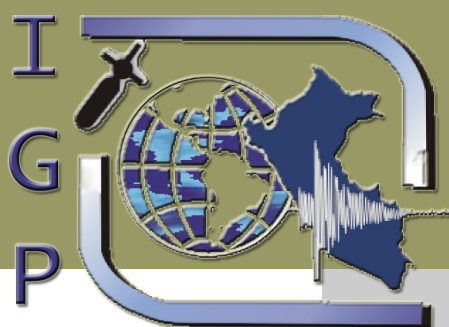


MEMORIA ANUAL



Instituto Geofísico del Perú

2009



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú

Memoria Anual

Instituto Geofísico del Perú

2009



Consejo Directivo 2009

Dr. Ronald Woodman Pollitt, Presidente
Ing. Alberto Giesecke Matto, Miembro
Dr. Antonio Mabres Torelló, Miembro
Dr. Jorge Alva Hurtado, Miembro
Dr. Juan Tarazona Barboza, Miembro
Dr. Hernando Tavera Huarache, Secretario

Investigadores

Dr. Ronald Woodman, Universidad de Harvard, EE.UU.
Dr. Ken Takahashi, Universidad de Washington, EE.UU.
Dr. Hernando Tavera, Universidad Complutense de Madrid, España
Dra. Yamina Silva, Instituto Estatal de Hidrometeorología, Rusia
Dr. Edmundo Norabuena, Universidad de Miami, EE. UU.
Dr. Marco Milla, Universidad de Illinois en Urbana-Champaign, EE.UU.
Dr. Orlando Macedo, Universidad Pierre et Marie Curie, Francia
Dr. José Ishitsuka, Universidad de Tokio, Japón
Dr. Jorge Chau, Universidad de Colorado, EE.UU.
M.Sc. Hugo Trigos, INPE, Brasil
M.Sc. Grace Trasmonte, Universidad Ricardo Palma, Perú
M.Sc. Kobi Mosquera, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú
M.Sc. Alejandra Martínez, Universidad Ricardo Palma, Perú
M.Sc. Isabel Bernal, Universidad Nacional Autónoma, México

Asesor Científico

Dr. Pablo Lagos, MIT, EE.UU.

Investigador Emérito

Dr. Mutsumi Ishitsuka, Universidad de Kyoto, Japón



Contenido

Presentación	9
Gestión Institucional	11
Investigación en Prevención de Desastres.....	12
Aeronomía.....	16
Geomagnetismo	26
Sismología.....	29
Vulcanología	35
Geodesia Espacial y Peligros Geológicos	40
Investigación en Astronomía	44
Redes Geofísicas	48
Dirección de Asuntos Académicos	50
Estados Financieros	54

PRESENTACIÓN

El Instituto Geofísico del Perú (IGP) es un Organismo Público Descentralizado adscrito al Ministerio del Ambiente y que se rige por su propia Ley Orgánica establecida en el Decreto Legislativo N° 136 del año 1981.

La creación del IGP se remonta al año 1922, fecha en que se crea el Observatorio Geofísico de Huancayo, ubicado en el departamento de Junín, bajo la administración del Departamento de Magnetismo Terrestre del Instituto Carnegie de Washington (hasta el año 1947). Posteriormente, entre 1947-1962, el Observatorio tomó la denominación de Instituto Geofísico de Huancayo (IGH), convirtiéndose en organismo autónomo del Gobierno del Perú.

Finalmente, en enero de 1962 el Gobierno Peruano decide darle la denominación de Instituto Geofísico del Perú (IGP), acordándose entre otros puntos, el traslado de su sede ejecutiva a la ciudad de Lima.

El IGP tiene como principal función realizar investigación científica en búsqueda del conocimiento de la realidad nacional en el medio ambiente geofísico, orientada a la prevención de desastres que pudieran producirse por la ocurrencia de peligros en el Interior de la Tierra, la Atmósfera y Espacio Adyacente, y en el Océano.

A través de sus actividades, el Instituto brinda capacitación y perfeccionamiento de alto nivel, a estudiantes universitarios en investigación y aplicación de métodos geofísicos, instrumentación y electrónica. Del mismo modo, ofrece servicios científicos y tecnológicos en los campos donde tiene conocimiento experto como son: Sismología, Geofísica Aplicada, Electromagnetismo y Procesamiento de Imágenes Satelitales.

Conforme al programa descrito en el Plan Operativo Institucional (POI), durante el año 2009 la institución se propuso y ejecutó cinco objetivos estratégicos que a continuación enumeramos:

1. Adquirir, generar y preservar el conocimiento sobre la realidad nacional en los diferentes campos de la geofísica.
2. Brindar servicios científicos y tecnológicos en las diferentes disciplinas de la geofísica y áreas afines en las que se tenga conocimiento experto.
3. Facilitar capacitación y perfeccionamiento de alto nivel a estudiantes graduados a través de, las actividades de investigación científica del IGP.
4. Contar con científicos de alto nivel para realizar las investigaciones científicas y estudios relacionados con la geofísica.
5. Difundir el conocimiento y el desarrollo tecnológico que genera el IGP al Estado, comunidad científica y a la población en general.

El trabajo desplegado durante el año 2009, en aspectos de descentralización (nacional e internacional), se destacan las actividades de capacitación de profesionales provenientes de diversas universidades del país (en un número de 25 estudiantes), además de la capacitación del personal de la institución, quienes obtuvieron financiamiento externo para realizar estudios de postgrado en las Universidades de Japón, Francia y EE.UU.

La ciencia es un esfuerzo colaborativo. El IGP ha establecido convenios con instituciones nacionales e internacionales para el desarrollo de proyectos de investigación multidisciplinarios. A continuación se enumeran algunas de estas instituciones:

Nacionales

- Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica
- Instituto Antártico Peruano
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
- M Sarango Consultoría Tecnológica SAC
- Petroperú - Oleoducto Nor-Peruano
- Pontificia Universidad Católica del Perú
- Servicios Industriales de la Marina
- Universidad de Piura
- Universidad Nacional de Ingeniería
- Universidad Nacional San Luís Gonzaga de Ica
- Universidad Nacional San Agustín de Arequipa
- Universidad Nacional del Altiplano de Puno
- TUMIMED Representaciones SAC
- Servicios de Aeronavegación, Meteorología, Imágenes Satelitales
- Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú

Internacionales

- Arecibo Observatory, Puerto Rico
- Besancon Université, Francia
- Boston College, Estados Unidos
- California Institute of Technology, EE.UU.
- Clemson University, EE.UU.
- Cornell University, EE.UU.
- IRD, Francia
- Max Planck Institute, Alemania
- National Atmospheric Research Laboratory, India
- National Science Foundation, EE.UU.
- New Jersey Institute of Technology, EE.UU.
- Observatorio Astronómico Nacional, Japón
- SRI International, EE.UU.
- University of Colorado, EE.UU.
- Universidad de Kyushu, Japón
- University of Miami, EE.UU.

A lo largo de los años, el Instituto Geofísico del Perú pasó de ser un solo —pero importante— observatorio en el centro del país, a una institución de investigación dotada de profesionales de reconocimiento internacional. Así mismo, dispone de instrumental que permite vigilar la constante evolución geodinámica de la tierra y el espacio exterior, que es una tarea prioritaria del IGP y que nos permite al mismo tiempo, generar tecnología y capacitar a los futuros profesionales en ciencias en nuestro país. Labor con lo cual seguimos comprometidos con dedicación y rigor científico.

GESTIÓN INSTITUCIONAL

Visión

El Instituto Geofísico del Perú es reconocido como la institución de excelencia que lidera la investigación científica en Geofísica en el país. A través de la investigación científica contribuye con la adquisición, generación, preservación, y difusión del conocimiento sobre el ambiente geofísico para atender las necesidades de la sociedad y en apoyo al desarrollo nacional.

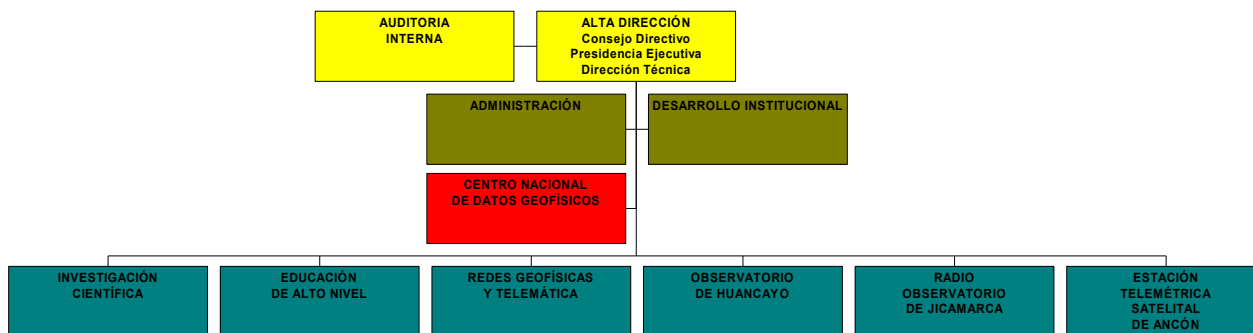
Misión

Adquirir, generar, preservar y difundir el conocimiento sobre el ambiente geofísico a través de la investigación científica en los diferentes campos de la Geofísica para atender las necesidades de la sociedad y en apoyo al desarrollo nacional, con énfasis en la prevención de desastres naturales.

Adicionalmente, brindar capacitaciones de alto nivel y prestar servicios científicos y tecnológicos en las diversas áreas de la Geofísica pura y aplicada.

Estructura Orgánica

La estructura orgánica del IGP ha sido organizada de tal manera que le permita cumplir adecuadamente con su visión y misión a fin de contribuir con el desarrollo del país.



INVESTIGACIÓN EN PREVENCIÓN DE DESASTRES NATURALES

Descripción del área

La Dirección de Investigación en Prevención de Desastres Naturales está orientada principalmente al estudio de la variabilidad y cambio climático, así como de los impactos de estos sobre la sociedad y de las maneras de evitar los efectos negativos, sea por la gestión de riesgos de desastres como por la implementación de medidas de adaptación al cambio climático.

Trabajos realizados

El año 2009 estuvo dedicado a tres grandes proyectos (Ver Figura 1):

- a. El primero es el subproyecto **"Pronóstico estacional de lluvias y temperaturas en la cuenca del río Mantaro para su aplicación en la agricultura"**, financiado por el pro-

grama de Innovación y Competitividad para el Agro Peruano (INCAGRO), iniciado en el año 2006. En este proyecto se trabajó en el desarrollo de método de pronóstico, en mejorar el uso de la información climática, y en la evaluación del impacto de la variabilidad climática sobre la agricultura de secano con el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) y la Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP).

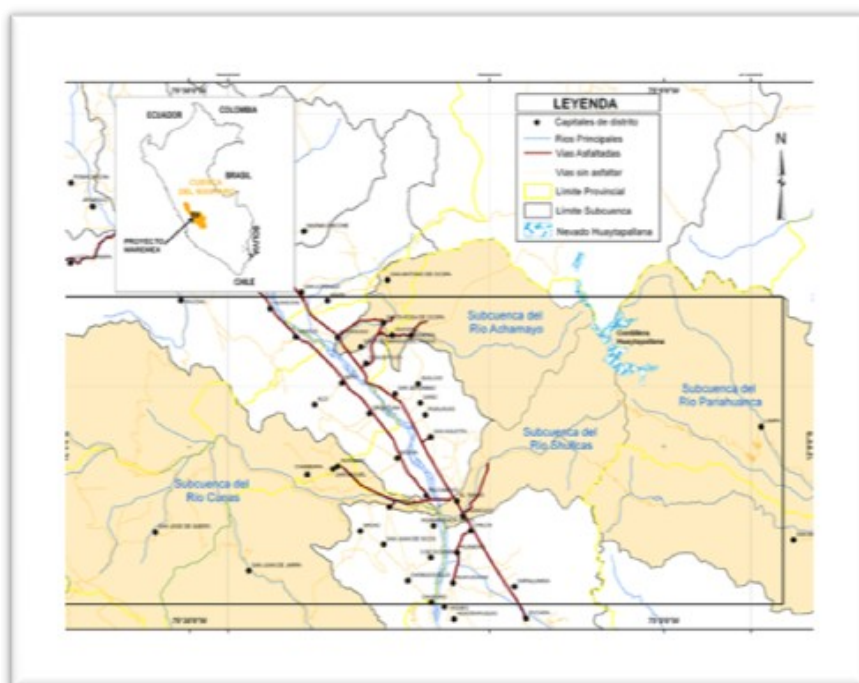


FIGURA 1. MAPA DE LA ZONA DE ESTUDIO: SUBCUENCAS DE CUNAS, SHULLCAS Y ACHAMAYO, TOMANDO UN AMPLIO CORTE TRANSVERSAL QUE SE EXTIENDE MÁS ALLÁ DEL VALLE DEL MANTARO. ELABORACIÓN: RICARDO ZUBIETA – INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ

- b. El segundo es un proyecto iniciado el 2009 sobre **"Manejo de riesgos asociados a eventos meteorológicos extremos en el valle del Mantaro (MAREMEX-Mantaro)"**, financiado por el *International Development Research Centre* (IDRC) de Canadá. Se estudian los aspectos físicos de los fenómenos y también los aspectos socioeconómicos asociados a la gestión de riesgos. Se ha firmado convenios con el Gobierno Regional de Junín y la provincia de Concepción para el desarrollo de este proyecto. Se ha avanzado en el estudio físico de heladas, veranillos y deslizamientos, el modelado numérico de alta resolución, así como en la recopilación de información histórica de desastres en la región.
- c. El tercer proyecto está relacionado a **"Variabilidad climática en el litoral peruano"**, principalmente El Niño. Se ha avanzado en el estudio de la interacción entre los vientos y la temperatura del mar en la costa, así como en el estudio de los procesos

asociados a lluvias intensas en la costa norte durante El Niño. Asimismo, se está mejorando un modelo de ondas ecuatoriales para el pronóstico interestacional de la temperatura del mar.

Publicaciones nacionales e informes técnicos

1. **Garay, O. B.,** 2009: Manual de uso consuntivo del agua para los principales cultivos de los Andes Centrales Peruanos. Trabajo realizado por el Ing. Oscar Garay (INIA) y publicado por el IGP dentro del subproyecto financiado por Incagro.

En este trabajo determina el coeficiente de uso consuntivo de los principales cultivos del valle del Mantaro: papa, maíz, trigo, arvejas, habas y hortalizas.

2. **Giráldez, L.,** 2009: Influencia de la temperatura, precipitación y el fotoperiodo en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*): Canchan y Yungay, en los distritos de El Tambo y El Mantaro. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional del Centro del Perú.

Trabajo desarrollado en el marco del subproyecto "Pronóstico estacional de lluvias y temperaturas en la cuenca del río Mantaro para su aplicación en la agricultura". En este trabajo se analiza la influencia del clima en la productividad de dos variedades de papa sembrado a secano durante la campaña agrícola 2007-2008, encontrándose que existe alta correlación entre la temperatura, precipitación y el fotoperiodo con el peso del tubérculo.

3. **Latínez, K.,** 2009: Comparación de los métodos de regresión multivariada adaptativa utilizando *splines* (MARS) y redes neuronales artificiales *backpropagation* (RNAB) para el pronóstico de lluvias y temperaturas en la cuenca del río Mantaro. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Estadístico Informático. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Trabajo desarrollado en el marco del subproyecto "Pronóstico estacional de lluvias y temperaturas en la cuenca del río Mantaro para su aplicación en la agricultura". Análisis de las series de tiempo de tres estaciones de la cuenca del río Mantaro utilizando dos métodos multivariados, tomando en cuenta la relación de estas variables con otras variables globales. La comparación de los métodos radica en el procedimiento que tenga menor error a la de la validación. Los resultados muestran que la técnica MARS (Regresión Multivariada Adaptativa *Splines*, en inglés: *Multivariate Adaptive Regression Splines*) tiene menor error de pronóstico que la RNAB (Redes Neuronales Artificiales *Backpropagation*).

4. **Lindo, E.,** 2009: Fluctuación poblacional de los cogolleros del maíz bajo condiciones de temperatura, precipitación, humedad y radiación solar en el valle del Mantaro. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional del Centro del Perú.

Trabajo desarrollado en el marco del subproyecto "Pronóstico estacional de lluvias y temperaturas en la cuenca del río Mantaro para su aplicación en la agricultura". En este trabajo se estudia la presencia de plagas bajo las condiciones climáticas dadas, encontrándose que durante la campaña 2007-2008, las altas temperaturas y ausencia de lluvias en determinados periodos influyeron en la proliferación de los cogolleros del maíz.

5. **Mosquera, K.,** 2009: "Variabilidad intra-estacional de la Onda de Kelvin Ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): Simulación Numérica y datos observados". Tesis para optar el grado de Magíster en Física – Mención en Geofísica. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

El presente trabajo describe e interpreta la variabilidad de la anomalía del nivel del mar (ANM) y la anomalía de la velocidad zonal (AVZ) en el Pacífico Ecuatorial, en el periodo 2000-2007. Los resultados de la simulación, así como en datos observados, determinan la existencia de perturbaciones con periodos de 45 y 91 días, asociadas, en parte, a la variabilidad atmosférica del tipo "Madden Julian".

6. **Ochoa, A.,** 2009: Influencia de la temperatura y precipitación en el cultivo maíz amiláceo (*zea mays* L. cv.) en San Gerónimo y Blanco Urubamba ubicados en el valle del Mantaro. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional del Centro del Perú. Trabajo desarrollado en el marco del subproyecto "Pronóstico estacional de lluvias y temperaturas en la cuenca del río Mantaro para su aplicación en la agricultura".

En este trabajo se analiza la influencia del clima en la productividad del maíz amiláceo durante la campaña agrícola 2007-2008, concluyéndose que las variaciones en la temperatura y la deficiencia de lluvias influyeron en la baja productividad de este cultivo en el valle del Mantaro.

7. **Trasmonte, G.,** 2009: "Propuesta de gestión de riesgo de heladas, que afectan a la agricultura del Valle del Mantaro (Andes Centrales del Perú)". Tesis para optar el grado académico de Maestra en Ecología y Gestión Ambiental. Universidad Ricardo Palma.

Se desarrolla una propuesta de gestión del riesgo de heladas para la agricultura del valle del río Mantaro, con la participación de los principales actores. En dicho proceso se identificó las propiedades más importantes que aminoran o amplifican la «peligrosidad» de las heladas por su impacto en la agricultura (intensidad, duración, origen, mes de ocurrencia, probabilidad de ocurrencia, relación con los fenómenos El Niño o La Niña, entre otros.), la actual gestión del peligro de heladas en la zona realizada por las entidades responsables del tema y los agricultores, analizando sus principales vulnerabilidades o debilidades en la forma de actuar, y resaltando también sus capacidades o fortalezas, incluyendo las «ancestrales» conservadas por antiguos agricultores y aún utilizadas en el valle.

Publicaciones indexadas

1. Aceituno, P., M. del R. Prieto, M. E. Solari, **A. G. Martínez,** G. Poveda, and M. Falvey, 2009, The 1877-78 El Niño episode: Associated impacts in South America, *Climatic Change*, 92, 389-416.

Trabajo liderado por Patricio Aceituno de la Universidad de Chile, al cual A. Martínez contribuyó con información sobre impactos en el Perú y Bolivia. Este Niño fue un evento muy intenso con fuertes impactos en Sudamérica. Se sugiere que tuvo un rol como detonante de la Guerra del Pacífico.

2. Salzmann, N., C. Huggel, P. Calanca, A. Díaz, T. Jonas, C. Jurt, T. Konzelmann, **P. Lagos,** M. Rohrer, W. Silverio, and M. Zappa, 2009, Integrated assessment and adaptation to climate change impacts in the Peruvian Andes, *Advances in Geosciences*, 22, 35-39.

Discusión sobre aspectos importantes a considerarse para la evaluación de los impactos del cambio climático y la propuesta de medidas de adaptación en el Perú. Liderado por la Universidad de Zurich, con contribución del Dr. Lagos.

3. **Takahashi, K.,** 2009, Radiative constraints on the hydrological cycle in an idealized radiative-convective equilibrium model, *Journal of the Atmospheric Sciences*, 66, 77-91.

Trabajo teórico que propone una explicación para el aumento en la precipitación global con el cambio climático.

4. **Takahashi, K.,** 2009, The global hydrological cycle and shortwave absorption in climate models under CO2 forcing, *Journal of Climate*, 22, 5667-5675.

Análisis de varios modelos climáticos que valida la teoría anterior y que muestra la importancia del aumento en absorción de radiación solar en la atmósfera por vapor de agua sobre el cambio en la precipitación.

Personal

APELLIDOS Y NOMBRES	FORMACIÓN
Takahashi, Ken	Dr. Ciencias Atmosféricas
Arroyo, Jacinto	Ing. Agrónomo
Latínez, Karen	Ing. Estadística e Informática
Martínez, Alejandra	M.Sc. Ecología y Gestión Ambiental
Mosquera, Kobi	M. Sc. Física
Ocampo, Luis	Bach. Ingeniería Geológica
Pérez, Susan	Bach. Ciencias de la Comunicación
Segura, Berlín	Físico
Quijano, Julio	Bach. Ing. Mecánica de Fluidos
Silva, Yamina	Dr. Meteorología
Trasmonte, Grace	M.Sc. Ecología y Gestión Ambiental
Zubieta, Ricardo	Ing. Geógrafo
Dewitte, Boris	Dr. Oceanografía Física
Flores, Luis	Ing. Industrial
Jiménez, Arturo	Bach. Física
Nuñez, Enma	Ing. Zootecnista
Ochoa, Alex	Ing. Agrónomo

Soporte

APELLIDOS Y NOMBRES	FORMACIÓN
Gómez, Juan Carlos	Ing. Geólogo
Lagos, Pablo	Dr. Meteorología
Woodman, Ronald	Dr. Física Aplicada

Colaboradores externos al área

APELLIDOS Y NOMBRES	FORMACIÓN
Campos, Henry	Estudiante Ing. de Sistemas
Gilt, Huber	Ing. Electrónico
Huaccachi, Susana	Téc. Computación
Pereyra, Danny	Téc. Computación

Tesistas

APELLIDOS Y NOMBRES	FORMACIÓN
Mamani, Dalma	Estudiante Ing. Mecánica de Fluidos
Palacios, Jeffers	Estudiante Ing. Mecánica de Fluidos
Quijano, Julio	Bach. Ing. Mecánica de Fluidos
Saavedra, Miguel	Bach. Ciencias Físicas
Sulca, Juan Carlos	Egresado Ciencias Físicas
Blanco, Franklin	Egresado Ing. Geológica

AERONOMÍA

Descripción del área

El Instituto Geofísico del Perú —a través del Radio Observatorio de Jicamarca (ROJ)— cuenta con el radar de dispersión incoherente (*Incoherent Scatter Radar* o ISR) más grande y de mayor potencia del mundo en la frecuencia *Very High Frequency* (VHF). Este radar fue el primero en su clase y actualmente es único en su tipo en regiones ecuatoriales. Su inmensa antena está compuesta de tres (3) transmisores de 1.5 MW y un arreglo de antenas de 18,432 dipolos, cubriendo un área aproximada de 85,000 m².

El ROJ está ubicado debajo del ecuador magnético de la Tierra, a 25 km del centro del Lima, y su importancia radica en la viabilidad de estudiar los fenómenos que se dan únicamente en la ionosfera ecuatorial.

Gracias a la tecnología peruana, a las continuas labores de reconocidos científicos, y con la asistencia invaluable de especialistas peruanos, se realizan estudios e investigaciones como: el estudio de la ionosfera ecuatorial estable, irregularidades en el alineamiento de campo, dinámica de la atmósfera ecuatorial neutra y física de meteoros. El saber y el conocimiento que tiene el mundo acerca de la ionosfera ecuatorial se debe en gran parte a las contribuciones realizadas por los profesionales que laboran en el Observatorio de Jicamarca.

La misión del ROJ, como parte del IGP, es profundizar el conocimiento de la atmósfera, ionosfera ecuatorial y de latitudes bajas, así como entender los sistemas a los que están acoplados. Para ello, se forman ingenieros y técnicos en física del espacio y se desarrolla técnicas de sensoramiento remoto de radar y radio.

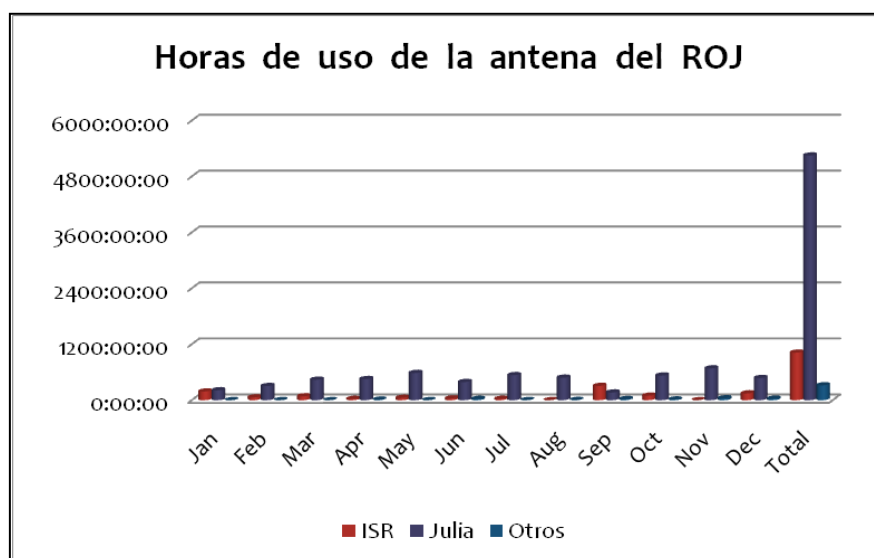
Por otro lado buscamos que, esta investigación y desarrollo sea útil en el ámbito nacional, sin descuidar nuestra razón de ser. Por ello, es necesaria la captación de recursos adicionales que, permitan ampliar las capacidades del ROJ.

Trabajos realizados

Dentro de lo planificado en el Plan Operativo Institucional (POI) nuestras metas para operaciones del radar principal y otros instrumentos fueron las siguientes:

TABLA 1. HORAS DE OPERACIÓN DE INSTRUMENTOS

PROGRAMADO	EJECUTADO	PORCENTAJE REALIZADO
1000 horas de operación de radar principal	1020 horas	102%
4500 horas de operación del radar JULIA (<i>Jicamarca Unattended Long-term Investigations of the Ionosphere and Atmosphere</i>)	5250 horas	117%
Otros: Bistatic, JASMET (<i>Jicamarca All-sky Spectular Meteor Radar</i>)	318 horas	100%
Más de 40 perfiles de diferentes días de temperatura de la baja atmósfera sobre Jicamarca	118 perfiles	295%
Más de 7000 horas de medidas meteorológicas en Jicamarca y en Paracas	8439 horas en Jicamarca 3858 horas en Paracas	176%



Por otro lado, se realizaron las tareas de mantenimiento preventivo cuyo objetivo fue maximizar las operaciones y minimizar los gastos asociados al mantenimiento correctivo.

ÁREA	META
Operaciones	100% de operatividad (2 transmisores (Tx) grandes, 4 Tx MST, 2 Tx TOMCO, receptores (Rx), commutadores de Tx/Rx, limitadores, amplificadores, etc.)
Electrónica e Instrumentación	100% de operatividad de instrumentos y equipos necesarios para operaciones y desarrollo.
Tecnología de la Información	100% de operatividad de Pcs y programas necesarios para toma y procesamiento de datos.
Administración	100% operatividad de vehículos y planta.

Informes técnicos y otros

Con la finalidad de documentar técnicamente los proyectos que se realizan en el ROJ y hacer un seguimiento a mejoras e implementaciones, durante el año 2009 se elaboraron los siguientes informes técnicos:

Operaciones

Automatización de los transmisores principales del ROJ

El proyecto tuvo por objetivo principal automatizar el sistema de control de los transmisores de alta potencia del ROJ: etapas de salida *Driver* y *Power Amplifier*.

Inicialmente el sistema de transmisores contaba con un sistema de control basado en tecnología electromecánica; su funcionamiento y lógica de control se realizaba por intermedio de relés, contactores y temporizadores.

La automatización fue ejecutada en dos fases: la primera desarrollada por el Departamento de Electrónica de la Universidad de Piura, y la segunda como parte de un trabajo de tesis.

Este informe recopila la información correspondiente al proyecto tanto de la primera como de la segunda fase.

Programa de adquisición para los receptores digitales ECHOTEK GC214

Este manual describe el software de adquisición desarrollado en sistema Windows para los receptores digitales Echotek GC214. Los *drivers* que requieren las tarjetas son propios del fabricante y basándose en ellos se ha desarrollado el software de adquisición que es usado para el radar principal de Jicamarca.

Evaluación de la performance de la antena principal del ROJ

Este informe especifica aspectos esenciales de un procedimiento propuesto para la evaluación de la performance de la antena principal del ROJ, que también incluye su comprobación práctica.

La motivación inicial de este procedimiento estuvo dirigida a las observaciones del pase de Júpiter usando la antena. Sin embargo, también se ha comprobado su utilidad para evaluar la sensibilidad y performance del funcionamiento de la antena, incluyendo su estabilidad en el tiempo. Como tal, constituye una potencial herramienta para ubicar fallas en porciones o cuartos de antena, lo cual también es mostrado en este documento.

Área de Tecnología de la Información

MUF Perú con IRI-2007

La máxima frecuencia utilizable (MUF) para poder comunicarnos usando la ionosfera es estimado para todo el territorio peruano usando el modelo *International Reference Ionosphere* 2007 (IRI2007). El modelo IRI proporciona información de la ionosfera para realizar el cálculo del MUF entre dos puntos: transmisión y recepción.

El resultado final es presentado en la web del ROJ, teniendo casi la misma estructura del anterior MUF-Perú, pero esta vez sí calcula valores diferentes cuando el punto de transmisión no es el Observatorio de Jicamarca.

Estimación de derivas ionosféricas sobre Jicamarca

La medición de las derivas ionosféricas en el ROJ se realiza por varios métodos y experimentos dependiendo de cómo está configurado el radar. Este reporte introduce los conceptos (configuración de antena, procesamiento, etc.) relacionados con la estimación de derivas verticales y/o horizontales. Primero describe las configuraciones típicas para los experimentos de ISR-Drifts (*Differential Vertical Drifts*), y luego detalla las rutinas de procesamiento y los algoritmos utilizados para estos procesos.

Al final se presentan varios resultados obtenidos después de aplicar las mejoras como eliminar ecos y otros errores.

Densidad de electrones por potencia absoluta

Este es un reporte de la técnica que se aplica en el ROJ para el cálculo de densidades de electrones de la ionosfera usando valores de la potencia absoluta de los experimentos *Incoherent Scatter Radar* (ISR).

Informamos cómo se define y se calcula algunas constantes para obtener las densidades y los programas que se usan para este fin. Por otro lado, se muestra algunos ejemplos del producto final para demostrar cómo se consigue buenos resultados hallando las densidades de electrones.

Área CIELO (Cluster Ionospheric Instruments for Equatorial and Low-Latitude Observations)

Base de datos GPS (*Global Positioning System*)

Este reporte explica los avances realizados en el desarrollo de la base de datos GPS del proyecto LISN (*Low-latitude Ionospheric Sensor Network*), es decir, la estructura de la base de datos, así como los scripts, programas y herramientas utilizadas.

Adquisición y procesamiento de datos con VIPIR (*Vertical Incidence Pulsed Ionospheric Radar*)

A través de este procedimiento se describe la adquisición de datos de la ionosonda de Jicamarca, es decir, su modo de operación, los programas para procesamiento de datos crudos, y el modo de almacenamiento remoto de figuras y datos procesados. Además, se explica la interface Web utilizada para el acceso y distribución de datos.

Instalación y operación del *Fabry Perot Interferometer* (FPI) y cámara ALL-SKY en Jicamarca

Este reporte describe los equipos instalados en la estación óptica MeriHill, ubicada en las cercanías al ROJ. Asimismo, detalla el funcionamiento automatizado para la supervisión de los equipos y del procesamiento de los mismos.

Área de Electrónica e Instrumentación

Sistema de multifrecuencia de 8 canales

El radar del ROJ actualmente emplea los receptores digitales Echotek en el sistema de adquisición. Cada canal de los receptores cuenta con dos NCO (Oscilador Controlado Numéricamente) lo que permite ingresar dos señales en frecuencias separadas por un mismo canal.

El sistema de multifrecuencia de ocho (8) canales permite ingresar ocho señales de 50 MHz, y con la salida se obtienen cuatro (4) pares cada uno con una señal de 50 MHz y otra de 42.5 MHz. Para obtener la segunda señal se emplea la señal de referencia de 7.5 MHz.

Actualmente se trabaja como señal de referencia de 7.5 MHz la cual proviene del controlador de radar.

Módulo controlador de radar V 1.0

El Controlador de Radar (CR) descrito en este reporte agrupó la lógica digital discreta en un dispositivo lógico programable (*Complex Programmable Logic Device*, CPLD), con lo cual se redujo la cantidad de tarjetas necesarias y, además, se logró un sistema más flexible a las necesidades de los usuarios. Mediante software es posible cargar un nuevo *firmware* al CPLD con nuevas funciones o mejoras, sin tener la necesidad de modificar el hardware periférico. La programación del *firmware* se realizó en el lenguaje de programación VHDL (*Very High Discrete Logic*).

El presente CR se sigue basando en un CPLD de la marca Altera, específicamente, el C.I. MAX9320LC84-15, el cual hace más sencilla la etapa de pruebas y corrección de errores. Para la simulación y programación del CPLD se dispone del MAX-PLUS II, que es el software proporcionado por el fabricante.

Se ha establecido comandos que facilitan el uso del CR en los diferentes sistemas del ROJ, principalmente en el radar SOUSY (Reloj interno de 32 MHz) y el sistema principal (Reloj de 60 MHz).

Estado actual del proyecto apunte automático de antena (ABS)

El radar del ROJ posee una antena de 300 m x 300 m del tipo COCO. Esta antena tiene un apunte dentro de un cono de 5 grados. La antena está dividida en cuartos (E, N, O y S) y cada cuarto contiene 16 módulos. El enfasamiento de la dirección de apunte se realiza mediante el retardo de la señal a cada módulo, y el retardo se hace mediante el cambio de longitudes de cable.

Actualmente este proceso se realiza de forma manual, que toma entre dos a tres horas/hombre. Este proyecto permitirá cambiar —desde un terminal de computadora— la dirección de apunte de la antena del radar en forma remota, . Para realizarlo se ha dividido en dos sub-proyectos: ABS-Radiofrecuencia y ABS Control.

Proyectos

El año 2009 se caracterizó por un periodo de cambios y adaptaciones debido a la planificación de que el personal comience a familiarizarse, y por ende a trabajar bajo la metodología del *Project Management Institute* (PMI).

Para ese periodo se trabajaron los siguientes proyectos:

PROYECTOS DE DESARROLLO Año 2009			
ÁREA	RESPONSABLE	PROYECTOS	ESTADO ACTUAL
Operaciones	O. Castillo	Construcción del transmisor No. 4	84%
	F. Villanueva	TR de 800 kW	75%
	K. Kuyeng	CU Meteor en Jicamarca	30%
	K. Kuyeng	Módulo enfasador de RF (SSR2)	10%
	J. Espinoza	Automatización TX- Segunda Fase	100%
Tecnología de la Información	P. Cóndor	Estimación de las derivas verticales ExB diurno, usando redes neuronales	90%
	M. Urco	Instalación, configuración, sincronización y mantenimiento de la Base de Datos distribuida Madrigal en el ROJ	90%
	L. Condori	Enlace inalámbrico Jicamarca-Mayorazgo para transporte de voz y datos	90%
CIELO	O. Veliz	Preparación de terreno y construcción de Observatorio óptico MeriHill	100%
	O. Veliz, L. Navarro, F. Amaya	Instalación y operación de sistema de seguridad y vigilancia en Observatorio óptico MeriHill	98%
	O. Veliz, L. Navarro	Automatización del sistema magnetómetro	20%
	L. Navarro	Procesamiento de imágenes interferométricas	20%
	O. Veliz, L. Navarro, F. Amaya	Instalación de Cámara All-Sky y automatización de toma de datos	100%
	C. De La Jara, J. Espinoza	Desarrollo de Base de datos LISN	100%
Electrónica e Instrumentación	D. Córdova, J. Quenta	Desarrollo de un sistema de apunte automático de la antena del radar (ABS)	50%
	M. Iñóñan, R. Abad	JARS (Sistema de adquisición de 8 canales)	70%
	I. Manay	Mejoras del DDS (Direct Digital Synthesizer)	70%
	J. Alcántara	Sistema REX 2X	100%
	I. Manay	Puesto en operación del DDS Multifrecuencia	100%
	I. Manay	Controlador de 8 canales	100%
	R. Yanque	Construcción de un módulo DDS	20%

Publicaciones y Presentaciones

Durante el año 2009 resaltan los trabajos de meteoros, no sólo por la cantidad sino también por la calidad de los mismos. Un ejemplo claro es el trabajo de Oppenheim et al., que introduce una nueva técnica de radar al utilizar los ecos de meteoros y que nos permitirá medir vientos neutros en zonas poco exploradas. Este trabajo fue resaltado en la revista *Physics Today* (Wilson, 2009). Asimismo, el trabajo de Chau et al. (2009) nos muestra claramente el acoplamiento entre la baja atmósfera y la ionosfera, al encontrar una correlación alta entre el calentamiento súbito de la estratósfera polar y las variaciones de campos eléctricos en la ionosfera ecuatorial. Nuestros estudios preliminares indican que estos dos procesos serían generados por cambios en las ondas planetarias.

A continuación listamos el cuadro con las publicaciones relacionadas al ROJ, agrupadas en siete temas:

TEMA	CÓDIGO	Nº DE PUBLICACIONES
Aeronomía	Aero	8
Atmósfera	Atmos	3
Comunicaciones	Comm	1
Acoplamiento	Acomp	1
Meteoros	Met	7
Irregularidades del plasma	IP	4
Técnicas	Tech	6

1. Alken, P. (2009), A quiet time empirical model of equatorial vertical plasma drift in the Peruvian sector based on 150 km echoes, *J. Geophys. Res.*, 114, A02308, doi:10.1029/2008JA013751. [Aero]
2. Anghel, A. F. (2009), Studies of the thermosphere, ionosphere and plasmasphere using wavelet analysis neural networks, and Kalman Filters, Thesis Ph.D, University of Colorado at Boulder. [Tech.]
3. Balan, N. S., H. Alleyne, Y. Otsuka, D. Vijaya Lekshmi, B. G. Fejer, and I. McCrea (2009), Relative effects of electric field and neutral wind on positive ionospheric storms, *Earths, Planets and Space*, 61(4), 439-445. [Aero]
4. Burke, W. J., C. Y. Huang, and R. D. Sharma (2009), Stormtime dynamics of the global thermosphere and equatorial ionosphere, *Ann. Geophys.*, 27, 2035-2044. [Aero]
5. Chapagain, N. P., B. G. Fejer, and **J. L. Chau** (2009), Climatology of Early Night Equatorial Spread F Over Jicamarca, *J. Geophys. Res.*, 114, A07307, doi:10.1029/2008JA013911. [Aero]
6. **Chau, J. L.**, B. G. Fejer, and L. P. Goncharenko (2009), Quiet variability of equatorial $E \times B$ drifts during a sudden stratospheric warming event, *Geophys. Res. Lett.*, 36, L05101, doi:10.1029/2008GL036785. [Acomp.]
7. **Chau, J. L., F. R. Galindo**, C. J. Heinselman, and M. J. Nicolls (2009), Meteor-head echo observations using an antenna compression approach with the 450MHz Poker Flat Incoherent Scatter Radar, *J. Atmos. Solar Terr. Phys.*, 71, 636-643. [Met.]
8. **Chau, J. L., R. F. Woodman, M. A. Milla**, and E. Kudeki (2009), Naturally enhanced ion-line spectra around the equatorial 150-km region, *Ann. Geophys.*, 27, 933-942. [IP]
9. Farley, D. (2009), The equatorial E-region and its plasma instabilities: a tutorial, *Ann. Geophys.*, 27, 1509-1520. [IP]
10. Guo, L., and G. Lehmacher (2009), First meteor radar observations of tidal oscillations

tions over Jicamarca (11.95° S, 76.87° W), *Ann. Geophys.*, 27, 2575–2583. [Aero]

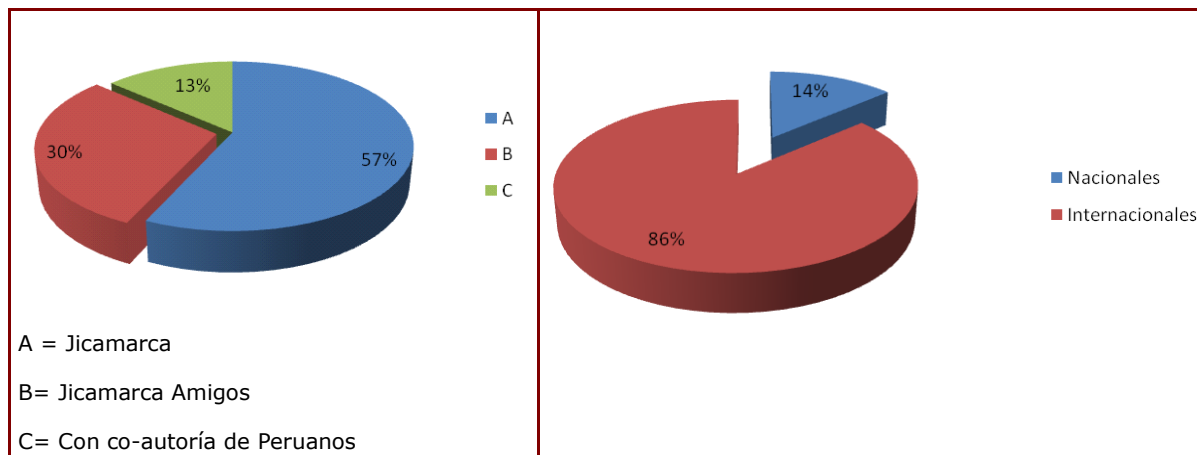
11. Hall, C. M., J. Röttger, **K. Kuyeng**, M. Tsutsumi, M. Dyrland, and **J. L. Chau** (2009), Polar Mesospheric Summer Echoes at 78°N, 16°E, 2008: First results of the refurbished (SOUSY) Svalbard Radar, *J. Geophys. Res.*, 114, D11111, doi:10.1029/2008JD011543. [Atmos.]
12. Hall, C. M., J. Röttger, **K. M. Kuyeng**, F. Sigernes, S. Claes, and **J. L. Chau** (2009), First results of the refurbished SOUSY radar: Tropopause altitude climatology at 78° N, 16°E, 2008, *Radio Sci.*, 44, RS5008, doi:10.1029/2009RS004144. [Atmos.]
13. Hinrichs, J., L. P. Dyrud, and J. Urbina (2009), Diurnal variation of non-specular meteor trails, *Ann. Geophys.*, 27, 1961–1967. [Met.]
14. Hysell, D. L., **J. L. Chau**, and J. D. Huba, Topside measurements at Jicamarca during solar minimum, *Ann. Geophys.*, 27, 427–439. [Tech.]
15. Hysell, D. L., R. B. Hedden, **J. L. Chau**, **F. R. Galindo**, P. A. Roddy, and R. F. Pfaff (2009), Comparing F region ionospheric irregularity observations from C/NOFS and Jicamarca, *Geophys. Res. Lett.*, 36, L00C01, doi:10.1029/2009GL038983. [IP]
16. Kelley, M. and E. Dao (2009), On the local time dependence of the penetration of solar wind-induced electric fields to the magnetic equator, *Ann. Geophys.*, 27, 3027–3030. [Aero]
17. Kelley, M. C., R. R. Ilma, and G. Crowley (2009), On the origin of pre-reversal enhancement of the zonal equatorial electric field, *Ann. Geophys.*, 27, 2053–2056. [Aero]
18. Lehmacher, G. A., E. Kudeki, A. Akgiray, L. Guo, P. M. Reyes, and **J. L. Chau** (2009), Radar cross sections for mesospheric echoes at Jicamarca, *Ann. Geophys.*, 27, 2675–2684. [Atmos.]
19. Malhotra, A. (2009), Solving long-standing meteor mysteries, Thesis Ph.D., The Pennsylvania State University. [Met.]
20. Malhotra, A., and J. D. Mathews (2009), Low-altitude meteor trail echoes, *Geophys. Res. Lett.*, 36, L21106, doi:10.1029/2009GL040558. [Met.]
21. Malhotra, A., J. D. Mathews, and K. Ray (2009), Aspect sensitivity considerations in determining day-to-night variations in meteor trail durations, *Geophys. Res. Lett.*, 36, L22105, doi:10.1029/2009GL040815. [Met.]
22. **Milla, M.**, and E. Kudeki (2009), Particle dynamics description of BGK collisions as a Poisson process, *J. Geophys. Res.*, 114, A07302, doi:10.1029/2009JA014200. [Tech.]
23. Nicolls, M. J., F. S. Rodrigues, G. S. Bust, and **J. L. Chau** (2009), Estimating E-region density profiles from radio occultation measurements assisted by IDA4D, *J. Geophys. Res.*, 114, A10316, doi:10.1029/2009JA014399. [Tech.]
24. Oppenheim, M. M., G. Sugar, N. O. Slowey, E. Bass, **J. L. Chau**, and S. Close (2009), Remote Sensing Lower Thermosphere - Mesosphere Wind Profiles Using Non-Specular Meteor Echoes, *Geophys. Res. Lett.*, 36, L09817, doi:10.1029/2009GL037353. [Met.]
25. **Pinedo, H.** (2009), Filtro espacial adaptivo para rechazo de interferencia usando arreglo de antenas en el Radio de Observatorio de Jicamarca, Tesis de Maestría en la especialidad de Física Aplicada de la Pontificia Universidad Católica del Perú. [Tech.]
26. Shume, E. B., E. R. Paula, D. L. Hysell, F. S. Rodrigues, and A. Rodrigues (2009), Equatorial zonal electric fields inferred from a 3-D electrostatic potential model and ground-based magnetic field measurements, *J. Geophys. Res.*, 114, A06305, doi:10.1029/2009JA014158. [Tech.]
27. Varney, R. H., M. C. Kelley, and E. Kudeki (2009), Observations of electric fields associated with internal gravity waves, *J. Geophys. Res.*, 114, A02304, doi:10.1029/2008JA013733. [Aero]
28. Wilson, M. (2009), Meteor trails track upper atmospheric winds, *PhysicsToday*, 62(6),

16-18. [Met.]

29. **Woodman, R. F.** (2009), Spread F- An old equatorial aeronomy problem finally resolved?, *Ann. Geophys.*, 27, 1915-1934. [IP]
30. **Yoza, N.** (2009), Mejoramiento de las comunicaciones analógicas y digitales vía el electrochorro ecuatorial empleando diversidad, Tesis para optar por el título de Ingeniero de las Telecomunicaciones en la Pontificia Universidad Católica del Perú. [Comm.]

Presentaciones

Para mayor referencia de las presentaciones del ROJ, visitar la siguiente página:
http://jro.igp.gob.pe/english/publications/publications_en.php?item=2



Charlas internas

SEMINARIO/CHARLA	EXPOSITOR	FECHA
"Python como herramienta de trabajo en el ROJ"	Dr. Jorge L. Chau	22 de enero
"Control Autónomo de la Trayectoria de un Robot – Móvil"	Ing Miguel Urco - IT	5 de marzo
"Investigaciones espaciales en el Perú"	Dr. Ronald Woodman	11 de marzo
"Diseño Analógico de circuitos"	Ing. Marcos Iñóñan - EI	16 de marzo
"Estimación del Drift con datos de Magnetómetros usando Redes Neuronales. Presentación y Discusión de lo avanzado"	Percy Cóndor - IT	4 de junio
"Diseño de un demodulador FM basado en la tecnología SOFTWARE-DEFINED RADIO en FPGA"	José Quenta - EI	11 de junio
"Mejoramiento de las comunicaciones analógicas y digitales vía el Electrochorro Ecuatorial empleando diversidad"	Nadia Yoza - IT	25 de junio
"Estimación de la respuesta de un sensor de temperatura"	Percy Cóndor - IT	2 de Julio
"Introducción a Sistemas Embebidos"	Luis Condori - IT	29 de septiembre
"Proyecto Over-JRO en Python"	Ing. Freddy Galindo - IT	2 de noviembre
"Filtro espacial adaptivo para rechazo de interferencia usando arreglo de antenas en el Radio de Observatorio de Jicamarca"	Mag. Henry Pinedo - IT	17 de diciembre

Leyenda:

IT: Tecnologías de la Información
EI: Electrónica e Instrumentación

Personal

El personal que labora en el Radio Observatorio de Jicamarca (ROJ) está conformado por personal de IGP y personal de Ciencia Internacional (CI) el cual interviene en el desarrollo de proyectos, operación y mantenimiento del ROJ.

Asimismo, contamos con la presencia de personal del SIMA quienes en el marco de un convenio interinstitucional tienen a cargo el desarrollo de proyectos.

APELLIDOS Y NOMBRES	FORMACIÓN
Chau, Jorge	Dr. Ingeniería Eléctrica y de Computación
Woodman, Ronald	Dr. Física Aplicada
Milla, Marco	Dr. Ingeniería Eléctrica y de Computación
Morales, Pierina	Ing. Industrial
Calle, Angela	Diplomado en Administración y Logística
Villaverde, María	Lic. Ciencias de la Comunicación
Gonzáles, Patricia	Secretariado Ejecutivo
Veliz, Oscar	Especialista en Geomagnetismo
Espinoza, Juan Carlos	Ing. Mecánico-Eléctrico
De La Jara, César	Ing. Electrónico
Amaya, Felipe	Téc. Electrónico
Navarro, Luis	Bach. Ingeniería Electrónica
Yoza, Nadia	Ing. de Telecomunicaciones
Huamán, Jorge	Tesista en Física
Guardamino, Roxana	Estudiante In. Industrial
Cisneros, Carlos	Téc. Mecánico
Mendieta, Sandra	Téc. en Administración
Durand, Ladislao	Téc. en Administración
Martínez, Hugo	Conserje
Venegas, Lino	Téc. Mecánico
Zegarra, José	Téc. en Refrigeración
Huamaní, Américo	Téc. en Computación e Informática
Amador, Johanna	Secretaria Ejecutivo
Sánchez, David	Téc. en Soldadura
Carlos, Edilberto	Conserje
Morales, Raúl	Conserje
Pareja, Moisés	Conserje

APELLIDOS Y NOMBRES	FORMACIÓN
Yanque, Ramiro	Ing. Electrónico
Córdova, Darwin	Ing. Electrónico
Manay, Iván	Ing. Electrónico
Inoñan, Marcos	Ing. Electrónico
Abad, Rita	Bach. Ingeniería Electrónica
Belleza, Alejandro D	Téc. en Electrónica
Palpa, Erika	Téc. en Electrónica
Alvaro, Walter	Téc. en Electrónica
Quenta, José	Ing. de Telecomunicaciones
Bernal, Manuel	Téc. en Electrónica
Rosas, Glenn	Téc. Mecánico Industrial
Castillo, Otto	Ing. Electrónico
Kuyeng, Karim	Ing. Electrónico
Villanueva, Fernando	Bach. en Electrónica
Aguilar, Alan	Bach. en Ingeniería Electrónica
Quesada, Víctor	Téc. en Electrónica
Villegas, Santos	Téc. en Electrónica
Yaya, Rommel	Téc. en Electrónica
Tadeo, Rafael	Téc. en Electrónica
Lavado, José	Téc. en Electrónica
Rojas, Walter	Téc. en Mecánica
Coronado, Américo	Téc. Electricista
Condori, Luis	Ing. Electrónico
Condori, Percy	MSc en Física
Urco, Juan Miguel	Ing. Electrónico
Bravo, Phillyps	Bach. Ingeniería Informática
López, Luis	Ing. Eléctrico
Buendía, Francisco	Bach. Ingeniería Electrónica

GEOMAGNETISMO

Descripción del área

La Dirección de Geomagnetismo, desde su creación, es la primera área que se fundó en el Observatorio de Huancayo. Desde el 1ro de marzo de 1922 registra —en forma permanente— la variación del campo magnético terrestre. En más de 87 años de registro, el Observatorio de Huancayo ha contribuido al mejor entendimiento de las propiedades del campo magnético de la tierra y sus implicancias. La ubicación ideal del Observatorio (prácticamente sobre el ecuador magnético) ha permitido que la comunidad mundial de científicos tengan un punto referencial de mucha importancia en el estudio del geomagnetismo, y especialmente en el estudio del electrochorro ecuatorial y la ionosfera.

Trabajos realizados

Entre los meses de mayo a junio se realizaron observaciones del Sol para la verificación y determinación de azimut de marca.

Observaciones Absolutas

Se realizaron las siguientes actividades:

- Toma de observaciones absolutas tres veces a la semana. Cada observación consta de dos muestreos continuos, realizándose 243 observaciones absolutas durante el 2009.
- Reducción y proceso de observaciones absolutas para control de línea de base y valor de escala de magnetómetros analógicos y digitales.

Magnetómetro INTERMAGNET GRL (Magnetómetro principal)

- Ajuste y control de tiempo. Se realiza diariamente a las 07:00 a.m.
- Chequeo de datos registrados. Se realiza diariamente.
- Reducción y proceso de datos preliminares. Se realiza diariamente.
- Envío diario de datos preliminares a las Centrales Mundiales de Datos Geomagnéticos (*World Data Center for Geomagnetism—WDC*)
- Envío semanal de datos ajustados a las centrales mundiales de datos geomagnéticos.
- Creación de *backup* de datos en CD-ROM.

Magnetómetro RFP-523 ERI (Magnetómetro Backup)

- Control diario de funcionamiento del magnetómetro.
- Chequeo semanal de datos registrados.
- Envío de datos por FTP a ERI (*Earthquake Research Institute*) de Tokyo.

Magnetómetro Eschenhagen (Magnetómetro Fotográfico de respaldo)

- Cambio de papel fotográfico diario a las 19:00 horas (00:00 hora universal) y registro de temperatura de sala de variógrafos.
- Calibración de valor de escala de magnetómetro fotográfico. Tres veces a la semana componentes H, D y Z.
- Ajuste y control de tiempo marca horaria.
- Revelado de magnetogramas semanalmente.
- Etiquetado y clasificación de magnetogramas fotográficos e inventariado de magnetogramas.

Procesamiento de datos

- Procesamiento y reducción de observaciones absolutas semanales.
- Elaboración de la línea de base y valor de escala anual de los datos magnéticos registrados.
- Procesamiento de datos geomagnéticos a formatos INTERMAGNET.

Reporte y publicación de datos

- Los datos procesados son enviados diariamente a tres centros mundiales de datos geomagnéticos: WDC Kyoto, Central INTERMAGNET Edinburgo y Central INTERMAGNET Polonia.
<http://swdcwww.kugi.kyoto-u.ac.jp/mdplt/index.html>
http://www.intermagnet.org/apps/dataplot_e.php?plot_type=b_plot
<http://rtbel.igf.edu.pl/>
- Se ha elaborado el reporte final de datos definitivos del año 2008 y enviado a la central de INTERMAGNET de París, para su publicación en DVD INTERMAGNET 2008.

Instrumentación, mantenimiento de equipos y programación.

- Migración de los sistemas operativos Windows de las PCs a Linux y paulatinamente se está implementando las herramientas necesarias para el trabajo bajo Linux.
- Desarrollo de software para proceso de datos bajo Linux, así como también se están adicionando mayores funcionalidades al software desarrollado para reducción de datos de Azimut SOLE.
- Se viene desarrollando software para presentación de datos geomagnéticos en tiempo real bajo Linux.
- Rediseñado de registrador digital con sensor CCD, para variómetro del tipo fotográfico.

Publicación científica y difusión

- Co-autores: The Most Recent Meteorite Fall: The Carancas Crater, Meteoritics and Planetary Science, MAPS-1101, 2009.
- Co-autores (publicación de datos): The Global Network of Magnetic Observatories 2007 Definitive Data, Intermagnet 2009, Francia, 2009.

Organización y participación en eventos

- El 2 de mayo del 2009 se realizó la sesión de astronomía conmemorando el "Año Internacional de la Astronomía", en la Plaza Huamanmarca de Huancayo.
- El 28 de agosto del 2009 se realizó la conferencia y sesión de Astronomía para los escolares en el Distrito de Huachac.
- El 24 de septiembre del mismo año, participación en el taller de montaje y adquisición de datos estación total, GPS Trimble, realizado en el Observatorio de Huancayo.
- Del 3 al 5 de diciembre, participación en el "Annual Meeting of the Radioastronomy Society Japan" realizado en Mizusawa – Japón.

Atención a visitantes de instituciones educativas

Charlas de Geomagnetismo a los visitantes de escuelas, colegios, universidades y otras instituciones educativas.

- 17 de abril del 2009. Conferencia "VIAJANDO A TRAVÉS DE UNA LÍNEA DEL CAMPO MAGNÉTICO DE LA TIERRA" en el auditorio del Observatorio de Huancayo para estudiantes de Medio Ambiente

y Forestales de las distintas universidades de la región. Dicha conferencia fue realizada por Domingo Rosales.

- 22 de abril del 2009. Conmemorando el día de la Tierra Sesión, se realizaron conferencias para estudiantes de Medio Ambiente y Forestales y público en general en el auditorio del Observatorio de Huancayo. Domingo Rosales expuso el tema: INVERSIONES MAGNÉTICAS Y SU RELACIÓN CON LOS CICLOS CLIMÁTICOS
- 2 de mayo del 2009. Conmemorando el AÑO INTERNACIONAL DE LA ASTRONOMÍA 2009, se realizó una exposición astronómica en la PLAZA HUAMANMARCA DE HUANCAYO dirigida a los niños. Dicha exposición consistió en que los niños armen los telescopios y luego observen la luna con dichos telescopios y dibujen premiándole a los mejores dibujos de la luna observada con dichos telescopios. Participaron en este evento Domingo Rosales y Erick Vidal.
- 8 de mayo del 2009. Sesión de conferencias en el auditorio del Observatorio de Huancayo para estudiantes de Medio Ambiente y Forestales de las distintas universidades de la región. Una de las conferencias fue realizada por Domingo Rosales. Tema "INVERSIONES MAGNÉTICAS Y SU RELACIÓN CON LOS CICLOS CLIMÁTICOS".
- 28 de agosto del 2009. Conferencia y Sesión Astronómica "EL UNIVERSO PARA QUE LO DESCUBRAS", Municipalidad Distrital de Huachac, Resolución de Alcaldía Nro. 083-2009-MDH/A, Huachac-Chupaca-Perú, Agosto 2009.

Otras actividades

- Reparación de cable de datos de piranómetros digitales del área de meteorología.
- Mantenimiento y alineación óptica de telescopio Newtoniano.
- Corrección de configuración del cable de red de datos entre la oficina de meteorología y oficina de radiación solar del área de meteorología.
- Apoyo en instalación de Domo, adaptación de fuentes de poder de Workstation, instalación de espejo deflector, proyecto SOFDI.
- Instalación de panel solar sistema de radio enlace del Observatorio de Huancayo.
- Orientación de telescopio solar SECASI del Observatorio de Huancayo.
- Apoyo al área de redes del IGP en mantenimiento de las estaciones sísmicas (Llamahuaqui, Atoc Punta, Carpapata, Jabonillos, Rundovilca, Pocllac, Tablachaca).
- Atención a visitantes con charlas de astronomía en el telescopio SECACI.

Personal

APELLIDOS Y NOMBRES	FORMACIÓN
Orihuela, Silvano	Bach. Ingeniería Mecánica
Vidal, Erik	Téc. Electricista
Domingo, Rosales	Bach. en Física
Gamarra, Cristina	Secretaria

SISMOLOGÍA

Descripción del área

La Dirección de Investigación en Sismología es la unidad encargada de promover el desarrollo de las investigaciones en sismología y campos afines —dentro del ámbito de las Ciencias de la Tierra Sólida— y contribuye al desarrollo de proyectos de investigación y programas interdisciplinarios de investigación a nivel nacional e internacional. El monitoreo continuo de la actividad sísmica que ocurre en Perú y el manejo de la información sísmica, son base para las acciones de previsión y prevención de desastres que está a cargo de Defensa Civil y la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú.

La misión de la Dirección de Sismología es promover, desarrollar, organizar y supervisar las investigaciones en el campo de la sismología, ingeniería sísmica, sismología volcánica, tsunamis, riesgo sísmico y volcánico, y sismicidad inducida. Para ello cuenta con profesionales de amplia experiencia y formación idónea. Buscamos que las investigaciones que se realizan sean de utilidad para la sociedad con el propósito de encaminarlas hacia el objetivo final de la sismología: predecir la ocurrencia de sismos, así como sus efectos secundarios.

Dentro de los temas de actualidad desarrollamos y ejecutamos estudios sobre modelización numérica de terremotos, mecanismo de la fuente sísmica, interferometría de radar y sismología en tiempo real para los sistemas de alerta temprana.

Proyectos

El Perú es altamente sísmico y para conocerlo mejor se ha elaborado el **Mapa Sísmico** para el periodo 1964-2008, información que esperamos oriente la toma de decisiones de quienes se dedican a la previsión y prevención de los desastres (Ver Figura 1). Este proyecto nos ha permitido observar que en la región norte del Perú, la ocurrencia de sismos es mínima y ello no permite conocer e identificar la manera como se desarrolla los procesos de deformación en la región. Debido a esto se procedió a instalar durante todo el año 2009 una red sísmica regional compuesta por 20 estaciones sísmicas y con la información recolectada se viene estudiando las deformaciones corticales presentes en esta región, así como su relación con el ciclo sísmico. Estos estudios serán complementados con datos de GPS provenientes de una densa red de puntos geodésicos instalados desde mayo del año 2009. Estos estudios permitirán identificar los sismos tsunamigénicos, revelar la existencia de los llamados “**sismos silenciosos**” y tremores no volcánicos.

El terremoto de Pisco del 2007 (departamento de Ica) nos ha demostrado que en dicha ciudad la calidad del suelo tuvo un rol importante. Los daños observados en la localidad de Tambo de Mora fueron debidos básicamente a procesos de licuación de suelos. Conocer el modelo de velocidad 3D para la zona afectada por el terre-

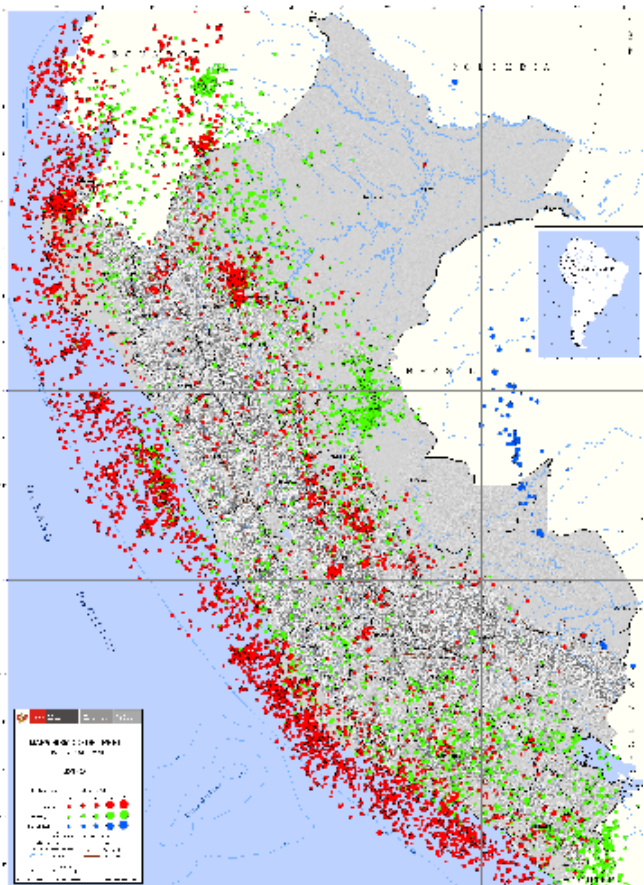


FIGURA 1.- MAPA SÍSMICO DEL PERÚ, PERIODO 1964-2008

FIGURA 2.- MODELO DE VELOCIDAD 3D PARA LA ZONA AFECTADA POR EL TERRE-

moto de Pisco, atenuación de la energía sísmica en Ica a partir de acelerogramas teóricos, los efectos de sitio y su relación con la estructura del subsuelo, es el tema de investigación para la tesis de doctorado de la M.Sc. Isabel Bernal, quien en cooperación con las Universidades de Estrasburgo y Grenoble, han registrado actividad sísmica durante seis (6) meses y han realizado —durante 30 días— el registro de vibraciones ambientales en las localidades de Tambo de Mora, Pisco, Chíncha e Ica. A la actualidad se ha logrado obtener el modelo de velocidad 3D con estudios de tomografía, generar registros teóricos de aceleración del suelo y conocer las características dinámicas de las capas superficiales y basamento para la ciudad de Ica. En la Figura 2 se muestra los registros de vibración ambiental obtenida con un arreglo de 100 metros de radio, las gráficas de razón espectral y la distribución de frecuencias predominantes y amplitudes presentes en el arreglo.

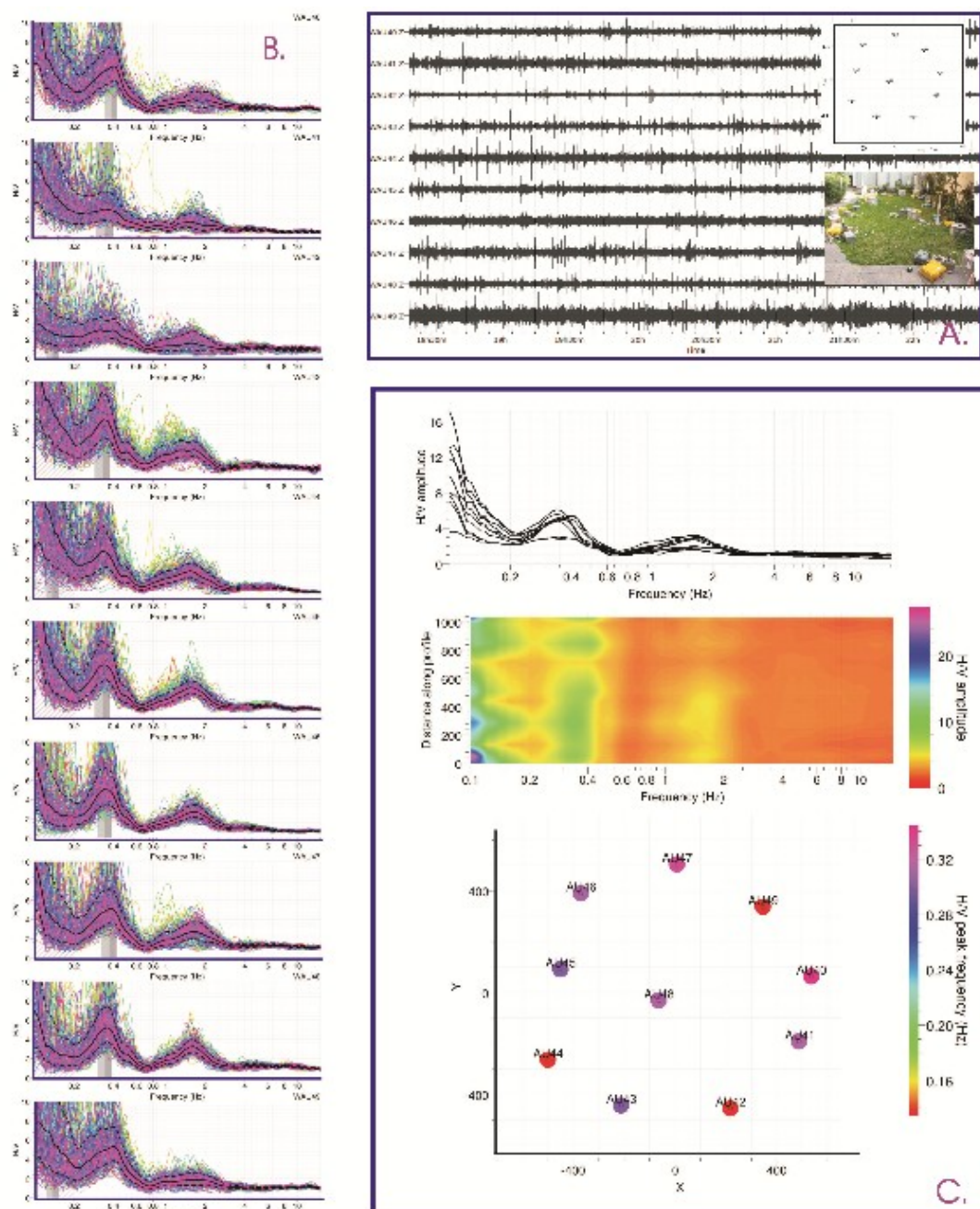


FIGURA 2.- ESTUDIOS DE SUELOS REALIZADOS EN ICA DESPUÉS DEL TERREMOTO DE PISCO DEL 2007. A). REGISTROS DE VIBRACIÓN AMBIENTAL, B). RAZONES ESPECTRALES Y C.) DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS PREDOMINANTES Y AMPLITUDES PRESENTES EN EL ARREGLO.

Aplicando la técnica de razones espectrales (H/V) se ha estudiado por encargo de COOPI, las características del comportamiento dinámico del suelo en la localidad de Pachacútec-Ventanilla, lográndose proponer un mapa de zonificación de suelos que sea de utilidad como información básica para la toma de decisiones por parte de las autoridades respectivas.

La información proveniente de la Red Sísmica Nacional (compuesta por 32 estaciones sísmicas) viene siendo analizada, cuantificada y almacenada en formatos adecuados para su posterior uso en los diversos proyectos de investigación que se desarrollan en el área de sismología. Los mapas sísmicos, por año y departamento, son actualizados en formato ARCGIS para ser parte de la Base de Datos Georeferenciados del convenio IGP-PREDECAN. Para el manejo de la base de datos sísmicos se han desarrollado algoritmos que facilitan, en gran medida, todo el trabajo de procesamiento y almacenamiento de información.

Dentro del convenio IGP-IRD se ha instalado en la región norte del Perú hasta 60 puntos geodésicos a lo largo de la costa y de tres (3) transectas, desde la costa hasta la zona subandina. El objetivo es investigar la ocurrencia de posibles desplazamientos asísmicos de la placa continental o el desarrollo de procesos lentos de acumulación de energía y deformación. Dentro de este convenio se ha instalado GPS en la zona afectada por el terremoto de Pisco del 2007 y la información recolectada es la base de uno de nuestros trabajos a publicarse en Nature en el año 2010.

Publicaciones

Dentro de los convenios de investigación entre el IGP, IRD y CALTECH, se ha hecho uso de registros de interferometría (InSAR), sísmicos (campo lejano), tsunamis y observaciones de campo a fin de reconstruir la historia espacio-tiempo del proceso de ruptura del terremoto de Pisco del 15 de Agosto de 2007. Los resultados fueron publicados en el *Journal of Geophysical Research* Vol. 115, B02405, doi:10.1029/2009JB006429 con el título "Source model of the 2007 Mw 8.0 Pisco, Peru earthquake: Implications for seismogenesis behavior of subduction megathrusts" (Sladen A., Tavera, H., Simons, M., Konca, O., Perfettini, H., Audin, L.).

Durante el año 2009 se realizó el Segundo Simposio Internacional de Geofísica, en la ciudad de Lima, con el título "Investigación Científica y Preparación ante Desastres". En este evento se discutieron temas de Microzonificación Urbana, Gestión de Crisis y Comunicación. Se contó con el apoyo de la Comunidad Europea y participaron investigadores de los países de Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Brasil, Argentina, Panamá, Chile, Francia e Italia. Los trabajos presentados fueron compilados y publicados en una Memoria cuyo editor responsable fue el Dr. Hernando Tavera (Figura 3).

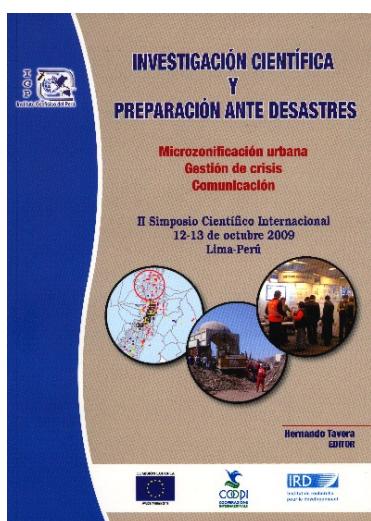


FIGURA 3

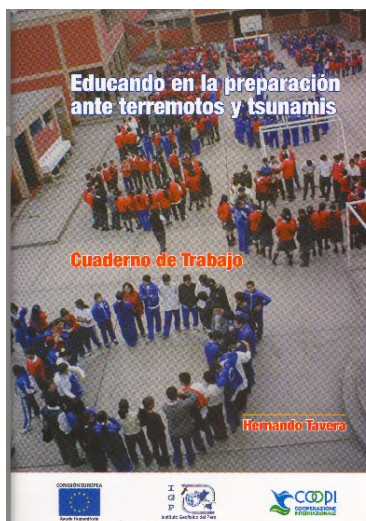


FIGURA 4

Siendo una de las funciones del IGP, el capacitar a jóvenes estudiantes en el tema de origen, causas, historia de ocurrencia de sismos en el Perú, en coordinación con Cooperazione Internazionale se ha editado el Cuaderno de Trabajo "Educando en la Preparación ante Terremotos y Tsunamis" a cargo del Dr. Hernando Tavera (Figura 4). Este material ha sido utilizado en la tarea de educar a 1350 estudiantes de diversos colegios de la provincia de Chíncha (Ica) y de 350 de la ciudad de Ilo (Moquegua).

Tesis Profesionales y Becas

Durante el año 2009, dos nuevos profesionales han obtenido su título de Ingenieros Geofísicos, Juan Carlos Villegas y Sheila Yauri, ambos de la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. Los temas de investigación desarrollados llevan los siguientes títulos: "Modelos de Velocidad Unidimensional para las Regiones Norte, Centro y Sur de Perú a partir de la Inversión de Tiempos de Arribo de ondas P y S en el Campo Cercano" y "Detección, Localización y Análisis de Sismos Tsunamigénicos: Sistema de Alerta de Tsunamis Tremors". Asimismo, durante este mismo año, el Ing. Juan Carlos Villegas obtuvo su Grado de Magister en la Universidad de Nice, Sophie Antipolis con el tema de investigación: "*Processing and Analysis of the LISN permanent GPS Network*". Actualmente, ambos profesionales continúan desarrollando sus investigaciones en el campo de GPS y alerta de tsunamis.

Por otro lado, dentro del programa de capacitación, se ha logrado obtener una beca de la Embajada del Japón para que la Bachiller Liliana Torres realice una estancia en el Laboratorio de Volcanes de Aso, Universidad de Kyoto. Durante un periodo de 6 meses se logró concluir el estudio "Observaciones Electromagnéticas y Geotermales en Volcanes Activos: Misti (Perú) y Aso (Japón)".

Conferencias

Una de las actividades importantes del grupo de sismología es la participación en conferencias, congresos nacionales e internacionales. Durante el año 2009 se ha participado como conferencistas en reuniones programadas por COSUDE, CIP-Chimbote, Municipalidad de Lurín, PNUD, COOPI y Defensa Civil (Ver Figura 5). Del mismo modo, hemos estado presentes en el Congreso de Ingeniería Sísmica organizado por la Sociedad Mexicana de Ingeniería en donde Isabel Bernal discutió sobre sus investigaciones realizadas en Tambo de Mora – Chíncha. Un seminario realizado en Lima por el IGP y el IRD, llamado "Seminario de Jóvenes Investigadores", permitió que los ingenieros Isabel Bernal, Juan Carlos Villegas, Sheila Yauri y los Bachilleres Liliana Torres y Hugo Zúñiga presentaran avances de sus investigaciones en temas de ingeniería sísmica, geodesia, tsunamis, sismicidad inducida y volcanes.



FIGURA 5: CONFERENCIA EN COSUDE

Servicio Sismológico

En el año 2009 el Servicio Sismológico ha reportado la ocurrencia de 143 sismos sensibles con epicentros distribuidos en todo el país. De estos sismos, cuatro presentaron magnitudes de 5.8 ML (Magnitud Local), y de ellos el ocurrido el 2 de febrero a las 12h 53 min (hora Local), produjo intensidades de V (Magnitud Modificada, MM) en Pisco, IV (MM) en Chíncha y Cañete provocando únicamente alarma en la población de departamento de Ica (Ver Figura 6).

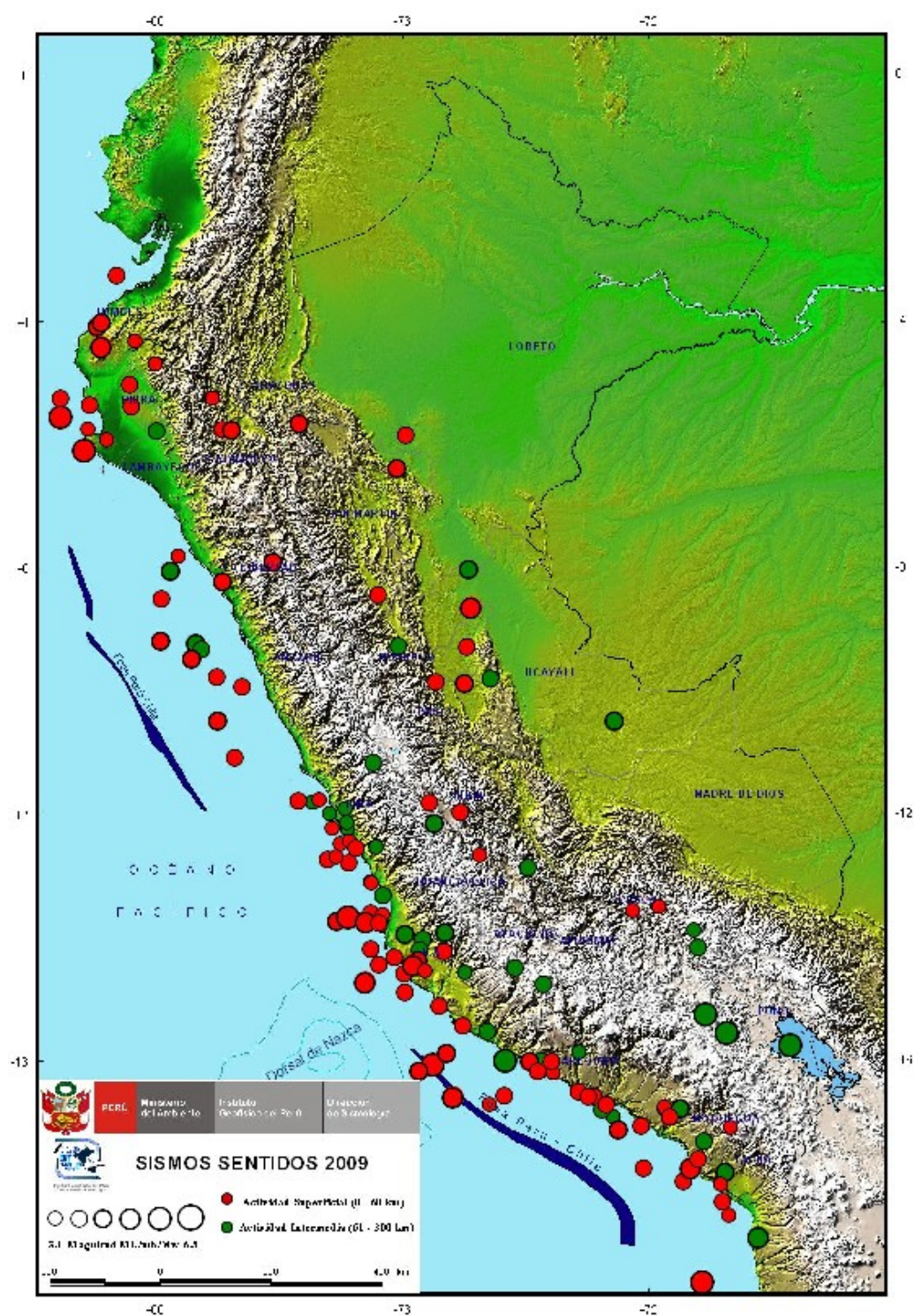


FIGURA 6: DISTRIBUCIÓN DE SISMOS SENSIBLES OCURRIDOS EN EL AÑO 2009

Personal

APELLIDOS Y NOMBRES	FORMACIÓN
Tavera, Hernando	Dr. Sismología
Bernal, Isabel	M.Sc. en Ciencias de la Tierra
Villegas, Juan Carlos	Ing. Geofísico
Yauri, Sheyla	Ing. Geofísico
Fernández, Efraín	Bach. Geofísica
Rodríguez, Simeón	Lic. en Física
Torres, Liliana	Bach. Ciencias Geofísicas
Arredondo, Lucía	Bach. Ciencias Geofísicas
Bilha, Herrera	Bach. Ciencias Geofísicas
Flores, Cristhian	Bach. Ciencias Geofísicas
Guardia, Patricia	Bach. Ciencias Geofísicas
Gutierrez, Silvia	Bach. Ciencias Geofísicas
Salas, Henry	Téc. Electrónica
Agüero, Consuelo	Téc. Asistente
Torres, Estela	Secretaria
Moncca, Geremías	Tesista
Ochoa, Angel	Tesista
Bustamante, Marcos	Bach. en Geofísica

VULCANOLOGÍA

Descripción del área

En el Perú el vulcanismo activo está situado en la parte más septentrional de la Zona Volcánica Central (ZVC) de América del Sur. Dentro de la división política del país, esta ZVC está dentro de las regiones de Ayacucho, Arequipa, Moquegua y Tacna, donde se han identificado al menos diez (10) volcanes activos: Sara Sara, Coropuna, Sabancaya, Misti, Ubinas, Huaynaputina, Ticsani, Yucamane, Tutupaca y Casiri.

El Área de Vulcanología es la encargada de realizar estudios de investigación en la ZVC. Dichos estudios están asociados tanto al traslado de material magmático bajo la superficie terrestre (disposición en respuesta a elementos tectónicos y a condiciones geoquímicas regionales), como a su irrupción en superficie (eventos eruptivos, que generalmente interesan las zonas relativamente restringidas).

Asimismo, el Área de Vulcanología es responsable de preparar información pertinente para que llegue a las autoridades y público en general, lo cual se ha efectuado principalmente en lo relacionado a la actual erupción del volcán Ubinas (volcán que inició un proceso eruptivo en marzo 2006 y que a la fecha está en franco decrecimiento de actividad).

Trabajos realizados, informes y publicaciones

Sismicidad del volcán Misti

Objetivo específico

Monitoreo de los patrones de actividad sismo-volcánica actual del volcán Misti, mediante la Red Sísmica instalada sobre el volcán.

Trabajos realizados

- Generación de información mensual del estado de la actividad sismo-volcánica del volcán Misti, expresado en estadística de los sismos generado por los fluidos volcánicos (sismos LP ó de Largo Periodo) y aquellos sismos generados de rupturas (VT o volcanotectónicos). Para cumplir con este trabajo el IGP mantiene en operación cinco (5) estaciones sísmicas ubicadas sobre el mismo volcán entre 4100 y 5700 msnm.
- Transmisión de dicha información al Sistema Regional de Defensa Civil de Arequipa (SIREDECI-Arequipa).
- Preparación y análisis de archivos de la data sísmica para publicar los resultados (información en tablas estadísticas y figuras) en la página Web del IGP.
- Preparar la data para la confección de un catálogo sísmico de la actividad sísmica del volcán Misti.
- El análisis de la data sísmica de la red Misti ha permitido publicar "Reportes Diarios de la Actividad sismo-volcánica". Asimismo, los resultados del análisis 2007-2008 han servido para publicar en el "XVIII Simposio Peruano de Física", realizado del 31 agosto al 06 setiembre del 2009 en Arequipa. También en base a estos mismos resultados, se preparó un informe oral para la Alta Dirección del IGP acerca de la situación del volcán Misti (21 octubre del 2009). A continuación se resume dicho trabajo:

"El Misti es un estrato volcán joven y actualmente está en estado activo. Este volcán constituye una amenaza para Arequipa. Su actividad es monitoreada permanentemente por medio de una red sísmica telemétrica del IGP que envía la data en tiempo real al Observatorio Vulcanológico de Cayma (Arequipa). La data sísmica analizada para el presente trabajo corresponde a 2007-2008.

Se analizó la información de temperaturas de la fuente termal más cercana "Charcani V" (CH-V) que se encuentra a las faldas del volcán. Los resultados muestran que la sismicidad predominante corresponde a eventos tipo LP, luego a eventos tipo VT.

www.scribd.com/doc/30967666/

- Generación de inform:

Descripción de publicación realizada

Durante el proceso eruptivo del volcán Ubinas la sismicidad dominante ha sido por LPs y VLPs así como tremores ocasionales. Los eventos LP tienen frecuencias entre 2 y 5 Hz, mientras que los eventos VLP tienen frecuencias entre 0.3 y 0.9 Hz. Por otra parte, la actividad explosiva está caracterizada por la ocurrencia de enjambres de LP que arriban unas dos (2) horas antes del evento VLP. Los eventos LP del enjambre tienen formas de onda muy similares lo cual sugiere una misma zona de fuente que puede ser el conducto y/o el tapón de superficie. Se ha analizado 40000 LPs y 130 VLPs. Se ha observado la evolución del promedio del número de LPs que preceden las explosiones. La variación de la tasa de LPs resalta notoriamente, resultando que se puede distinguir en 0.1 días antes del evento VLP.

Para localizar la fuente de LPs del enjambre se usó el tiempo de viaje de las ondas a cada estación. Dichos tiempos fueron comparados a valores teóricos calculados para una grilla posicionada sobre la estructura y sobre cada receptor.

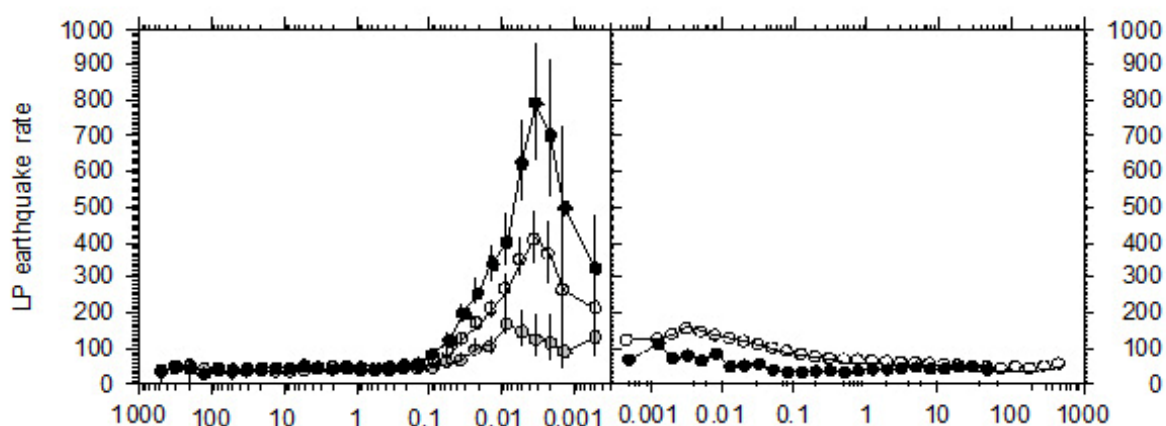


FIGURA 1.- CORRELACIÓN DE TIEMPO ENTRE EVENTOS PRECURSORES LP Y LAS EXPLOSIONES. EN LA PARTE IZQUIERDA LA TASA DE LPs SE MUESTRA EN FUNCIÓN DEL TIEMPO QUE PRECEDE A LA EXPLOSIÓN. LOS DIFERENTES NIVELES DE GRIS MUESTRAN LAS DIFERENTES ENERGÍAS DE EXPLOSIÓN. LOS PUNTOS BLANCOS SON LA TASA PROMEDIO DE LPs ANTES DE LAS 130 EXPLOSIONES OBSERVADAS. LOS PUNTOS NEGROS REPRESENTAN LA TASA PROMEDIO DE LPs PARA EXPLOSIONES $E > 100$ MJ, Y LOS PUNTOS GRISES PARA $E < 100$ MJ. EN LA PARTE DERECHA SE MUESTRA LA TASA DE LPs QUE SIGUEN A LAS EXPLOSIONES (EN NEGRO) Y OTRO SISMO LP (EN BLANCO).

Dato de la publicación

J.-P. Métaixian, **O. Macedo**, O. Lengline, V. Monteiller, and E. Taipe (2009).- "Seismic precursors of vulcanian explosions at Ubinas volcano (Peru) :Statistical analysis and source locations"-Geophysical Research Abstracts, Vol. 11, EGU2009-10881, 2009, EGU General Assembly 2009

Descripción de publicación realizada

“Estudio sobre enjambres de microsismos asociados a explosiones vulcanianas: Volcán Colima (año 2005) y ejemplos en otros volcanes como Ubinas (Perú), Stromboli y La Soufriere”.

Se hace un análisis de los enjambres de microsismos (ME) que se observaron en el volcán Colima, México, antes y después de las importantes explosiones del 2005. Se escogieron tres (3) ejemplos: los eventos asociados a la única explosión del 16 setiembre, aquellos asociados a las dos secuencias de grandes explosiones del 10 y 13 de marzo, y aquellos asociados a las explosiones del 30 de mayo y 2, 5 y 7 de junio. Todos estos eventos tuvieron energía $E \geq 10^{11}$ J. Las formas de onda ME fueron identificadas como caída de rocas y micro-explosiones. Las frecuencias dominantes de los ME explosivos fueron de 2.8 Hz en

marzo y en la explosión del 16 setiembre; y de 1.3, 2.0 y 2.8 Hz para la secuencia de explosiones de mayo-junio. Se observa también que en el caso de otros volcanes, como el volcán Ubinas en Perú, ocurrieron eventos ME antes de muchas de las explosiones. En Ubinas los picos de principales frecuencias observadas fueron de 2.8 y 3.6 Hz. La aparición de MEs antes de fuertes explosiones y de su notorio incremento horas antes de la explosión hace de las MEs un instrumento útil para la vigilancia volcánica.

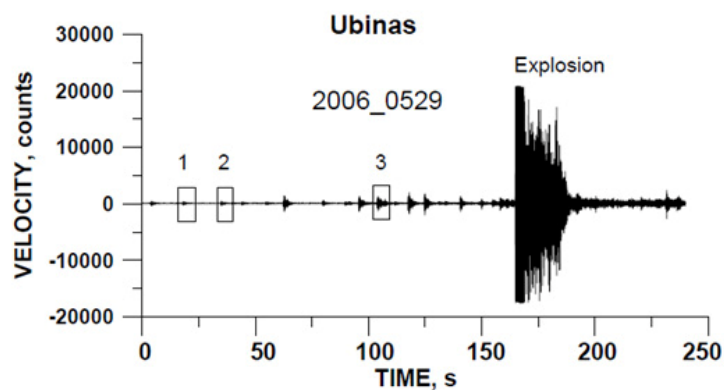


FIGURA 2.- SISMOGRAMA (ESTACIÓN UB1) DE LA SECUENCIA DE MICROSISMOS (LP) ANTES DE LA EXPLOSIÓN DEL 29 MAYO 2006 EN EL VOLCÁN UBINAS.

Datos de la publicación

V. Zobin*, O. Melnik, M. González, G. Reyes, R. Luckett, **O. Macedo**, M. Bretón (2009).- "Swarms of micro-earthquakes associated with the 2005 Vulcanian explosion sequence at Volcán de Colima, México: their structure, nature and importance for volcano monitoring", submitted to JVGR

Sismovulcanismo en el sur del Perú

Objetivos

- Estudio de la sismicidad (tectónica y volcano-tectónica) y estructura de la zona volcánica sur peruana a escalas múltiples (local a regional). Se obtendrá imágenes de tomografía sísmica donde se espera que se resalten las principales estructuras geológicas y también la ubicación de volúmenes importantes de magma.
- Describir las zonas tectónicas activas y sus mecanismos: identificar estructuras sismogénicas dentro del edificio volcánico, principalmente controladas por la actividad magmática del volcán, pero en un dominio más amplio que está influenciado por una tectónica regional.

Trabajos realizados

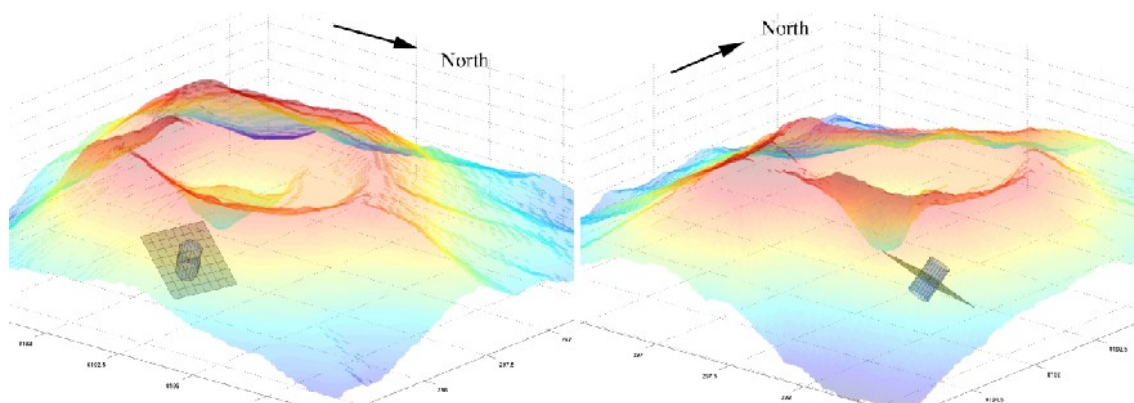
- a. Obtención de datos sísmicos: De julio a diciembre del 2009, se ha efectuado la instalación y operación de 18 estaciones sísmicas digitales portátiles desplegadas en todo el Sur del Perú, cubriendo 45000 km² aproximadamente.
- b. Análisis y tratamiento de los datos sísmicos obtenidos: se ha avanzado con un 25 % de los datos.

Descripción de publicación realizada

Durante el proceso de erupción del volcán Ubinas ocurrieron explosiones (eventos VLP), pequeñas en magnitud. Se estudiaron 30 de estas explosiones registradas en una red de estaciones de banda ancha que operaron durante tres (3) meses. Los eventos VLP registrados tienen formas de onda similares, lo que sugiere una localización de la fuente y mecanismo comunes. Se ha efectuado varias inversiones del tensor de momento en una señal VLP obtenida por *stacking*. La posición hallada se encuentra a 10 m por debajo del cráter. El mecanismo hallado sugiere una geometría según un plano ruptura con un vector normal orientado N15°E en el plano horizontal y 40° desde el eje vertical.

Datos de la publicación

V. Monteiller, J.-P. Métaxian, **O. Macedo**, G. S. O'Brien I., Lokmer and E. Taipe (2009), "Moment-tensor inversion of Very Long Period explosion events recorded on the Ubinas volcano, Peru". VOLUME Project Electronic Book_ Contract 018471 6th Framework Programme Sustainable Development, Global Change and Ecosystems, European Commission, 85-94.



GEODESIA ESPACIAL Y PELIGROS GEOLÓGICOS

Descripción del área

La Dirección de Geodesia Espacial y Peligros Geofísicos está dedicada a efectuar investigaciones que, amplíen y documenten el conocimiento sobre el ciclo de los terremotos en el Perú, el grado de actividad de sus volcanes, así como la búsqueda de técnicas de alerta de tsunamis. Por otro lado, estudia y evalúa peligros geofísicos naturales como: deslizamientos y avalanchas, y peligros antropogénicos (como los asociados a pasivos ambientales mineros) dado que todos estos pueden causar daño de alto costo social y económico.

El ciclo de los terremotos en el Perú es el resultado de la acumulación y liberación de energía producida en zonas de falla tectónica como consecuencia directa o indirecta de la convergencia de las Placa Nazca y Sudamérica. En este aspecto se están efectuando mediciones y estudios en las principales zonas de laguna sísmica como son: la región Lima, las fallas de la Cordillera Blanca y Huaytapallana, la región norte-oeste del Perú y la zona de Moquegua-Tacna- Arica, esto último en colaboración con el Instituto Tecnológico de California (Caltech).

Asimismo, aportamos conocimiento sobre el comportamiento eruptivo de los principales volcanes activos del sur del Perú, entre los que figuran el Misti, Ubinas, Ticsani y Sabancaya. Esta actividad se realiza relacionando la magnitud y dirección de las deformaciones superficiales (desplazamientos horizontales) con el grado de actividad de las respectivas cámaras magmáticas.

Una sección muy importante de nuestras actividades consiste en ampliar el conocimiento sobre potenciales deslizamientos en los valles del Rímac (Lima), Colca y Cotahuasi (Arequipa), entre otros. Así mismo, se evalúa la susceptibilidad geológica a nivel de cuencas en el territorio nacional con fines de prevención de desastres.

En todos los estudios mencionados hacemos uso del Sistema Global de Navegación Satelital (GNSS), interferometría de imágenes de radar de apertura sintéticas (INSAR) en combinación con información micro-sísmica y geofísica de las zonas involucradas.

Un proyecto importante que se está implementando es el desarrollo de un sistema de alerta de tsunamis basados en mediciones geodésicas a lo largo de segmentos perpendiculares específicos en la costa peruana.

Finalmente, efectuamos aportes a la actividad social y económica del país con conocimiento geofísico experto en las campos de gravimetría, georadar, métodos de potenciales eléctricos y magnéticos. Cabe resaltar el trabajo participativo con el Proyecto Especial Arqueológico de Caral-Supe, donde se colabora en la búsqueda de restos arqueológicos con métodos geofísicos no intrusivos ni destructivos.

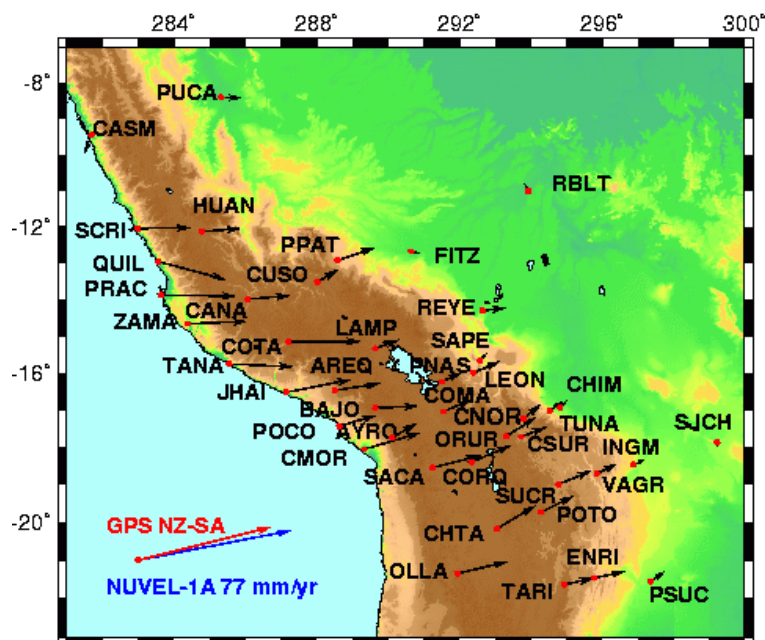
Trabajos realizados

Estudio del ciclo sísmico de los terremotos

Los terremotos recurren en el tiempo con periodos variables que van desde unas pocas décadas hasta varias centenas de años. Un ciclo sísmico corresponde al lapso de tiempo que existe entre dos terremotos consecutivos en una misma zona y se le divide en tres fases principales: inter-sísmica, co-sísmica y post-sísmica. La fase co-sísmica es de unos pocos segundos y corresponde al instante del terremoto, mientras que la post-sísmica corresponde al periodo de días, meses o años después del evento y se superpone con los inicios de la fase intersísmica.

Nuestra investigación se realiza efectuando mediciones GPS episódicas y análisis de inter-

ferogramas de imágenes de radar (INSAR) en las zonas de laguna sísmica. Los desplazamientos horizontales estimados mediante estas técnicas son correlacionados con la actividad micro-sísmica para inferir posibles dimensiones de asperezas existentes en la zona sísmogénica y que pudieran ser la fuente del siguiente gran terremoto en el área de estudio. Se pretende documentar de manera cuantitativa las deformaciones que sufre una región durante un ciclo sísmico, información crítica para ser utilizada en una adecuada predicción sísmica y de esta manera mitigar los efectos desastrosos de un terremoto.



En la región Lima, mediciones GPS efectuadas hasta la fecha indican que esta se está desplazando en promedio 17 mm/año en la dirección de Oeste-Este. En cuanto a la actividad microsísmica aún no se observa ningún patrón significativo. Por otro lado, a fin de vigilar la actividad de la laguna sísmica Tacna-Arica, y como parte de un convenio de cooperación científica con el Instituto Tecnológico de California-CALTECH, se ha recibido una donación de cinco (5) estaciones GPS de operación continua (CGPS). La información producida por esta red GPS servirá para ampliar el estudio de los procesos dinámicos en las zonas de subducción del sur del Perú y el norte de Chile.



FIGURA 1. ACTIVIDAD SÍSMICA EN LA REGIÓN LIMA DURANTE EL SEGUNDO TRIMESTRE 2009.

FIGURA 2. ESTACIÓN GPS PERMANENTE UBICADA EN EL CENTRO MINERO TOQUEPALA.

Estudios de Peligros Geofísicos

La avalancha de escombros del volcán Hualca-Hualca, valle del río Colca – Arequipa

Se estudian las causas y fenomenología de la avalancha de escombros del volcán Hualca Hualca, valle del río Colca – Arequipa, que es considerado el evento geológico máximo en esta zona y que condicionó la actual morfología del valle. Estudios sedimentológicos y de delimitación del depósito de la avalancha de escombros indican que su volumen mínimo sería de 1.3 km^3 y las fechas radiométricas le asignan una edad del Pleistoceno medio (aproximadamente 600,00 años).

Estudio del peligro geológico en el valle del Rímac – Región Lima

La cuenca del río Rímac abarca una extensión de $3,517 \text{ km}^2$ y representa el 0.24% del área total del territorio peruano. La distribución altitudinal de sus zonas ecológicas y las precipitaciones pluviales en particular, asociadas a una morfología muy dinámica, propician condiciones para el desarrollo de procesos geodinámicos como son los deslizamientos, flujo de detritos, inundaciones, etc., dando a la cuenca una características de cuenca torrencial muy activa. Los dos primeros ocurren principalmente en las parte media y alta de la cuenca, desde las altitudes de 700 y 4,000 m.s.n.m., mientras que las inundaciones son más frecuentes hacia la parte baja de la cuenca, particularmente en la zona conocida como el “cono de deyección” o abanico aluvial.

Estos fenómenos constituyen los peligros naturales generalmente asociados entre sí, formando parte de la evolución natural de la cuenca donde los factores topográficos, geológicos, climatológicos y ecológicos juegan un papel determinante. En dicho proceso intervienen también factores antrópicos relacionados con las actividades económico-productivas que se desarrollan en la cuenca, las que en muchos casos aceleran los procesos geodinámicos y magnifican sus efectos.

El objetivo del estudio es elaborar los mapas de peligro geológico de la cuenca del río Rímac y determinar la susceptibilidad a movimientos en masa en la cuenca en base a mapas temáticos generados con software GIS y corroborado con observaciones en campo.

Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional

Durante el 2009, atendiendo solicitudes del Gobierno Regional de Ayacucho, se efectuó un estudio de peligro geológico en la denominada Curva del Diablo (kilómetro 109 de la Carretera Ayacucho-Ocros) y otro sobre el peligro geológico del poblado de Michcabamba, distrito y provincia de Vilcashuamán. Este poblado está asentado sobre un deslizamiento antiguo que yace sobre una ladera de deslizamiento del cerro Pillucho. Este deslizamiento ha sido reactivado por el mal manejo del agua de riego dado que existen canales de irrigación en la mayoría de casos sin revestimiento de cemento, solo algunos tramos están cementados, pero no protegidos de los materiales de derrumbe que colmatan los canales y originan desbordes e infiltración de las aguas en el subsuelo.

Asimismo, se efectuaron mediciones microtectónicas en tres estaciones en la parte alta y media de la ladera norte del Cerro Tamboraque, que en abril 2008 presentó un problema potencial de deslizamientos.

Estudios de Geofísica Aplicada

Se realizan trabajos de consultoría y servicios de prospección geofísica con énfasis en investigación petrolera efectuando mediciones gravimétricas, magnéticas y sísmicas, entre otras. También se participa en proyectos cooperativos con otras instituciones nacionales como es el “Proyecto Especial Caral-Supe (PEACS)”, donde se utilizan técnicas de georadar para apoyar en la búsqueda e identificación de restos arqueológicos.

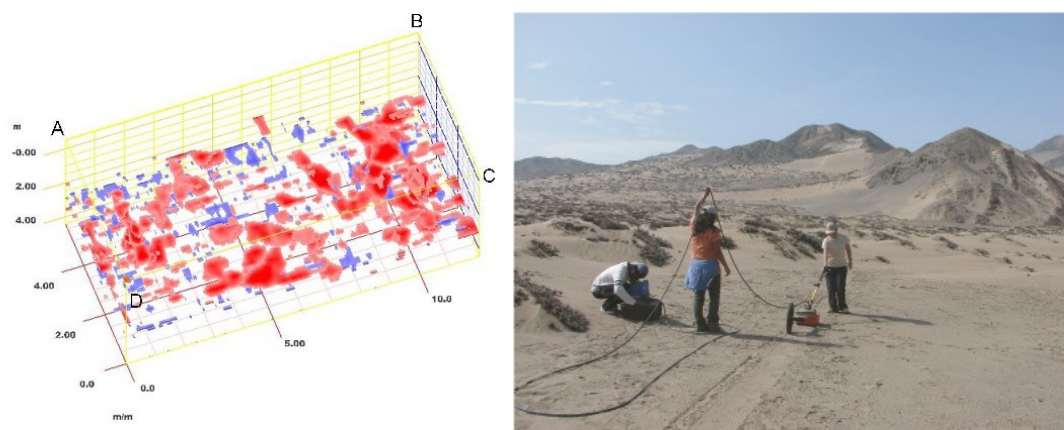


FIGURA 3. (IZQUIERDA) ADQUISICIÓN DE DATOS EN ZONA DE CHUPA-CIGARRO. (DERECHA) RADARGRAMA 3D MOSTRANDO LOS POSIBLES RESTOS DE MOMIAS ENTERRADAS EN LA ZONA SE DEL COMPLEJO ARQUEOLÓGICO CARAL-SUPE. LA UBICACIÓN CORRESPONDERÍA A LAS ZONAS DE ALTA REFLECTIVIDAD INDICADAS POR EL COLOR ROJO EN LA FIGURA.

También se prestan servicios de consultoría en mediciones GPS, mediciones de campo de gravedad y magnetismo terrestre así como sondeos eléctricos verticales. El área también es responsable del servicio oficial de declinación magnética.

Publicaciones

LaFemina P., T.H. Dixon, R. Govers, **E. Norabuena** , H. Turner, A. Saballos, G. Mattioli, 2009, Fore-arc motion and Cocos Ridge collision in Central America, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 10,Q05S14, doi:10.1029/2008GC002181.

Personal

APELLIDOS Y NOMBRES	FORMACIÓN
Norabuena, Edmundo	Dr. Geofísica
Gómez, Juan Carlos	Ing Geólogo
Quiroz, Wendy	Lic. en Estadística
Arroyo, Juan Gabriel	Bach. Ing. Física
Salazar, Jhon	MSc Ing. Física
Parillo, Rocío	Bach. Ing Geofísica
Montesinos, Víctor	Téc. Electrónico

INVESTIGACIÓN EN ASTRONOMÍA

Descripción del área

El área de astronomía se encarga de las investigaciones en astronomía, física solar y de la astrofísica. Las investigaciones comprenden la obtención de datos mediante las observaciones astronómicas, procesamiento de los datos, publicación de los datos y finalmente la publicación de material científico. Muchos de los datos procesados son enviados a los centros mundiales de datos, otros enviados a instituciones nacionales o internacionales y unos datos son empleados por los investigadores del área o de la institución. Los resultados de los trabajos realizados en el área se presentan en conferencias nacionales e internacionales. El área de astronomía también abarca la difusión de las ciencias a través del Planetario Nacional Peruano-Japonés Mutsumi Ishitsuka y de las actividades divulgativas. Tiene como centro de operaciones el Observatorio de Ancón ubicado en el kilómetro 43.5 de la Panamericana Norte.

Trabajos realizados

- a. Puesta en funcionamiento del Planetario Nacional Peruano-Japonés "Mutsumi Ishitsuka" al servicio de los centros escolares y público en general a través de invitaciones.
- b. Estudios de Arqueoastronomía con el Proyecto Especial Arqueológico de Caral-Supe.
- c. Estudios sobre el Meteorito y Cráter de Carancas, Desaguadero, Puno.
- d. Desarrollo de un telescopio solar equipado con una CCD que detecta *flares* en la superficie del Sol.

Proyectos

Estación Solar de Ica instalada en la Universidad Nacional San Luís Gonzaga de Ica

El área de Astronomía viene realizando trabajos conjuntos con la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional San Luís Gonzaga de Ica, iniciándose con las observaciones de manchas solares. Posteriormente la Universidad decide construir dentro de su campus un observatorio solar, en el que se instalarían los telescopios necesarios para las observaciones del Sol. Se ha acondicionado un coelostato que venía haciendo observaciones en el Observatorio de Huancayo y ya ha sido instalado en Ica. Este equipo servirá para hacer investigaciones con los espectros del Sol.

El Observatorio de Hida de la Universidad de Kyoto, envía un telescopio para realizar observaciones en cuatro distintas longitudes de onda, el telescopio monitor de explosiones solares vendrá a formar parte de un proyecto internacional para el monitoreo del sol.

La página Web es: <http://esi.igp.gob.pe/>

Observatorio Astronómico Educativo en el Cerro Jahuay en Ica

El Observatorio Astronómico Educativo se construirá en el Cerro Jahuay a 30 km de Ica, en él se instalará un telescopio de 60 cm de diámetro y servirá para que los estudiantes de colegios y universidades puedan ver a través de él y disfruten de las maravillas del universo. El telescopio es producto de una colecta a nivel nacional en el Japón en muestra de amistad y reconocimiento de la labor científica del Dr. Mustsumi Ishitsuka por difundir la ciencia en el Perú.

Radio Observatorio Astronómico de Sicaya

El Radio Observatorio Astronómico de Sicaya se establecerá en lo que fue la Estación Satelital de Sicaya en Huancayo de propiedad de Telefónica del Perú. La Estación Satelital de Sicaya dejó de funcionar en el año 2000 y luego de dos años el IGP empezó a gestionar la donación de la Estación.

Paralelamente, se pidió apoyo del Observatorio Astronómico Nacional del Japón para ver la posibilidad de convertir la antena parabólica de 32 m de diámetro en un radio telescopio. Al ver la factibilidad de la conversión, el Observatorio del Japón decide apoyar al IGP con fondos para equipar el que sería el radio telescopio. El año 2003 viajó un técnico del Observatorio de Huancayo para construir la interfase del control y manejo del radio telescopio. Es entonces que, en el Observatorio de Nobeyama se construye el receptor que servirá para recibir las señales de los máser de metanol de las estrellas en formación. El Radio Observatorio Astronómico de Sicaya estará a disposición de los estudiantes de las distintas universidades para que realicen sus trabajos de investigación, básicamente en Astrofísica. Sin embargo, el radio telescopio involucra muchas otras disciplinas como la mecánica, electrónica, programación y procesamiento de imágenes. Por lo que en el radio observatorio se desarrollarán otras disciplinas más. En el 2009 se oficializó la donación de la Estación Satelital de Sicaya al Instituto Geofísico del Perú.

Planetario Nacional Peruano-Japonés Mutsumi Ishitsuka

El Planetario Nacional se inauguró en junio del 2008 y desde la fecha se han realizado funciones gratuitas a los distintos colegios, instituciones y al público en general. La primera producción fílmica denominada "Nuestro Sol" fue hecha en su totalidad en el área de astronomía con el apoyo de estudiantes del Instituto Toulouse Lautrec.

La página WEB es: <http://planetario.igp.gob.pe/>

Observaciones de Geomagnetismo

Desde el año 2006 se encuentra en el Observatorio de Ancón el magnetómetro MAGDAS de la Universidad de Kyushu del Japón. El equipo viene funcionando sin mayores problemas y enviando los datos a la Universidad de Kyushu. Los datos diarios se pueden ver en:

<http://magdas.serc.kyushu-u.ac.jp/qdata/qlfig/ANC.png>

Actividades diversas

Observación del Eclipse Total Solar

Institución Organizadora: Facultad de Ciencias de la Universidad de Hyogo

Entre los científicos destacados asistentes se encuentran:

- Dr. Masaki Morimoto
- Dr. Norio Kaifu

Lugar del eclipse: Cercanías de la Isla Ogasawara, en el mar del Japón (Lat.: 144.1182, Long.: 24.2199). La duración máxima del eclipse fue de 6 minutos y 38,7 segundos

La observación del eclipse se realizó a bordo del barco Fuji-maru, con capacidad de 500 pasajeros. El barco zarpó del Puerto de Himeji en Japón y luego de viajar cerca de 1,000 km se situó en el punto donde se observó el eclipse en su mayor duración.

Participaron de esta actividad los doctores Mutsumi Ishtisuka y José Ishitsuka

Visita al Observatorio de Chacaltaya

Institución Relacionada: Facultad de Ciencias Puras y Naturales de la Universidad Mayor de San Andrés – UMSA de Bolivia.

El día 11 de noviembre visitamos el Observatorio de Chacaltaya, en compañía del Dr. Makoto Miyoshi del Observatorio Astronómico Nacional del Japón, con el objeto de ver las posibilidades de instalar un sistema de VLBI en el rango sub-milimétrico.

Participantes: Dr. José Ishitsuka

Visita al Cráter de Carancas

El 12 de noviembre se realizó una visita al cráter creado por un meteorito caído en la localidad de Carancas, y se inspeccionó el estado en que se encuentra.

Participantes: Ph.D. José Ishitsuka

Celebración del 80 Aniversario del Observatorio de Kwasan de la Universidad de Kyoto

Institución Organizadora: Facultad de Ciencias de la Universidad de Kyoto

Fecha: Viernes 18 de septiembre

Entre los científicos destacados asistentes se encuentran:

- Dr. Hiroshi Matsumoto, Rector de la Universidad de Kyoto
- Dr. Kiyoshi Yoashikawa, Vicerrector de la Universidad de Kyoto
- Dr. Shoken Miyama, Director del Observatorio Astronómico Nacional del Japón
- Dr. Ryouhei Kawabe, Director del Radio Observatorio de Nobeyama

Participaron en la ceremonia más de 300 personas.

Título del discurso: Mis 50 Años en el Perú y los Años Venideros, por el doctor José Ishitsuka en representación del Dr. Mutsumi Ishitsuka

Workshop del Año Geofísico Internacional de las Naciones Unidas

Fecha: Del 21 al 25 de septiembre del 2009

Lugar: Hotel Riviera, Daejeon, Korea

- Presentación del Ph.D. José Ishitsuka: Advances in Astronomy and Astrophysics in the last Years in Perú. Co autoría con: Mutsumi Ishitsuka, Hugo Trigoso, Antonio Dalmau, Adita Quispe, Edwin Choque y Denis Cabezas. Día martes 22 de 13:30 a 13:50 hrs.
- Presentación de co autoría: A New Solar Station in Ica. Autor: Raul Terrazas (UNICA), co autores: José Ishitsuka, Mutsumi Ishitsuka y Hugo Trigoso. Día jueves 24 de 11:20 a 11:40 hrs.

Presentación de Posters:

- (PS-12) Creating a Database and Analysis of Sunspots at the Solar Observatory of Ica National University in Perú. Autor: Lurdez Martínez, co autores: José Ishitsuka, Mutsumi Ishitsuka y Hugo Trigoso.
- (PS-85) Meteorite of Carancas, Peru. Autor: Denis Cabezas, co autores: Gonzalo Tancredi, José Ishitsuka y Antonio Dalmau.

Organización de Conferencias y Eventos Divulgativos

En el mes de julio, el área de astronomía organizó el Taller Internacional "Nuevas Facilidades Nacionales para Observaciones Astronómicas". Este evento se organizó conmemorándose los 50 años de labor en el IGP del Dr. Mutsumi Ishitsuka. El taller se realizó en tres regiones: Ica, Lima y Huancayo.

En el mes de febrero se llevó a cabo, junto a otras agrupaciones de astrónomos del país, la "Noche de Telescopios". Evento cultural gratuito enmarcado en la celebración del Año Internacional de la Astronomía (2009).

En el mes de marzo se llevó a cabo la "II Conferencia Internacional de Espectroscopía - Spectra 2009 y la II Escuela Andina de Espectroscopía", donde el Ph. D. José Ishitsuka, formó parte del comité organizador representando al IGP.

Se contó en dicha conferencia internacional con una delegación de destacados científicos del Observatorio Nacional de Astronomía del Japón (NAOJ), entre los cuales tenemos a:

- Dr. Hideki Takami (Expositor), Sub-Director del Telescopio Subaru
- Dr. Masatoshi Imanishi (Expositor)
- Dr. Wako Aoki (Expositor)
- Dr. Makoto Miyoshi (Expositor)
- Dr. Masatoshi Ohishi (Expositor)
- Dr. Hideyuki Kobayashi, Director del Observatorio de Mizusawa – NAOJ
- Dr. Takashi Sakurai, Sub-Director del NAOJ

En el mes de mayo, con motivo de celebrarse el Día Internacional de la Astronomía, dentro del marco de las festividades por el Año Internacional de la Astronomía, se organizó un evento denominado: "Día Internacional de la Astronomía, participando con la instalación de los dos (2) telescopios. Asimismo, se realizó el Concurso de Dibujo para niños de 6 a 12 años. Este concurso formó parte del Proyecto Galileoscopio y se llevaron a cabo en forma simultánea en las ciudades de Ica, Huancayo y Lima.

En el mes de junio el Dr. Mutsumi Ishitsuka recibió, por parte del Gobierno del Japón, la condecoración "Orden de los Tesoros Sagrados con Rayos de Oro y Escarapela" conferida por el Gobierno Japonés en reconocimiento a su labor científica en el IGP.

Publicaciones y presentaciones en conferencias internacionales

- An Approach to Detect the Event Horizon in SgrA* Using Ground Based Submillimeter VLBI Array, 2009, Miyoshi, M.; Kamenno, S.; **Ishitsuka, J. K.**; Shen, Z.-Q.; Takahashi, R.; Horiuchi, S., Approaching Micro-Arcsecond Resolution with VSOP-2: Astrophysics and Technologies ASP Conference Series, Vol. 402, proceedings of the conference held 3-7 December, 2007, at ISAS/JAXA, Sagami-hara, Kanagawa, Japan. Edited by Yoshiaki Hagiwara, Ed Fomalont, Masato Tsuboi, and Yasuhiro Murata., p.380
- A meteorite crater on Earth formed on September 15, 2007: The Carancas hypervelocity impact, 2009, Tancredi, G.; **Ishitsuka, J.**; Schultz, P. H.; Harris, R. S.; Brown, P.; Revelle, D. O.; Antier, K.; Le Pichon, A.; **Rosales, D.**; **Vidal, E.**; Varela, M. E.; Sánchez, L.; Benavente, S.; Bojorquez, J.; Cabezas, D.; **Dalmau, A.**, *Meteoritics & Planetary Science*, vol. 44, Issue 12, p.1967-1984.

Personal

APELLIDOS Y NOMBRES	FORMACIÓN
Ishitsuka, José	Dr. Físico Cósmico
Trigoso, Hugo	MSc. en Física
Dalmau , Antonio	Ing. Físico
Villanueva, Sandra	Secretaria
Choque, Edwin	Bach. en Física
Quispe, Adita	Bach. Ciencias Físicas
López, José	Téc. en Astronomía

REDES GEOFÍSICAS

Descripción del área

El conjunto más importante de instrumentos que opera el IGP es la Red Sísmica Nacional (RSN), que consta de 68 estaciones sísmicas. Gracias a ella se pueden registrar en tiempo real los sismos que ocurren en el Perú y mejorar el conocimiento de la sismicidad en nuestro territorio: un tema de vital importancia para el país.

Otras redes importantes incluyen la red de monitoreo de los volcanes Misti, Ubinas y Ticsani y la red sudamericana de estaciones geofísicas para el estudio de la alta atmósfera del Proyecto LISN. En el 2005 se instalaron cinco (5) estaciones analógicas para vigilar el Misti, que se encuentra a pocos kilómetros de la ciudad de Arequipa, con más de un millón de habitantes. Dos años después, el IGP instaló cuatro estaciones digitales con inclinómetros y sensores de velocidad en el volcán Ubinas. En el caso del volcán Ticsani se instaló una red sísmica que permite una vigilancia permanente. El proyecto LISN, liderado por el Boston College de los Estados Unidos y donde el IGP ha sido escogido como nodo central de la red, cuenta con más de 50 receptores GPS distribuidos en varios países de Sudamérica, además de cinco magnetómetros, y se espera que cuente con cinco ionosondas para mediados del 2010. Los datos de estos instrumentos son enviados en tiempo real a un servidor central ubicado en el Laboratorio Central de Mayorazgo.

Estas redes proveen valiosos datos que necesitan ser decodificados y procesados. Para ello, el IGP cuenta —además del Laboratorio Central de Mayorazgo— con una infraestructura que incluye observatorios y sedes en provincias.

El avance de la tecnología digital, la reducción de costos y la habilidad de ingenieros del área de Redes Geofísicas condujo al desarrollo de un registrador digital de datos sísmicos de seis canales con la resolución necesaria para registrar los sismos que caracterizan nuestro país. Los sismogramas digitales se almacenan en disco duro de alta capacidad y pueden ser recuperados mediante acceso telefónico (vía módem) o a través de Internet. A la fecha existen dos modelos: el ADQSYS1 (16 bits) y el ADQSYS2 (24 bits).

Operación de la Red Sísmica Nacional

Se mantiene la operatividad de la Red Sísmica Nacional constituida por 68 estaciones Sísmicas distribuidas a lo largo del territorio peruano. Esta red viene operando con 48 sismómetros y 36 acelerómetros.

Los datos obtenidos por esta Red son empleados por las áreas de Investigación de nuestra institución y por el Servicio Sismológico

Durante este año se han instalado dos (2) nuevas estaciones con acelerómetros en las localidades de Tacna y Huaylas (Ancash) respectivamente.

Convenios y contratos

En cumplimiento del convenio con Electro Perú se ha mantenido la operación de la Red Sísmica Telemétrica Tablachaca, constituida por siete (7) estaciones sísmicas y cuatro (4) acelerómetros con la que se realiza la vigilancia de la actividad sísmica de la zona del Complejo Mantaro.

Se viene brindando el servicio de operación y mantenimiento de un acelerómetro localizado en la cordillera Blanca para la Compañía Minera MILPO

Se mantiene la operación continua de la Estaciones Sísmicas Atahualpa y Ñaña en cumpli-

miento del compromiso asumido por el Gobierno Peruano con la Organización del Tratado de Prohibición Completa de Ensayos Nucleares. (CTBTO)

Apoyo a las áreas de investigación

Se ha brindado apoyo con instrumentos y personal a las áreas de Investigación de Sismología, Geodesia y Geología, Vulcanología y Geomagnetismo en las actividades de Investigación que se vienen efectuando.

Operatividad de los servicios telemáticos

Se ha mantenido la operación de los servicios de Internet, Página Web y correo electrónicos institucional y el software del estado.

Personal

APELLIDOS Y NOMBRES	FORMACIÓN
Anacajima, Oscar	Téc. Electrónico
Caballero, Jesús	Téc. Electrónico
Gilt, Huber	Ing. Electrónico
Infante, Johnny	Téc. Electrónico
Luna, María Rosa	Ing. Electrónica
Navarro, Rider	Téc. Electrónico
Pérez Pacheco, Yvonne	Téc. en Computación
Pinedo, Gudner	Téc. en Mecánica Automotriz
Portugal, David	Ing. Electrónico
Vila, Edmundo	Lic. en Educación
Villafani, Rubén	Bach. Ingeniería Electrónica
Camac, Juan Antonio	Bach. Ingeniería de Sistemas
Camero, Miltom	Chofer Profesional
García, Yván	Bach. Ing. Electrónica
Huamán, Olga	Secretaria
Malpartida, Alan	Lic. en Ingeniería Electrónica
Rivera, Jesús	Bach. en Ingeniería Informática
Yupanqui, Roberth	Chofer Profesional
Aguilar, Álan	Bach. Ingeniería Electrónica
Pérez, Walter	Bach. Ingeniería de Sistemas

DIRECCIÓN DE ASUNTOS ACADÉMICOS

Descripción de área

La Dirección de Asuntos Académicos se encarga de coordinar con las diversas direcciones del Instituto Geofísico del Perú, la capacitación de estudiantes universitarios de los últimos ciclos y egresados. La capacitación de alto nivel se da mediante el desarrollo de tesis, las cuales forman parte de las actividades de investigación que realiza el IGP en las ramas de geofísica. Así mismo, la Dirección de Asuntos Académicos organiza conferencias científicas para divulgar los trabajos que se desarrollan en el IGP y compartir experiencias con colegas de otras instituciones nacionales e internacionales.

Trabajos realizados

Durante los dos primeros trimestres del año 2009, el IGP mantuvo el programa de capacitación de estudiantes mediante dos modalidades:

Tesista I, que se refería a una estancia corta de tres (3) meses a fin de elaborar un perfil de tesis mediante un trabajo de investigación guiado por un investigador. Si el trabajo se concluye satisfactoriamente es publicado en el Compendio de Trabajos de los Estudiantes que se edita cada año. Luego de esta corta estancia, los estudiantes o egresados pueden postular para continuar con su tesis por un periodo hasta de 12 meses lo cual le permite obtener su título de ingeniero o licenciatura, a esta modalidad se le denomina **Tesista II**.



FIGURA 1. NÚMERO DE ESTUDIANTES-TESISTAS DESDE JULIO DEL 2009

Entre enero y junio del 2009 participaron de los programas de capacitación, en ambas modalidades: 30 estudiantes, de los cuales nueve (9) estaban desarrollando su trabajo de investigación para la tesis (ingeniería o licenciatura tesis) estaban en el programa de Tesista I, desarrollando el perfil de tesis. Entre los favorecidos se contaron con estudiantes de las siguientes Universidades: Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque, Universidad Nacional San Luís Gonzaga de Ica, Universidad Nacional Agraria La Molina, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Universidad Nacional de Ingeniería, Universidad Particular Cayetano Heredia, Universidad Nacional San Antonio de Abad del Cusco, entre otros.

A partir del mes de julio, se decidió orientar los esfuerzos solo a estudiantes y egresados que estén desarrollando su tesis: Logrando incorporar nuevos estudiantes al programa bajo la modalidad de Tesista II, sumando un total de 14 tesis. Al respecto, el área de Prevención de Desastres Naturales albergó más tesis debido a que, tres de ellos estaban financiados por proyectos (ver cuadro anterior).

TABLA 1. RELACIÓN DE TEMAS DE TESIS DE LOS ESTUDIANTES DEL 2009

APELLIDOS Y NOMBRES	TEMA DE TESIS	UNIVERSIDAD
Ochoa Zamalloa, Angel Jair	Estudio del Escenario en la Ciudad de Lima ante el Riesgo de un Sismo de gran Magnitud	U.N.M.S.M. Lima
Flores Guerra, Edden Christian	Análisis y Determinación de la Probabilidad de ocurrencia de Terremotos ($M > 8$) en el Perú aplicando el algoritmo M8	U.N.S.A. Arequipa
Quijano Vargas, Julio Jesús	Simulación atmosférica de dinámica de vientos sobre la costa de Ica utilizando el modelo de mesoescala MM5	U.N.M.S.M. Lima
Sulca Jota, Juan Carlos	Circulación atmosférica asociada a veranillos en el valle del río Mantaro	U.N.M.S.M. Lima
Palacios Espinoza, Jeffers	Procesos físicos asociados a lluvias intensas en la costa norte durante El Niño y efectos del cambio climático	U.N.M.S.M. Lima
Saavedra, Miguel	Caracterización física de las heladas en el valle del Mantaro	U.N.M.S.M. Lima
Mamani, Dalma	Caracterización de la circulación atmosférica local en el valle del Mantaro	U.N.M.S.M. Lima
Cabezas Huamán, Denis Pavel	Detección de solares flares y explosiones cromosféricas	U.N.S.L.G. Ica
Garay Torres, Lelia	Efectos de la variabilidad climática en la rentabilidad de la producción agrícola del valle del Mantaro: caso cultivo de papa	U.N.S.L.G. Ica
Centeno Quico, Riky Gustavo	Características de la Estación Sísmica del Volcán Misti para el Periodo Octubre 2005 a Diciembre 2008	U.N.S.A. Arequipa
Gutiérrez Escate, María Victoria	Estudio de explosiones solares en radio	U.N.S.L.G. Ica
Tacza Anaya, José Carlos	Detección de señales sísmica usando transformadas Wavelets	U.N.M.S.M. Lima
Blanco Rivera, Franklin	Evaluación de la peligrosidad geológica mediante el uso de metodologías de evaluación de susceptibilidad a deslizamientos en la cuenca del río Mantaro - Región Junín	UNI Lima
Anca Cabrera, Juan Luis	Características de las señales sísmicas registradas durante la erupción 2006-2009 del volcán Ubinas	U.N.S.A. Arequipa

Tesis sustentadas

En el año 2009, se sustentaron seis (6) tesis de estudiantes beneficiados con las becas que ofreció el IGP durante el año 2007-2008. Cinco (5) de las seis (6) tesis fueron desarrollados por estudiantes provenientes de universidades ubicadas en provincias, y una en Lima (Ver Tabla 2). Las tres tesis desarrolladas por estudiantes de la especialidad de Agronomía de la Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP) y la tesis sobre el desarrollo de modelos de pronóstico desarrollado por una estudiante de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) fueron subvencionados por el Subproyecto "Pronóstico estacional de lluvias y temperaturas en la cuenca del río Mantaro para su aplicación en la agricultura", que el IGP ejecutó con financiamiento del Fondo de Desarrollo de Servicios Estratégicos (FDSE), del programa de Innovación y Competitividad para el Agro peruano (INCAGRO). Las otras dos tesis de estudiantes de la especialidad de Geofísica de la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa fueron subvencionadas con fondos del IGP.

Todas las tesis sustentadas por estudiantes que tuvieron una estadía en la institución se encuentran disponibles en la Biblioteca Central del IGP.

TABLA 2. RELACIÓN DE TESIS SUSTENTADAS EN EL AÑO 2009

APELLIDOS Y NOMBRES	TÍTULO DE TESIS	ESPECIALIDAD	UNIVERSIDAD
Giráldez Solano, Lucy Marisol	"Influencia de la temperatura, precipitación y fotoperiodo en el cultivo de papa (<i>solanum tuberosum</i>) var. Canchan y Yungay en los distritos de El Tambo y El Mantaro"	Agronomía	U.N.C.P Huancayo

APellidos y Nombres	Título de Tesis	Especialidad	Universidad
Ochoa Acevedo, Alex Aparicio	"Influencia de la Temperatura y Precipitación en el cultivo Maíz Amiláceo (Zea Maya L) en las variedades San Gerónimo y Blanco Urubamba en el valle del Mantaro"	Agronomía	U.N.C.P Huancayo
Latínez Sotomayor, Karen A.	Comparación de los métodos regresión multivariada adaptativa utilizando splines (MARS) y redes neuronales artificiales backpropagation (RNAB) para en pronóstico de lluvias y temperaturas en la cuenca del río Mantaro	Estadística e Informática	U.N.A.L.M. Lima
Villegas Lanza, Juan Carlos	Modelos de velocidad unidimensional para las regiones norte, centro y sur de Perú a partir de la inversión de los tiempos de arribo de las ondas P y S en el campo cercano (Proyectos especiales del IGP)	Geofísica	U. N. S.A. Arequipa
Lindo Mancilla, Efraín Bernabé	Fluctuación poblacional de los cogolleros del maíz bajo condiciones de temperatura, precipitación, humedad y radiación solar en el valle del Mantaro	Agronomía	U.N.C.P Huancayo
Yauri Condo, Sheila Alodia	Detección y Análisis de Sismos Tsunamiogénicos: Sistema de Alerta Tsunami TREMORS.	Geofísica	U. N. S.A. Arequipa

Publicaciones realizadas por estudiantes

Se publicó el volumen N° 10 del compendio de trabajos de investigación realizado por estudiantes que tuvieron su estancia en el IGP durante el año 2008. En total se publicaron nueve (9) trabajos, cuyos títulos y autores se detallan en la siguiente tabla:

AUTOR	TÍTULO	ESPECIALIDAD	UNIVERSIDAD	ÁREA
Aguilar Sologuren, Alan	Desarrollo de una aplicación de adquisición para la tarjeta EchoTek GC-314 sobre la plataforma Win32 (Windows XP SP3)	Electricidad y Electrónica	PUCP	ROJ
Yoza Mitsuishi, Nadia	Estudio de la factibilidad del mejoramiento de las comunicaciones de voz y datos vía el electrochorro ecuatorial empleando diversidad	Ciencias e Ingeniería	PUCP	ROJ
Abad Lima, Rita	Sistema de adquisición para radar basado en receptores digitales desarrollado en el Radio Observatorio de Jicamarca	Ingeniería Electrónica	UNMSM	ROJ
Ocampo Quito, Luis	Uso del método de diferencias finitas aplicado al análisis de estabilidad de Taludes	Ingeniería Geológica	UNC	PIT

AUTOR	TÍTULO	ESPECIALIDAD	UNIVERSIDAD	ÁREA
Guardia Acampa, Patricia	Estimación del contacto sismogénico en el borde occidental del Perú	Geofísica	UNAS	Sismo- logía
Latínez Sotomayor, Karen	Pronóstico de la precipitación y las temperaturas extremas en la cuenca del río Mantaro utilizando el modelo MARS con tres meses de anticipación	Estadística e Informática	UNALM	CPNTC
Latínez Sotomayor, Karen	Desarrollo de un modelo estadístico para el pronóstico de precipitación y temperaturas extremas del aire para Huancayo	Estadística e Informática	UNALM	CPNTC
Arellano Rojas, Cinthia	El ciclo diurno de la temperatura del aire observada en Lircay, Huancavelica	Física	UNMSM	CPNTC
Collet, Olivia; Rodrigues, Nelly	Estudio sísmico y sismotectónico de la región central del Perú desde 1980 hasta 2008	Ciencias de la Tierra	Universidad Louis Pasteur de Estrasburgo-Francia	Sismo- logía

Conferencias científicas

En el año 2009 se realizaron 27 conferencias científicas en la cual participaron expositores internacionales, así como expositores del IGP y otras instituciones nacionales. A las conferencias asistió personal del IGP e invitados de otras instituciones. De los 27, doce (12) expositores fueron investigadores internacionales invitados para dar las charlas en el IGP.

Se organizó un seminario de tesis donde se presentaron los avances en el desarrollo de la investigación. En dicho seminario participaron todos los tesis de Lima y provincias.

Biblioteca

A partir del mes de setiembre del 2009 el Instituto Geofísico del Perú (IGP), cuenta con los servicios y experiencia profesional de una Bibliotecaria, quien será la encargada de sistematizar el material bibliográfico y la atención al público. También se empezó a trabajar en la creación de una base de datos transitoria, utilizando WINISIS (UNESCO). Por otro lado, se elaboró el Reglamento Interno de la Biblioteca del IGP.

ESTADOS FINANCIEROS

Ejecución presupuestaria

Financiamiento e Ingresos

El Presupuesto Institucional de Apertura (PIA) para el Instituto Geofísico del Perú (IGP), aprobado mediante Ley N° 29289 "Ley del Presupuesto del Sector Público para el año Fiscal 2009", ascendió por toda fuente de financiamiento a la suma de S/. 6.337.380 nuevos soles. Siendo financiado en un 90% con Recursos Ordinarios del Tesoro Público, el 8% con recursos provenientes de Donaciones y un 2% con Recursos Directamente Recaudados (Ver Gráfico 1).

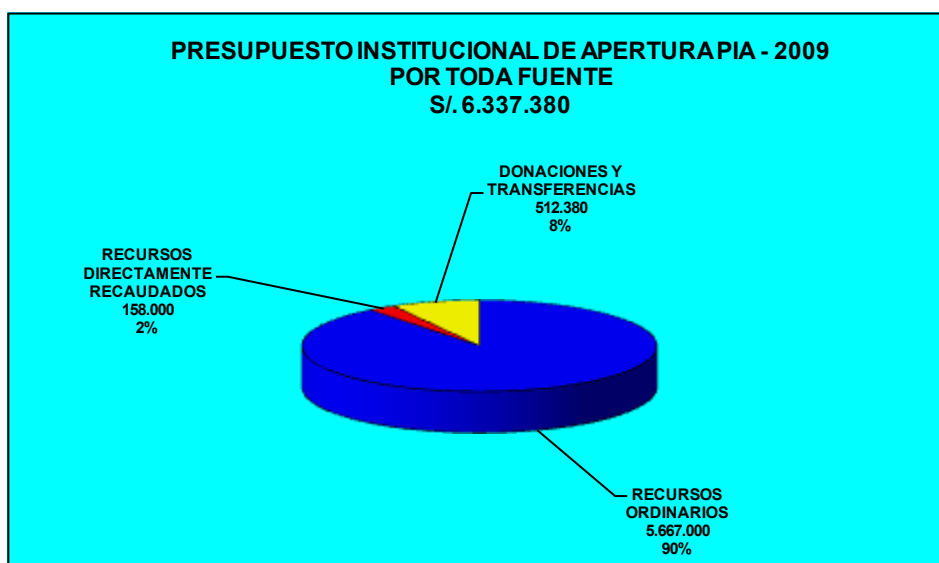


GRÁFICO N° 1: PRESUPUESTO INSTITUCIONAL DE APERTURA

Al término del correspondiente año fiscal el IGP logró culminar el periodo presupuestario, con un Presupuesto Institucional Modificado (PIM), de S/. 7.685.499 nuevos soles, significando un incremento de 21% respecto al (PIA). Observándose que el mayor incremento se dio en la fuente de financiamiento de Recursos Directamente Recaudados, el mismo que en el transcurso del año obtuvo un incremento del 542%, principalmente como consecuencia de los servicios que presta el IGP a otras instituciones.

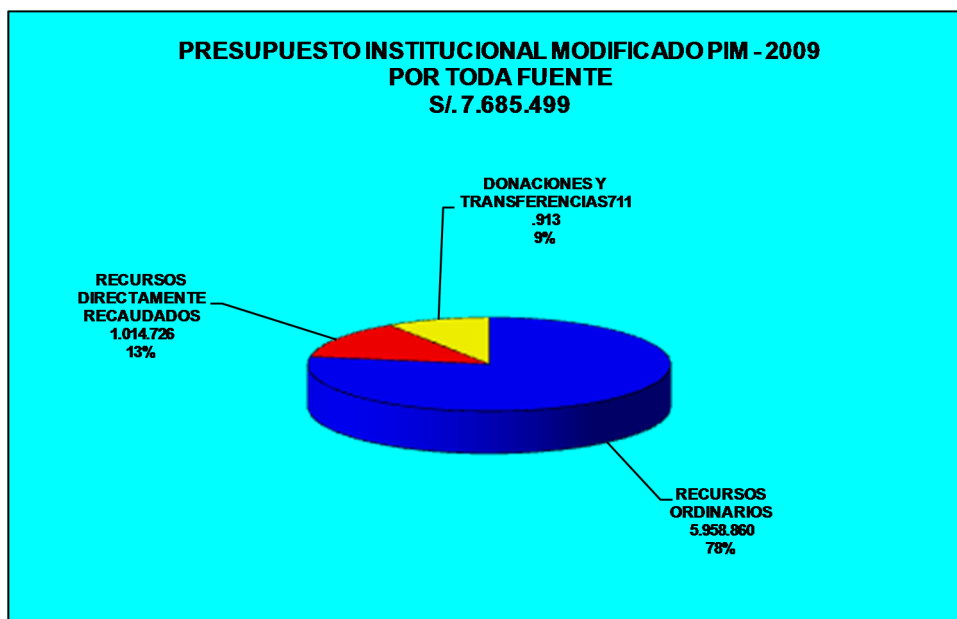


GRÁFICO 2: PRESUPUESTO INSTITUCIONAL MODIFICADO

Cuadro N° 1: Resumen del Comportamiento de los Ingresos

FUENTE DE FINANCIAMIENTO	PIA	PIM	INCREMENTO	%
RECURSOS ORDINARIOS	5.667.000	5.958.860	291.860	5%
Presupuesto Inicial (Ley N° 29289)	5.667.000	5.667.000		
Créditos Suplementarios		236.860	236.860	
Transferencias de Partidas		55.000	55.000	
RECURSOS DIRECTAMENTE RECAUDADOS	158.000	1.014.726	856.726	542%
Presupuesto Inicial (Ley N° 29289)	158.000	158.000		
Créditos Suplementarios		856.726	856.726	
Transferencias de Partidas				
DONACIONES Y TRANSFERENCIAS	512.380	711.913	199.533	39%
Presupuesto Inicial (Ley N° 29289)	512.380	512.380		
Créditos Suplementarios		199.533	199.533	
Transferencias de Partidas				
TOTAL	6.337.380	7.685.499	1.348.119	21%
Presupuesto Inicial (Ley N° 29289)	6.337.380	6.337.380		
Créditos Suplementarios		1.293.119	1.293.119	
Transferencias de Partidas		55.000	55.000	

FUENTE: CONCILIACIÓN DEL PRESUPUESTO 2009

Comportamiento de los gastos

Para el periodo fiscal 2009, el IGP logró ejecutar por toda fuente de financiamiento S/. 7.377.812 nuevos soles significando el 96% de sus recursos asignados; estos se distribuyeron en dos tipos de gasto: Gastos Corrientes que significaron el 87% de los recursos ejecutados y Gastos de Capital con un 13%. (Ver Gráfico 3).

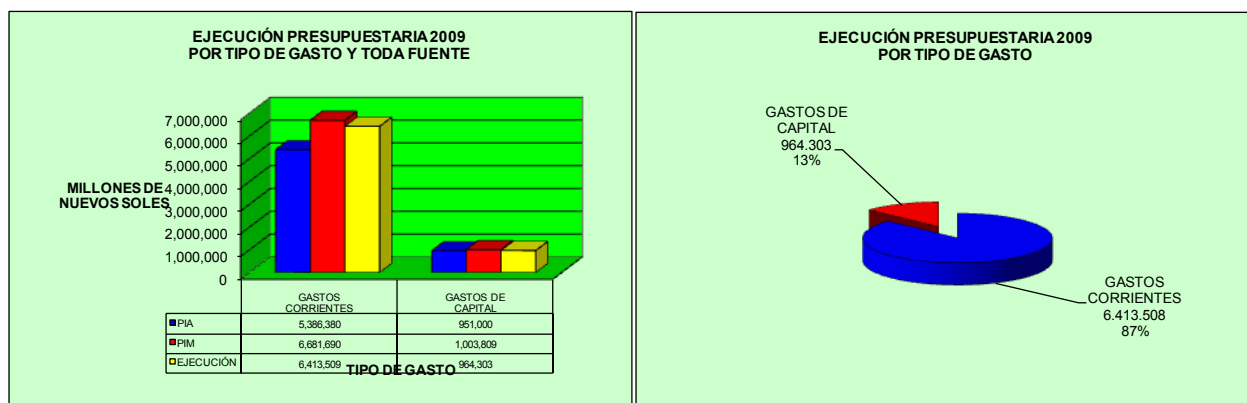


GRÁFICO 3: EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA 2009

Analizando la composición del gasto, se puede concluir que el 47% de lo ejecutado corresponde a la Genérica 2.1 Personal y Obligaciones Sociales, el 26% a la Genérica 2.3 Bienes y Servicios y un 15% a la Genérica 2.6 Adquisición de Activos no Financieros. (Gráfico 4)

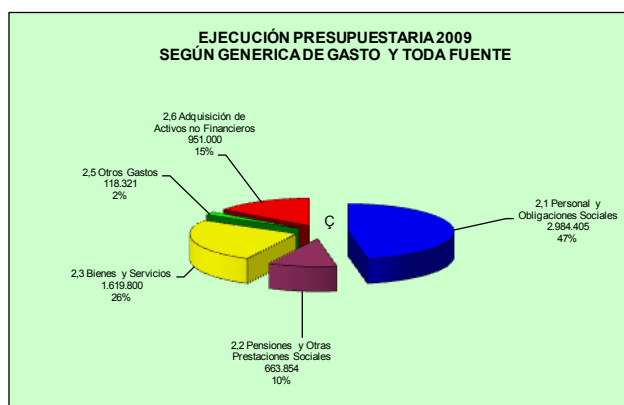


GRÁFICO 4: EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA 2009

Cuadro N° 2: Resumen del Comportamiento de los Gastos

TIPO Y GENERICA DE GASTO	PIA	PIM	EJECUCIÓN	EJE/PIM
GASTOS CORRIENTES	5.386.380	6.681.690	6.413.509	96%
2,1 Personal y Obligaciones Sociales	2.984.405	2.992.632	2.968.690	99%
2,2 Pensiones y Otras Prestaciones Sociales	663.854	905.879	897.063	99%
2,3 Bienes y Servicios	1.619.800	2.603.603	2.368.218	91%
2,4 Donaciones y Transferencias				
2,5 Otros Gastos	118.321	179.576	179.539	100%
GASTOS DE CAPITAL	951.000	1.003.809	964.303	96%
2,4 Donaciones y Transferencias				
2,5 Otros Gastos				
2,6 Adquisición de Activos no Financieros	951.000	1.003.809	964.303	96%
2,7 Adquisición de Activos Financieros				
TOTAL	6.337.380	7.685.499	7.377.812	96%

FUENTE: CONCILIACIÓN DEL PRESUPUESTO 2009

BALANCE GENERAL

Al 31 de Diciembre del 2009 y 2008
(Expresado en Nuevos Soles)

RUBRO		2009	2008	RUBRO		2009	2008
ACTIVO				PASIVO Y PATRIMONIO			
ACTIVO CORRIENTE				PASIVO CORRIENTE			
Efectivo y Equivalente de efectivo		341.516	644.468	Obligaciones Tesoro Publico		401.431	340.558
Cuentas por Cobrar (Neto)		162.428		Cuentas por pagar		580.763	713.044
Otras Cuentas por Cobrar (Neto)		51.517	136.379	Operaciones de Credito			
Existencias (Neto)		11.040	1.882	Parte Cte Deudas a Largo Plazo			
Gastos pagados por anticipado		1.844	1.802	Otras Cuentas del Pasivo		103.950	115
TOTAL ACTIVO CORRIENTE		568.344	784.530	TOTAL PASIVO CORRIENTE		1.086.143	1.053.717
ACTIVO NO CORRIENTE				PASIVO NO CORRIENTE			
Edificios,Estr. y Act no produc (Neto)		32.947.029	35.039.520	Deudas a Largo Plazo		10.776	20.880
Vehiculos, Maquinarias y otros (Neto)		18.445.368	19.691.721	Beneficios Sociales y Obligac Prev		3.138.113	2.896.961
Otras Cuentas del Activo (Neto)		368.951	458.119	Provisiones		89.305	100.409
TOTAL ACTIVO NO CORRIENTE		51.761.348	55.189.360	TOTAL PASIVO NO CORRIENTE		3.238.194	3.018.250
				TOTAL PASIVO		4.324.338	4.071.967
PATRIMONIO							
				Hacienda Nacional		169.704.072	165.291.736
				Hacienda Nacional Adicional			4.448.542
				Resultados Acumulados		(121.698.718)	(117.838.354)
				TOTAL PATRIMONIO		48.005.355	51.901.923
TOTAL ACTIVO		52.329.692	55.973.891	TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO		52.329.692	55.973.891
Cuentas de Orden		18.164.469	18.685.637	Cuentas de Orden		18.164.469	18.685.637

ESTADO DE GESTIÓN

Por los años terminados el 31 de diciembre del 2009 y 2008.
(Expresado en Nuevos Soles)

RUBRO	2009	2008
INGRESOS		
Ingresos No Tributarios	510.304	23.822
Traspasos y Remesas Recibidas	5.012.901	4.392.130
Donaciones y Transferencias Recibidas	1.304.577	
TOTAL INGRESOS	6.827.783	4.415.952
COSTOS Y GASTOS		
Gastos en Bienes y servicios	(2.574.346)	(1.886.615)
Gastos de Personal	(2.841.383)	(2.649.951)
Gastos por Pens Prest. Y Asistencia Social	(161.555)	(152.545)
Estimaciones y provisiones del Ejercicio	(4.274.467)	(2.829.385)
TOTAL COSTOS Y GASTOS	(9.851.751)	(7.518.495)
RESULTADO DE OPERACIÓN	(3.023.968)	(3.102.543)
OTROS INGRESOS Y GASTOS		
Ingresos Financieros	4	14.356
Gastos Financieros		(4.883)
Otros Ingresos	1.167.588	610.452
Otros Gastos	(199.883)	(112.139)
TOTAL OTROS INGRESOS Y GASTOS	967.709	507.786
RESULTADO DEL EJERCICIO SUPERAVIT (DEFICIT)	(2.056.260)	(2.594.757)



Preparación y Diagramación
Instituto Geofísico del Perú
Imagen Institucional



INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ

Calle Badajoz 169 Urb. Mayorazgo 4ta Etapa— Ate Vitarte

www.igp.gob.pe

