Conclusiones

El IGEPN ha cumplido con su misión enmarcada dentro del decreto presidencial 3593 de enero 2003.

Pese a la pandemia de COVID 19 y el recorte presupuestario sufrido en este año, el IGEPN ha mantenido la red sísmica y volcánica nacional en funcionamiento generando los datos y la información necesarios tanto para las autoridades como para la comunidad en general.

A nivel de investigación el IGEPN sigue siendo la institución líder a nivel científico en lo referente a las Ciencias de la Tierra en particular en los temas sísmicos en volcánicos en el país.