

PLAN INSTITUCIONAL DE INGEMMET

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, el bienestar económico nacional está basado en gran parte en el uso óptimo de sus recursos básicos renovables y no-renovables, sus recursos humanos y la tecnología disponible. Enfrentando el reto del desarrollo nacional, un objetivo prioritario es el conocimiento en profundidad del territorio. El Gobierno, los empresarios e investigadores, requieren información sobre el territorio y sus recursos para la toma de decisiones, en apoyo de las políticas, programas de desarrollo y en la implementación de los planes de inversión. El mapeo geológico es el medio más importante para obtener este conocimiento.

El programa "Carta Geológica Nacional" está dirigido a la elaboración de mapas geológicos, representando en ellos las unidades de rocas expuestas en una región, señalando tanto su naturaleza como su estructura, edad y distribución espacial, conformando así una base de datos que permita al usuario orientar la investigación geológica, efectuar estudios de geología aplicada o dirigir su estrategia de exploración minera. El trabajo es de un tipo predominantemente de infraestructura nacional básica, dirigido al avance del conocimiento de la geología del país y a proporcionar la información directa para el desarrollo del territorio y de sus recursos naturales.

El mapeo geológico regional es, después de la base cartográfica, la más importante de las sucesivas capas de cobertura de información de variada naturaleza (mapas de infraestructura, climas, demografía, suelos, etc.) que son necesarias en las compilaciones regionales de información para el desarrollo.

En la compilación de la información metalogénica, la cobertura geológica básica regional, es aún más importante, es indispensable. Sobre ella se reciben las ocurrencias minerales, la geocronología, geofísica, geoquímica, alteraciones, etc., con el fin de establecer la metalogenia (relación espacio-tiempo-mineralización), información que alienta la inversión, al permitir orientar en forma económicamente eficiente la exploración de los recursos minerales del país.

De aquí la máxima prioridad que INGEMMET debe asignar a la "Carta Geológica Nacional" y a los "Inventarios de Recursos Minerales" a escala regional (mineral resources assessment).

Al presente, INGEMMET se ha reorientado, de sus múltiples actividades anteriores, a dos principales:

PLAN INSTITUCIONAL DE INGEMMET

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, el bienestar económico nacional está basado en gran parte en el uso óptimo de sus recursos básicos renovables y no-renovables, sus recursos humanos y la tecnología disponible. Enfrentando el reto del desarrollo nacional, un objetivo prioritario es el conocimiento en profundidad del territorio. El Gobierno, los empresarios e investigadores, requieren información sobre el territorio y sus recursos para la toma de decisiones, en apoyo de las políticas, programas de desarrollo y en la implementación de los planes de inversión. El mapeo geológico es el medio más importante para obtener este conocimiento.

El programa "Carta Geológica Nacional" está dirigido a la elaboración de mapas geológicos, representando en ellos las unidades de rocas expuestas en una región, señalando tanto su naturaleza como su estructura, edad y distribución espacial, conformando así una base de datos que permita al usuario orientar la investigación geológica, efectuar estudios de geología aplicada o dirigir su estrategia de exploración minera. El trabajo es de un tipo predominantemente de infraestructura nacional básica, dirigido al avance del conocimiento de la geología del país y a proporcionar la información directa para el desarrollo del territorio y de sus recursos naturales.

El mapeo geológico regional es, después de la base cartográfica, la más importante de las sucesivas capas de cobertura de información de variada naturaleza (mapas de infraestructura, climas, demografía, suelos, etc.) que son necesarias en las compilaciones regionales de información para el desarrollo.

En la compilación de la información metalogénica, la cobertura geológica básica regional, es aún más importante, es indispensable. Sobre ella se reciben las ocurrencias minerales, la geocronología, geofísica, geoquímica, alteraciones, etc., con el fin de establecer la metalogenia (relación espacio-tiempo-mineralización)., información que alienta la inversión, al permitir orientar en forma económicamente eficiente la exploración de los recursos minerales del país.

De aquí la máxima prioridad que INGEMMET debe asignar a la "Carta Geológica Nacional" y a los "Inventarios de Recursos Minerales" a escala regional (mineral resources assesment).

Al presente, INGEMMET se ha reorientado, de sus múltiples actividades anteriores, a dos principales:

a) Mapear el territorio e Inventariar sus Recursos Minerales, y

b) Difundir la Información.

Se mantiene la actividad de Geotecnia, en el estudio de riesgos naturales de origen geológico, en apoyo de la Comunidad.

II MARCO LEGAL

Ley Orgánica del INGEMMET

El Decreto Ley 22631 de 14 de agosto de 1979 establecía por finalidad la investigación científica y tecnológica en el campo de la geología, minería y metalurgia, desarrollando actividades geológicas de prospección, evaluación e inventario de los recursos minerales; entre otras funciones orientadas a la Minería y Metalurgia. Esta Ley Orgánica fue modificada en 1992 por el Decreto Ley 25803 que declaró en emergencia y dispuso la reorganización del INGEMMET.

Texto Único Ordenado De La Ley General de Minería., Decreto Supremo No. 014-92-EM de 2 de junio de 1992.

Las siguientes declaraciones y mandatos de la Ley General de Minería son aplicables al INGEMMET.

Título Preliminar, III, Párrafo 2do. El Estado evalúa y preserva los recursos naturales, debiendo para ello desarrollar un sistema de información básica para el fomento de la inversión;

Título I, Cap. I, Cateo y Prospección., La prospección es la investigación conducente a determinar áreas de posible mineralización, por medio de indicaciones químicas y físicas, medidas con instrumentos y técnicas de precisión.

Título III, Art. 25. El MEM solo podrá autorizar áreas de no admisión de denuncias al INGEMMET, por plazos máximos de 2 años calendario, con la exclusiva finalidad de que realice trabajos de prospección regional, respetando derechos adquiridos. Cada área no comprenderá mas de 100,000 has., INGEMMET bajo responsabilidad pondrá los estudios a disposición del público, -a título oneroso-, un mes antes del vencimiento del plazo concedido, al término del cual, quedarán de libre disponibilidad. (ver también el Art. 11 del Reglamento de Procedimientos Mineros).

Reglamento de Organización y Funciones (ROF)

Resolución Ministerial No. 137-93-EM-VMM, de 17 de junio de 1993. El ROF aprobado en base al Art. 5to. del Decreto Ley 22631, (Ley Orgánica), establece lo sgte.:

Ámbito: Las Ciencias Geológicas.

Finalidad: Investigación en el campo de la geología.

Actividades: Geológicas y Geotécnicas en:

- Evaluación de recursos minerales, metálicos, no metálicos y geoenergéticos en el territorio y jurisdiccional nacional.
- Estudios y proyectos de investigación geológico-mineros en áreas asignadas.
- Difusión de la Información.

Objetivos:

- Promover la investigación científica en Geología
- Generar y difundir la información geo-minera básica.

Funciones Principales:

- Asesorar al Ministerio de Energía y Minas y otras Instituciones Estatales, en asuntos de su competencia.
- Promover la investigación científica y técnica en las ciencias geológicas, la formación profesional, el perfeccionamiento técnico y la Cooperación Técnica Internacional en geología,
- Representar al país ante organismos internacionales en los campos de su actividad.

Funciones Específicas:

- Elaborar la Carta Geológica Nacional.
- Ejecutar la Prospección minera a escala regional, y semi regional en las áreas que le sean asignadas.
- Realizar evaluación geológica, con financiación de la Cooperación Técnica Internacional, o mediante la prestación de servicios.
- Organizar el Centro de Información Geológica del País, difundiendo la información para fomentar el desarrollo de la industria minera nacional.

- Proponer y coordinar la normalización de la terminología geológica nacional.

III EL INGEMMET Y SUS ANTECESORES

A poco de la declaración de la Independencia se inició el estudio del territorio y sus recursos minerales. Bolívar llamó al naturalista Mariano de Rivero y Ustariz, quien se encontraba efectuando estudios en Colombia, para encargarse de la Dirección de Minería, creada en reemplazo del Tribunal de Minería de la época colonial. Posteriormente durante el Gobierno de Gamarra, de Rivero continuaría su labor en el campo y desde el Museo Mineralógico creado por él. Uno de sus trabajos mejor conocidos es la Descripción de la Minería de Puno, publicado por primera vez por la Sociedad de Minería.

Corresponden a este periodo los estudios de viajeros, etnólogos y geognostas, como Raimondi, Squire y Middeldorf. Igualmente, las exploraciones de la amazonia por el Sargento Mayor Pedro Beltrán, el Tnte. Ramón Azcárate y los marinos ingleses Lister Maw, Guillermo Smith y otro de apellido Lowe.

La obra de Raimondi alcanzó a ser publicada más tarde en gran parte, siendo el primer volumen, "Ancash" en 1873, patrocinado por Enrique Meiggs. Más adelante, fallecido ya Raimondi, se publicaron otros volúmenes y su Mapa del Perú bajo el auspicio del Estado peruano y la Sociedad Geológica (Historia de la Geografía del Perú, Minerales del Perú, Itinerarios de Viaje), hasta 1922.

La bonanza del guano iniciada en 1847 permitió al Estado contar con ingenieros peruanos y extranjeros, con estudios en el exterior, para explorar el territorio y para dirigir las obras públicas. Contratados por Luis Bottero, representante del Perú en París, llegaron en 1852 Ernesto Malinowski, Emilio Chevalier y Carlos Farragut. Con ellos y otros, que ya trabajaban en el país, fue creada "La Junta Central de Ingenieros Civiles" el mismo año, siendo el primer director Mariano Felipe Paz Soldán y los vocales, A. de Montferrier y Leopoldo Blossier. De esta primera época también son Maximiliano Mimey, arquitecto de la Penitenciaría de Lima, Alberto Prentice quien instaló el alumbrado a gas y años más tarde diseñó el Muelle y Dársena del Callao, Antonio M. Dupard que diseñó el Puente de Piedra (Lima), Federico Hohagen, los caminos del Cuzco, Joseph P. Davis los acuíferos de Lima-Chorrillos y con Joseph Hindle el puente de Piura.

La Junta fue reglamentada el 3 de marzo de 1860 como "Cuerpo de Ingenieros Civiles del Estado" para "centralizar e impulsar los trabajos de ese ramo, vigilar la conducta de los ingenieros y distribuir entre ellos las comisiones del servicio". Su primer director fue también, Dn. Mariano Felipe Paz Soldán, nombrado entonces Director de Obras Públicas, del Ministerio de Gobierno, quien publicó en 1862 su Atlas Geográfico (que tuvo un mapa mineralógico), la Geografía del Perú (1865) con su hermano Mateo, y años más tarde el Diccionario Geográfico

Estadístico (1877). Junto con Paz Soldán trabajaron Federico Blume (ferrocarriles), Manuel Mariano Echegaray (ferrocarriles), Mateo Graziani (arquitecto del hospital Dos de Mayo). Eugenio Shuiner y Walter Morris que colaboraron con Malinowski en el primer trazo del FF.CC. a la Oroya, Manuel Rouad y Paz Soldán que pierde una pierna en un ataque de salvajes en la Comisión Hidrográfica del río Yavarí, el Crnl. Faustino Maldonado que perdió la vida en el río Madre de Dios, Juan Guillermo (John W.) Nystrom que estudió la misma cuenca y el ferrocarril Sud Americano. En el diseño de ferrocarriles trabajaron también Gerrit S. Backus, Manuel A. Viñas y Reyes, Mario Alleon, Federico Hohagen y Carlos Bode. A. Wetherman, quien es nombrado tantas veces por Raimondi, estudio la cuencas de los ríos Marañón y Huallaga, junto con David Mc Corkle y Valterio Butt. También, Luis Mariani que diseñó las irrigaciones de Uchusuma (Tacna) y del Valle de Azapa (Arica). En las fortificaciones del Callao, el dos de mayo de 1866, estuvieron con Malinowski y Felipe Arancibia, José Cornelio Borda y Jorge Rumtil, bajo las órdenes de José Gálvez.

El Cuerpo fue vuelto a reglamentar en 1872, como "Cuerpo de Ingenieros Civiles y Arquitectos del Estado", dividiéndose en varias secciones, entre ellas la Sección IV. Minas y Manufacturas, con la función de "Formar el Mapa geológico e Inventariar los Recursos Minerales". La primera directiva del nuevo Cuerpo estuvo formada por Eduardo Juan de Habich (llegado al Perú en 1867), Francisco Paz Soldán, Eduardo Brugada, Pedro Jacobo Blanc y José Sebastián Barranca., otros notables miembros fueron Teodoro Elmore quien fue el primer secretario, A. Weiler, Felipe Arancibia, Eulogio Delgado y Alejandro Miecznikowski (los dos últimos estudiaron la mina "Santa Bárbara"). En 1875 de Habich viajó a Europa y contrato a los ingenieros Ladislao Kluger, W. Folkierski, Francisco K. Walkuski, Alejandro Babinski, Wolocski y a Strinjenski. Babinski hizo luego un importante estudio sobre el Cerro de Pasco. Muchos de ellos participaron en la creación y fundación de la Escuela Especial de Construcciones Civiles y de Minas en 1875, de la cual de Habich fue su Director Fundador, cargo en el que falleció en 1908.

Probablemente uno de los trabajos de campo más importantes de los beneméritos Eduardo de Habich y Felipe Arancibia fue la mensura y valuación de las estacas o estacamentos salitrosos de Tarapacá, que el Gobierno dispuso en 1877, para luego proceder a expropiarlos. Arancibia también hizo el peritaje de una oposición, quizás la más importante del siglo pasado, en las minas de Santo Domingo en 1887.

La "Ley de Protección a la Industria Minera", del 12 de enero de 1877, estableció por primera vez un impuesto a la propiedad minera a la que se llamó entonces "Contribución de Minas", su Art. 11 textualmente dice:

"Los fondos provenientes de este impuesto se aplicarán:

- A cubrir el presupuesto de la Escuela Especial de Construcciones Civiles y de Minas;
- Al sostenimiento de un Cuerpo de Ingenieros Especiales de Minas, que prestarán sus servicios en los diversos asientos mineros; y
- Al fomento de la industria minera."

La Contribución de Minas fue fijada en esa época en 15 soles (de 25 gramos de plata y ley 900/100) por cada pertenencia y por semestre., cuando la pertenencia común, medía 100 x 200 varas castellanas. El Código de Minas de 1901 estableció la pertenencia común en 100 x 200 metros. El Código de 1950 cambió de nombre a la contribución llamándola "Canon", impuesto que tuvo una vigencia de 20 años, y que fue derogado finalmente por el Decreto Ley N°18880 (la Ley General de Minería de 8 de junio de 1971).

En diciembre de 1991, con el Decreto Legislativo 708, "Ley de Promoción de la Inversión Privada en Minería", se le proporciona nuevamente al INGEMMET, para cumplir los mismos fines de "Formar el Mapa Geológico del Perú" e "Inventariar los Recursos Minerales", una parte del "Derecho de Vigencia" que establece este Decreto. La nueva "Contribución de Minas" así restablecida, consiste ahora de 2 dólares (o soles al cambio) por hectárea por año, de lo cual recibe INGEMMET el 30%. La antigua "pertenencia" era de 20,000 varas cuadradas, la unidad actual es la hectárea y la extensión mínima se llama ahora "cuadrícula" y mide 100 hectáreas.

La Sección IV.- Minas y Manufacturas, se desprendió del antiguo Cuerpo de Ingenieros Civiles y Arquitectos del Estado para formar en 1902 el "Cuerpo de Ingenieros de Minas", siendo el actual Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), descendiente en línea recta de la antigua "Junta Central de Ingenieros" de 1852, su verdadero origen, y no solo el Cuerpo de Ingenieros de Minas de 1902. Por tanto el estudio del territorio y sus recursos por parte del Estado han cumplido ya 145 años.

En el presente siglo, después de la era de actividad de los primeros años de existencia del Cuerpo de Ingenieros de Minas, caracterizada por la aparición de decenas de Boletines en que se consignaban los resultados de los trabajos geológicos de una serie de Comisiones contratadas para estudiar nuestro territorio, se puede decir que se inició una época de orientación a las tecnologías mineras e industriales, llegando casi a desaparecer las publicaciones de índole geológica.

Sin embargo, el profesor de la Universidad de Bonn, Gustavo Steinmann, que había visitado el Perú contratado por el Cuerpo en dos oportunidades, continuaba editando las notas de su segundo viaje al Perú de 1908, en el que participaron su discípulo Schlagintweit y Julián J. Bravo (más tarde Director del Cuerpo). Tampoco se puede dejar de mencionar los trabajos que mientras tanto se realizaban en el país por Bravo, Lisson, Alvarado, Zevallos, Rivera Plaza, Boit y algunos más en materia paleontológica y mineralógica y en la enseñanza universitaria. Un Mapa Geológico del Perú también fue preparado en 1912 por José Balta que aparentemente no se publicó., otro intento fue el contrato del Cuerpo con Julián J. Bravo, para un Mapa Geológico que quedó trunco a su muerte en 1927. Un impulso notable en este primer cuarto de siglo vino también de las empresas mineras y petroleras, de los geólogos Mc Laughlin y Walker de la Cerro de Pasco y de Iddings y Olsson de la International Petroleum.

El libro Geología del Perú, iniciado por Steinmann, se imprimió finalmente en Lima en 1930, por el esfuerzo de la Sociedad Geológica fundada en 1924, particularmente el de su presidente Alberto Jochamowitz y del secretario Jorge A. Broggi, el último de los cuales trabajó

en los textos y en la traducción, con Steinmann y luego con sus discípulos en Alemania, hasta varios años después de fallecido el profesor.

Algunos años después, en 1933, el Director del Servicio Geográfico del Ejército, Cnte. Guillermo Dianderas, hizo publicar "Corongo" la primera hoja geológica al 200 mil levantada por los oficiales, Capitanes Rosendo Fernández y Santos Baca, con el apoyo del entonces presidente de la Sociedad Geológica J. A. Broggi.

En 1944, Broggi, jefe del recién creado Instituto Geológico del Perú, publicó el primer Mapa Geológico del Perú (escala 1:8.5 millones), con una Sinopsis explicativa, en el que participaron dos jóvenes ingenieros, mas tarde directores de INGEMMET, Jaime Fernández-Concha y Mariano Ibérico. El Instituto continuó con algunas hojas al 200 mil, que no llegaron a publicarse.

Por Decreto Supremo No. 1 del primero de marzo de 1950, se aprobó el proyecto de organización conjunta, bajo la Dirección de Minas, del Cuerpo de Ingenieros de Minas y del Instituto Geológico del Perú, para formar el "Instituto Nacional de Investigación y Fomento Mineros" (INIFM)., dice su Art. 3o.: "organismo que conjugue los actuales servicios del Cuerpo de Ingenieros de Minas y de el Instituto Geológico del Perú y centralice todas las actividades técnicas del Estado en lo concerniente a la industria extractiva, tanto en lo que se refiere a la investigación como a servicio y consulta;".

El Reglamento Orgánico del Instituto Nacional de Investigación y Fomento Mineros, aprobado por el mismo Decreto Supremo No. 1 de 1o. de marzo de 1950, establecía sus reparticiones en: "a.- (I.) Administración y Fuentes de Información, (II.) Topografía y Catastro, (III.) Laboratorios de Análisis e Investigación, (IV.) Economía y Estadística Minera; b.- El Cuerpo de Ingenieros de Minas, y c) El Instituto Geológico del Perú. Las atribuciones quedaron establecidas en el Art. 4to.: a) La investigación y estudio de la conformación y naturaleza del suelo y del subsuelo patrios, de sus recursos minerales y de los agentes naturales que sobre ellos actúan con miras a incrementar el conocimiento científico de estos, determinando, en cada caso, su utilidad o su riesgo. b) La exploración y prospección sistemática del territorio, con especial aplicación a hacer el inventario de su riqueza mineral, estudiando su distribución y estableciendo su valor económico. ... h) Los trabajos relativos a la confección de la Carta Geológica del Perú, y los que se desprendan de la cooperación con otros países ...", entre otras funciones.

En 1960, por Resolución Suprema No. 2, del 31 de mayo de 1960, se creó la "Comisión de la Carta Geológica Nacional", estando al informe de la Comisión de la Carta Geológica del Mundo, Sección Peruana, creada por Resolución Ministerial No. 161, de 21 de noviembre de 1958., para "continuar el levantamiento geológico del territorio, aporte de gran valor para el desarrollo de las industrias minera, petrolera y agrícola, de ingeniería en general, y - sobre todo-, como base para conocer nuestro potencial económico, creando fuentes de riqueza nacional", con las funciones de "organizar, administrar, dirigir y realizar, en coordinación con la Dirección de Minería, el levantamiento geológico del país." De esta manera, se inicia realmente y por primera vez en forma sistemática, el mapeo geológico del Perú, a la escala standard de 1 en 100 mil.

Al iniciarse el año 1967, la Comisión de la Carta Geológica Nacional fue fusionada con el Instituto Nacional de Investigación y Fomento Mineros (INIFM), dentro de la Dirección de Minas, en virtud de la Ley Anual de Presupuesto de 1967, para formar el "Servicio Técnico de Geología y Minería", y a partir de abril de 1967, el "Servicio de Geología y Minería"

En este mismo mes, la Dirección de Minas pasó a llamarse Dirección General de Minería, en el entonces Ministerio de Fomento y Obras Públicas.

El Decreto Ley No. 17271, del 3 de diciembre de 1968, determina el número de ministerios, sus denominaciones y sus funciones básicas, estableciéndose catorce, entre ellos, el No. 13, Ministerio de Energía y Minas., para .. "Dirigir, regular y fomentar las actividades mineras y energéticas del País." La Ley Orgánica del Ministerio de Energía y Minas se dio el 21 de marzo de 1969, estableciendo entre sus organismos ejecutivos; "... c) La Dirección General de Minería."

En 1969, Eleodoro Bellido, del Servicio de Geología y Minería, había publicado el Mapa Geológico del Perú a la escala 1:4 millones, para el cual editó posteriormente una Sinopsis.

Por Decreto Ley No. 18880, "Ley General de Minería" de 1971, fue creado el "Instituto Científico y Tecnológico Minero" (INCITEMI), cuya Ley Orgánica se dio por Decreto Ley No. 20237 de 4 de diciembre de 1973, con fines de (a) Fomentar la investigación científica y tecnológica en la industria minera, (b) Promover la normalización técnica en minería, (c.) Establecer normas técnicas en materia minera, y (d) Promover la formación de personal para la investigación científica y tecnológica minera.

La nueva Ley Orgánica del Sector Energía y Minas, Decreto Ley No. 21094, del 4 de febrero de 1975, establecía dentro de sus Organos Públicos Descentralizados, como Instituciones Públicas (entre otros) al Instituto Científico y Tecnológico Minero (INCITEMI), creando en esta misma categoría al nuevo "Instituto de Geología y Minería" (INGEOMIN), quien asume las funciones que desempeñaba hasta entonces el Servicio de Geología y Minería, encargándose de "planear, dirigir y ejecutar todas las actividades relacionadas con los estudios geológicos y geotécnicos en el territorio nacional. Asimismo de la prospección e inventario de recursos minerales. Realizará los trabajos de prospección minera en las áreas que se le asigne". Este mismo año, Eleodoro Bellido (entonces en INGEOMIN), publicó el primer Mapa Geológico del Perú a escala un millón., un folleto descriptivo al mapa geológico de Bellido de 1975, fue publicado en 1977, por Morales Arnao, de INGEOMIN.

En 1978, el Instituto de Geología y Minería (INGEOMIN) en su Reseña de 1978, decía lo siguiente:

"El levantamiento geológico sistemático del territorio para la confección de la Carta Geológica Nacional se inició en 1960, por recomendación de la Comisión de la Carta Geológica del Mundo -Sección Peruana-, creada en 1958, que establecía la necesidad impostergable de conocer la composición, estructura y evo-

lución del suelo peruano como infraestructura básica para la planificación del desarrollo. El levantamiento sistemático se ejecuta a escala uno en 100 mil y abarca estudios de geomorfología, estratigrafía, tectónicos, petrología ígnea, etc., mediciones e interpretaciones de secciones estratigráficas, recolección de fósiles y muestras de minerales y rocas para su determinación., conjunción de todo lo cual constituye el aspecto técnico científico del estudio."

En 1979, el Instituto de Geología y Minería (INGEOMIN), se fusiona con el Instituto Científico y Tecnológico Minero (INCITEMI), formando el nuevo "Instituto Geológico Minero y Metalúrgico" (INGEMMET). Esta última fusión trajo una nueva orientación a los estudios mineros y metalúrgicos y una sensible disminución del trabajo geológico regional.

La Ley Orgánica de 1979, fue modificada en 1992 por el Decreto Ley 25803, que declaró en emergencia y dispuso la reorganización del INGEMMET, con la reducción de su personal en las áreas de minería y metalurgia, reorientándose de sus múltiples funciones anteriores a los estudios geológicos. Por la Resolución Ministerial No. 137-93-EM-VMM, (Reglamento de Organización y Funciones) del 17 de junio de 1993, después de 16 años se vuelve a mencionar que el Levantamiento Geológico del territorio y la Evaluación de los Recursos Minerales a escala regional es su principal función.

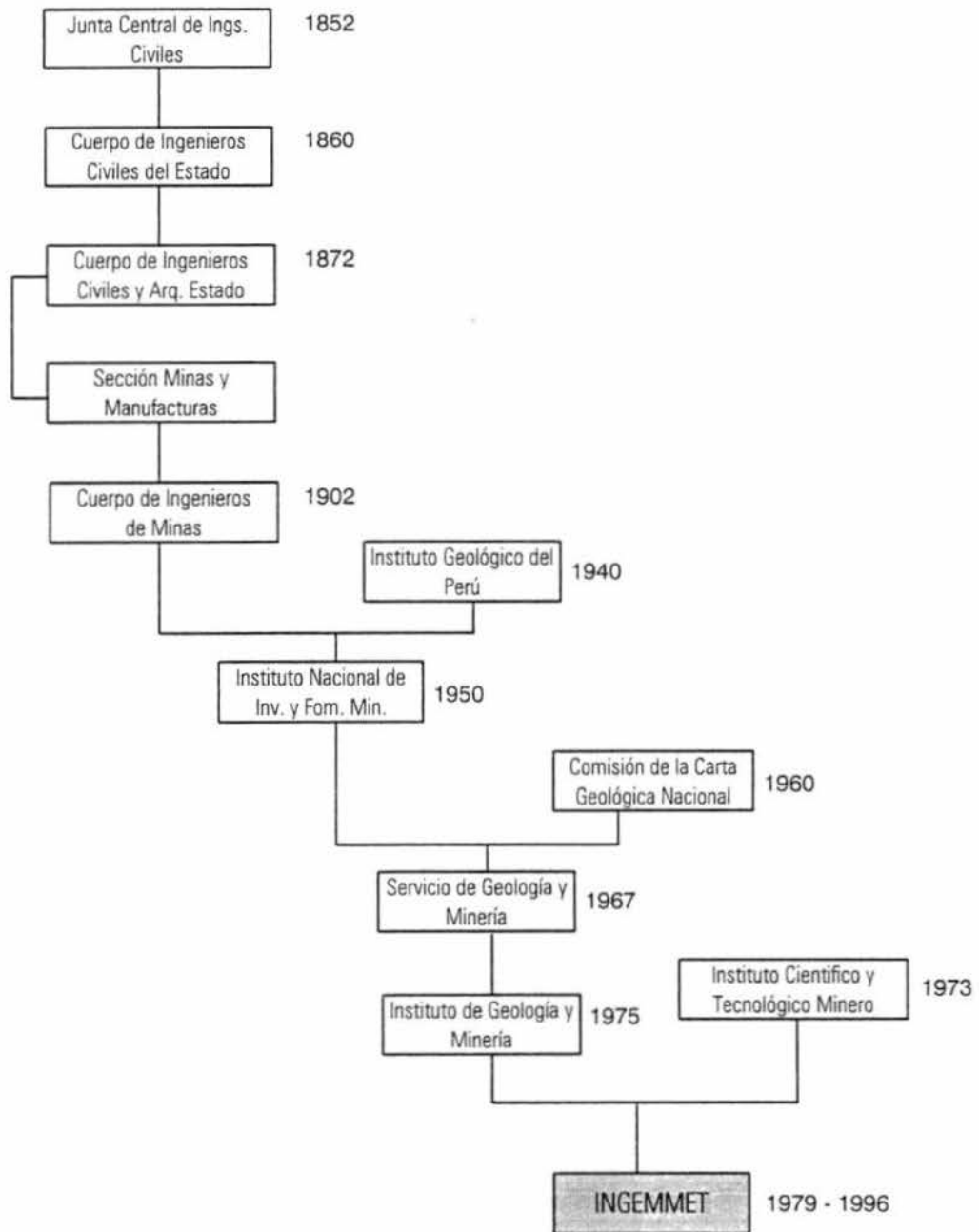
En enero de 1995, INGEMMET publicó un nuevo "Mapa Geológico del Perú" a escala un millón, con los conocimientos a la fecha, compilado e impreso por métodos computarizados, registrando 7,200 afloramientos en 43 unidades geológicas. El equipo de geología fue dirigido por Agapito Sánchez y la digitalización por Francisco Herrera. Mientras tanto se trabajaba desde fines de 1993, en un nuevo texto de la Geología del Perú, que fuera concluido y publicado en marzo de 1996, bajo la dirección de Juan Mendoza.

La Lista de Honor de los geólogos, que han elaborado cuadrángulos de la Carta Geológica Nacional, se presenta en el Anexo 1.

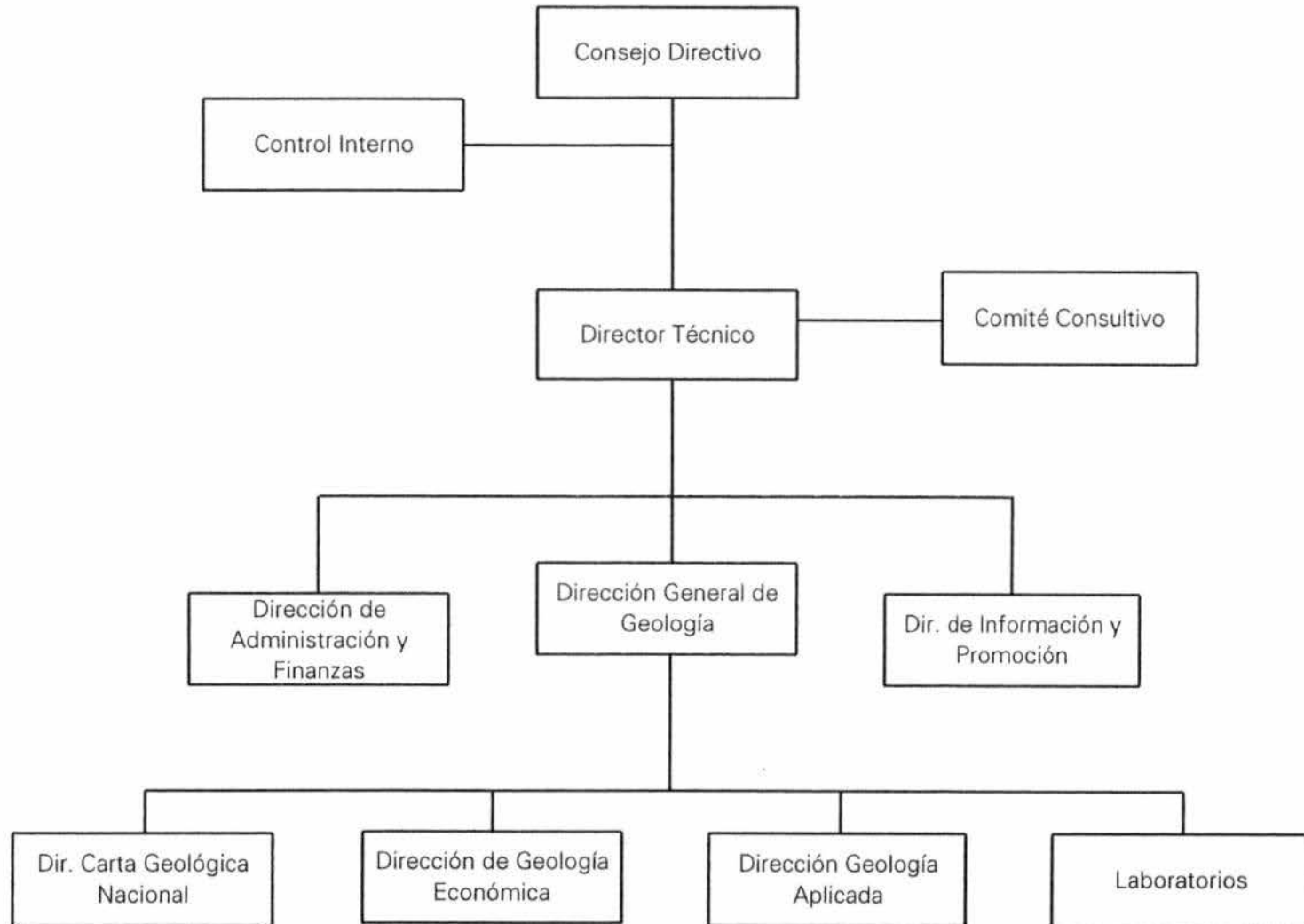
RESUMEN DE LA HISTORIA DE INGEMMET

- 1852, creación de la "Junta Central de Ingenieros".
- 1860, se reglamenta la Junta, bajo el nombre "Cuerpo de Ingenieros del Estado".
- 1872, se reglamenta el Cuerpo, bajo el nombre "Cuerpo de Ingenieros Civiles y Arquitectos del Estado"., creándose como Sección IV.- la Sección Minas y Manufacturas.
- 1902, se crea el "Cuerpo de Ingenieros de Minas", en base a la Sección IV del antiguo Cuerpo.
- 1940, se crea el "Instituto Geológico del Perú".
- 1950, se fusiona el Cuerpo de Ingenieros de Minas con el Instituto Geológico del Perú, en el "Instituto Nacional de Investigación y Fomento Mineros" (INIFM).
- 1960, se crea la "Comisión de la Carta Geológica Nacional".
- 1967, se fusiona el Instituto de Investigación y Fomento Mineros (INIFM) y la Comisión de la Carta Geológica Nacional, en el "Servicio Técnico de Geología y Minería", luego llamado "Servicio de Geología y Minería".
- 1973, se crea el "Instituto Científico y Tecnológico Minero" (INCITEMI).
- 1975, se crea el "Instituto de Geología y Minería" (INGEOMIN), en base al Servicio de Geología y Minería.
- 1979, se crea el "Instituto Geológico Minero y Metalúrgico" (INGEMMET), fusionando el Instituto Científico y Tecnológico Minero (INCITEMI), con el Instituto de Geología y Minería (INGEOMIN).

Genealogía de INGEMMET



Organigrama del INGEMMET



IV EL NUEVO PROYECTO INSTITUCIONAL

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS GENERALES

Además del establecimiento de un adecuado marco legal y la modernización en la administración de los derechos mineros, se considera que el factor más importante para promover y desarrollar la industria minera del Perú, por el Estado, será la preparación y publicación actualizada a escala regional de:

- información geológica básica.
- inventarios de recursos minerales (mineral resources assessment).

En muchos países del mundo, desarrollados o no, la producción de Mapas Geológicos Básicos y de Mapas Temáticos, relacionados a la mineralización económica, (ore related thematic maps), así como la investigación regional de recursos minerales, ha probado ser un medio muy efectivo en apoyar el desarrollo de la minería.

Un programa de esta naturaleza deberá ser de aquí en adelante, una parte integral y prioritaria de cualquier proyecto de reforzamiento de la economía nacional y del Sector Minero Institucional (MEM).

Así sucintamente expuestas las necesidades del país, de la industria y del Sector Energía y Minas al cual pertenecemos, los objetivos prioritarios de INGEMMET se podrían expresar mejor en la siguiente forma:

Proveer información de: geología básica a escala regional, recursos minerales y geología aplicada; para promover la inversión privada en minería, en la prospección y exploración de nuevos yacimientos minerales; sirviendo además como institución de consulta del Sector Energía y Minas y de otros Organismos Públicos Nacionales y Regionales, en la planificación y programas de desarrollo.

Los productos deben también satisfacer a las instituciones académicas, gremiales, a la consulta a nivel nacional e internacional y a la Cooperación Técnica.

Para cumplir con los objetivos propuestos deberán establecerse con otras instituciones y sectores, líneas de coordinación y cooperación para el desarrollo compartido de información y la normalización de la terminología y procedimientos para la publicación de los trabajos, para maximizar la productividad y minimizar los costos.

CARACTERÍSTICAS DE LA INFORMACIÓN GEOLÓGICA REGIONAL

La Cartografía Geológica Básica es una herramienta fundamental para un gran número de estudios de carácter aplicado. Así, partiendo de esta información, se elaboran proyectos y programas de estudios en el ámbito de las ciencias de la tierra; hidrología, recursos renovables y no renovables, planeamiento de usos del territorio, desarrollo agrícola, desarrollo rural y conservación ambiental.

El mapeo geológico sistemático de manera homogénea y reflexiva del territorio nacional, es la forma de adquirir la información geológica básica necesaria para cualquier necesidad de manejo territorial que requiera un conocimiento de la superficie y del subsuelo. La calidad de su expresión, como un producto de investigación científica de vital importancia, depende de la habilidad y del conocimiento de un equipo de geólogos para comprender (analizar y sintetizar) y poder transmitir, en forma de imágenes y texto, la realidad de la organización y evolución histórica de las rocas en una determinada área geográfica.

La información geológica básica no es estática; evoluciona en respuesta al poder de observación del geólogo, a las técnicas de detección y análisis, cada vez más sofisticadas, y a los conceptos geológicos siempre en evolución. Por lo tanto los mapas geológicos requieren una constante actualización para reflejar fielmente no solamente las últimas observaciones, sino también las interpretaciones o conceptos geológicos actualizados.

SITUACIÓN DE LA CARTA GEOLÓGICA

Según se puede apreciar en el Acápite III, (El INGEMMET y sus Antecesores), se hicieron grandes esfuerzos en el pasado para elaborar el mapa geológico del Perú, creándose a través de los años sucesivamente instituciones con este fin.

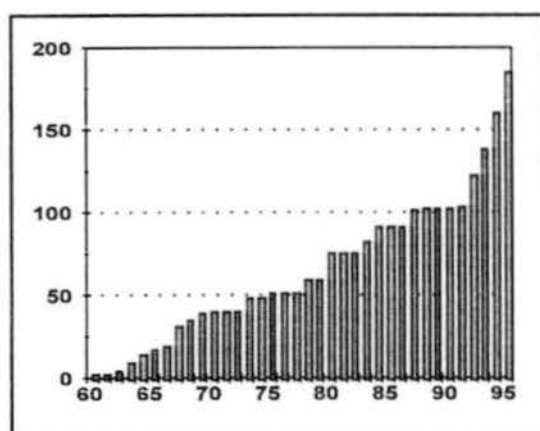
Con la creación de INGEMMET, la Carta Geológica Nacional paso a tener menor importancia que las investigaciones mineras, metalúrgicas o la evaluación de yacimientos, dedicándose recursos cada vez más limitados para adelantar este trabajo. A pesar de las limitaciones, desde 1960 el levantamiento geológico regional no se detuvo, continuándose en los últimos 25 años, lentamente, en la forma tradicional, a un ritmo de 3 a 4 hojas por año, aunque en muchos casos los estudios quedaban inconclusos. La escasez de recursos originó también que las publicaciones se hicieran muy irregularmente, casi siempre con un retraso considerable. Aún hoy existen áreas que fueron mapeadas hace más de 10 años con trabajos pendientes.

El retraso en las publicaciones se ha debido tanto a la falta general de recursos como al procedimiento técnico lento y muy laborioso (y costoso), de compilar y producir los mapas. En su elaboración, los mapas se dibujaban varias veces antes de pasar a la imprenta, lo que dilataba enormemente el proceso. Se ha mencionado también, que en Carta Geológica, como en las de-

más actividades de INGEMMET, se tiende a abandonar temporalmente los trabajos, para iniciar otros.

Al presente se avanza con mayor rapidez, terminado todo lo pendiente en la costa y sierra, avanzando en la Cordillera Oriental simultáneamente desde las fronteras Sur y Norte. La situación actual de la Carta Geológica se expone en el Cuadro siguiente: (J. León, dic. 1995).

Número de Cuadrángulos Publicados Acumulados 1960 - 1995



SITUACIÓN DE LA CARTA GEOLÓGICA AL 31/12/95

Cuadrángulos	1995	Acumulados	Superf. km ²	% País
Publicados	24	178	430315	33.48
En Trabajo	42	42	1195500	9.3
Por Estudiar		281	735400	57.22
Meta		501*	1285215	100.00

* Incluye 6 antiguos cuadrángulos al 200 mil, actualizados y ampliados al 100 mil. * El número de cuadrángulos que cubren el territorio es 501.

De los 281 cuadrángulos faltantes, aprox. 220 corresponden a la Llanura Amazónica, el resto, o sea 61, corresponden a la Cordillera y Región Subandina Oriental Alta y Media.

**EVOLUCIÓN PROBABLE DEL LEVANTAMIENTO DE LA
CARTA GEOLÓGICA
Número de Cuadrángulos**

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Publicación	50	42	52	49	40	45	45
Acumulados 178	228	270	322	371	411	456	501

En la Cordillera Oriental

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Mapeo	13	17	17	14			

En la Llanura Amazónica

Escala 100 mil

Compilación	60	60					
Cont. Campo	8	12	20	20	20	20	20

En la Llanura Amazónica

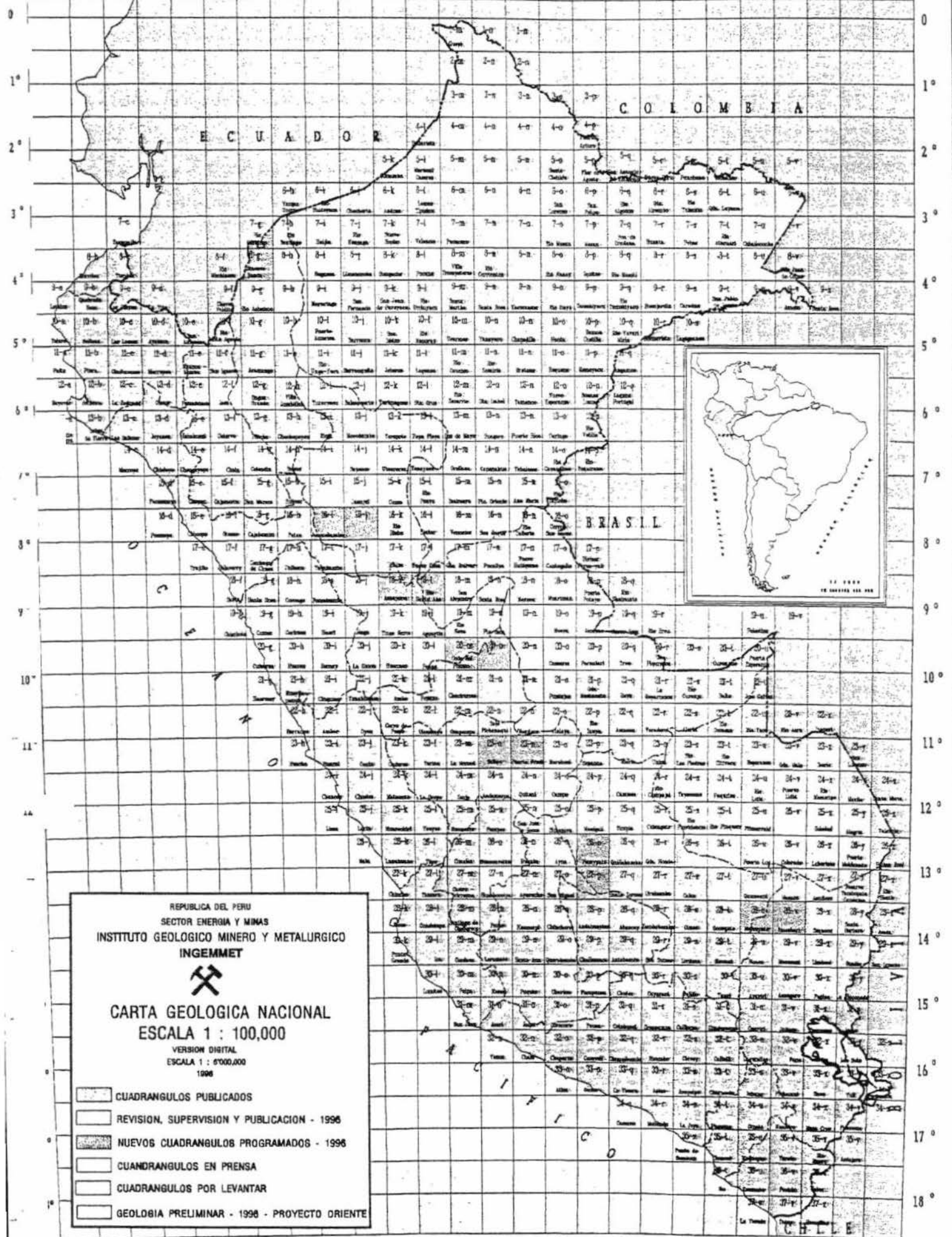
Compilación 1:100,000 - Producción : 1:200,000

Compilación			50	50			
Cont. Campo			16	16	20	24	24

Por alguna razón, no claramente establecida, a comienzos de la década del 70, se dispuso que el mapeo geológico de la región Subandina y la Llanura Oriental sería responsabilidad de Petro Perú, en un área aproximada de 300 cuadrángulos. Se dijo que había una Ley, aunque nadie pudo mostrarla. Por esta razón, en las memorias e informes de INGEMMET desde 1970 hasta 1993, se indican avances en porcentaje del territorio muy superiores a lo real. Solo a fines de 1993 se volvió a tomar la responsabilidad de mapear todo el país, al comprobarse que las empresas del Estado y contratistas, que han efectuado los trabajos de geología especializada en la prospección de petróleo, en el oriente, no han llegado a compilar en forma estándar ni publicado la geológica básica regional que el INGEMMET suponía. Con la privatización de Petro Perú, la publicación de la cartografía geológica regional del Oriente recae ineludiblemente en el INGEMMET.

Sin embargo, Perú Petro tiene gran cantidad de información geológica de la región amazónica, que por ahora administra Petro Perú. Dicha información ha sido puesta a disposición de INGEMMET recientemente, en lo que corresponde a la superficie del terreno.

81° 80° 79° 78° 77° 76° 75° 74° 73° 72° 71° 70° 69°



REPUBLICA DEL PERU
SECTOR ENERGIA Y MINAS
INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO
INGEMMET



CARTA GEOLOGICA NACIONAL
ESCALA 1 : 100,000
VERSION DIGITAL
ESCALA 1 : 6000,000
1996

- CUADRANGULOS PUBLICADOS
- REVISION, SUPERVISION Y PUBLICACION - 1996
- NUEVOS CUADRANGULOS PROGRAMADOS - 1996
- CUADRANGULOS EN PRENSA
- CUADRANGULOS POR LEVANTAR
- GEOLOGIA PRELIMINAR - 1996 - PROYECTO ORIENTE

81° 80° 79° 78° 77° 76° 75° 74° 73° 72° 71° 70° 69°

MAPAS METALOGENICOS

El éxito en la promoción de la industria minera dependerá también, de actualizar y difundir el conocimiento metalogénico en el Perú, con nuevas ideas y enfoques no convencionales.

En este proceso, los mapas geológicos básicos de buena calidad son indispensables. Al mismo tiempo, sin embargo, estos mapas que tienen necesariamente un carácter preciso, muestran información "neutral"; que no elevan la imaginación del lector, ni facilitan la expresión cartográfica de la tendencia geológica o estructural, con relación a las posibilidades de mineralización.

Se requiere entonces un procesamiento adicional de los datos geológicos básicos, con información geológico económica, dirigida específicamente hacia las necesidades de planeamiento de la industria. Los recientes progresos en el mapeo geológico y en las técnicas del trabajo de prospección, posibilitan la generación de esta información adicional (temática), detallada y actualizada para satisfacer las necesidades específicas de la exploración.

MAPAS A ESCALAS 200 Y 500 MIL

El Plan Preliminar de INGEMMET, 1994-2004, contemplaba la elaboración de mapas al 250,000 de la llanura oriental, cubierta predominantemente por material cuaternario.

Debe tenerse en cuenta que esta decisión fue muy seria, pues nunca antes INGEMMET o sus predecesores desde 1960, habían mencionado o aceptado la posibilidad de efectuar mapas de la Carta Geológica Nacional a otra escala que no fuera al 100 mil, (lo que es un mérito). Sin embargo, tampoco antes se había previsto mapear la región sub-andina ni el bosque tropical del oriente, información que supuestamente iba a publicar Petro Perú, ni se habían hecho trabajos preliminares en el área, que permitieran planificar este trabajo. La propuesta fue primero aceptada por el Consejo Directivo, por los funcionarios, luego por el despacho del Vice Ministro de Minas, Ing. Amado Yataco M., en agosto de 1994, y finalmente por los gremios, informados a través de conferencias y publicaciones diversas.

La razón principal para aceptar esta idea es que en los mapas preliminares preparados al 100 mil de la llanura amazónica, se muestran muy pocos afloramientos, en casos ninguno, excepto de material cuaternario reciente, y también que estos mapas se preparan ahora (compilación e impresión), con computadoras y plotters. La información puede entonces compilarse detalladamente a escalas menores, de 50, 100 mil, o mayor, según los métodos de mapeo y la información complementaria disponible, pero podrá editarse e imprimirse al 100 mil o 250 mil, dependiendo de las características del área y la escala mas conveniente para mostrar la información. Por ejemplo, si solo se tiene información de superficie en la Llanura Amazónica, la publicación al 250,000 o aún mayor, sería razonable., pero si además, se tuviera suficiente información del subsuelo (sísmica, perforaciones, gravimetría o magnetismo), se optaría por la escala 100 mil., o por un sistema mixto., con mapas al 250 mil y cortes y diagramas de bloques a otra escala. En todo caso, se aprecia que conforme se avance en el conocimiento, los mapas digitales podrían ser fácilmente actualizados y/o ampliados..

Posteriormente, por razones de escala, la idea del 250 mil se cambió por mapas al 200 mil, por razones de traslape de la información, ya que una hoja al 200 mil contiene exactamente 4 hojas de la Carta Geográfica Nacional al 100 mil.

No se sabe exactamente cuantas ni cuales serán las áreas que se levantarán entonces al 200 mil, dependerá de la evaluación y los mapas preliminares, que ahora se están haciendo con la información que se recibe de Perupetro, de INRENA (antes ONERN), de la información SLAR con interpretación geológica disponible, del éxito en la interpretación de sensores remotos y de la dificultad del trabajo de campo, entre otras. Sin embargo los primeros mapas preliminares de superficie en la región oriental, compilados al 100 mil, ya muestran, excepto la tectónica proporcionada por Perú Petro, poca información.

La idea de hacer la Carta Geológica a una escala mayor no es nueva, se ha propuesto antes como medida provisional, para resolver rápidamente el problema de la falta de información. Al respecto, es interesante reproducir el discurso del Presidente Belaúnde de 1982, al celebrarse el 80 aniversario del Cuerpo de Ingenieros de Minas, en respuesta al discurso del Ing. Mario Samamé, (entonces Presidente de INGEMMET):

"sólo quiero referirme a una acción estrechamente vinculada con este Instituto, que entre otras cosas está empeñado en la terminación de la Carta Geológica Nacional, documento fundamental que se halla completado hasta un 60 %, quedando todavía un saldo apreciable por trabajar y es en este sentido y por otras razones, que el Gobierno ha resuelto elaborar la Carta de toda la Nación en un 100% por la detección con satélite encargando este trabajo a la ONERN, coordinadora de las instituciones geográficas que trabajan tan eficientemente, y al Banco Mundial que va a secundar no solo con la técnica sino con el crédito necesario. Yo juzgo que esta labor va a acelerar el trabajo notablemente y no va a requerir los 14 años que todavía faltan para completar por medios ortodoxos la magna obra de la Carta Nacional. Así esta tarea que tan solo ha de tomar dos años, constituirá una colaboración muy estrecha con la obra que realiza esta institución. Todos sabemos que la cartografía sufre constantes modificaciones y anota frecuentes adelantos porque después de todo Ing. Samamé, Ud. y Yo, los profesores de la UNI, seguramente hemos hablado de cosas que pueden haber sido superadas, pues la técnica cambia, pero hay en nuestro esfuerzo mutuo un denominador común".

Nota: (1) En su discurso el Ing. Samamé había indicado que el mapeo se había avanzado en un 60%, cuando en realidad el avance no llegaba al 13% de todo el territorio. Esta tendencia a exagerar los "logros" se mantuvo hasta 1993. (2) La ONERN, llegó a levantar un gran número de mapas geológicos regionales a escala 1:350,000.

En 1992, la misión del Banco Mundial*, que ayudó a preparar el programa de relanzamiento de la inversión privada en minería, recomendó trabajar al 250 y al 500 mil en la región sub-andina y en la selva, con sensores remotos y acabar en 3 años toda la cobertura geológica nacional, expresando en su informe lo siguiente (traducción):

"....usando la información así adquirida (anterior y sensores remotos), y disponiendo a su vez de mayores recursos para equipo y transporte de campo, mapas geológicos a la escala de 1:250,000 podrían producirse en una manera eficiente. Un paso más sería editar y publicar los mapas de las aéreas ampliamente cubiertas de bosques y depósitos cuaternarios del oriente a la escala 1:500,000. De esta manera, podría obtenerse una cobertura rápida y actualizada del resto del territorio del Perú." *TECHNICAL ASSISTANCE PROJECT TO THE MINING SECTOR OF PERU, World Bank, June 1992.

TÉCNICAS MODERNAS PARA EL MAPEO GEOLÓGICO Y TEMÁTICO Y PARA LA PUBLICACIÓN DE MAPAS

Conocimiento del Origen y Características del Territorio Peruano

La tierra clásicamente se divide en: núcleo, manto y corteza. La tierra es un sistema dinámico, dirigido por calor interno, que produce un amplio rango de procesos geológicos. Este calentamiento interno resulta en un ciclo continuo de formación de rocas; tectónica, levantamiento, erosión, transporte, deposición, metamorfismo, y finalmente de refusión.

Los procesos dinámicos que operan en el ciclo geológico, transcurren a muy baja velocidad sobre espacios de tiempo muy largos. Sin embargo, los cambios y los efectos originados por la evolución geológica, desde la génesis de los continentes hasta la generación del clima actual, se estudian a través de los hechos registrados. La dinámica ocurre tanto dentro del núcleo como en el manto. Dentro del núcleo se controla la generación del campo magnético de la tierra y salvo este efecto no se observan otros. Los movimientos y composición del manto, sí juegan un rol esencial en la formación de la superficie, debido a que muchas rocas de la corteza se forman directamente, o se derivan, del manto.

El mayor conocimiento de la tectónica de placas ha permitido también colocar este proceso en un contexto global, en el cual todas las placas continentales y oceánicas interactúan para producir la distribución global de las características tectónicas, terrenos volcánicos y unidades rocosas continentales. Durante la subducción de una placa oceánica bajo el margen de una placa continental, las rocas sedimentarias y flujos volcánicos en el margen, son generalmente fuertemente deformados, empujados a grandes profundidades, intruidos por plutones formados por una fusión parcial a grandes profundidades y metamorfozadas por la gran temperatura y presión, creándose rocas metamórficas y formándose nuevos minerales.

Cerca de dos tercios de la tierra está cubierta por océanos, pero gran parte del registro tectónico y magmático de su historia se encuentran en la corteza continental debido a su configuración geométrica. En contraste, la corteza oceánica que se presenta en el fondo de los océanos, se consume rápidamente en el manto a lo largo de la zona de subducción, a velocidades de centímetros por año. Consecuentemente, a pesar de que la corteza oceánica cubre casi el 70%

de la superficie de la tierra, sólo provee un récord geológico equivalente al de los últimos 200 millones de años de la corteza continental.

La corteza terrestre, muy ligera para ser subducida por la interacción de la placa oceánica que resulta descendente, queda en el margen continental, típicamente sujeta a intenso plegamiento, fallamiento y levantamiento, extrayendo rocas volcánicas o recibiendo la intrusión de rocas magmáticas resultantes de la acreción de materiales de la corteza oceánica y en algunos casos del manto.

El territorio del Perú, ubicado en el margen occidental del continente sudamericano, asociado al tectonismo de placas, registra en consecuencia, una amplia y compleja historia geológica y un territorio montañoso y de difícil acceso.

Debido a la dificultad del mapeo, mucho del conocimiento geológico actual está basado en la extrapolación de características geológicas, obtenidas en estudios locales detallados, mediante la observación directa y la aerofotografía, etc., a otras áreas.

Interpretación de Imágenes de Satélites, Aplicaciones:

El ensamble y la interpretación de datos digitales, obtenidos de imágenes de satélite junto con la información cartográfica digital y la información de campo, se ha convertido rápidamente en un importante medio de trabajo geológico. Por ejemplo, las imágenes de satélite se combinan sobre mapas existentes, con geología básica, información geofísica, geoquímica, geocronológica y otros datos digitalizadas, y luego se convierten en imágenes compuestas.

La interpretación de imágenes es muy importante en tres áreas:

- 1).- La caracterización y el mapeo de rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas, sujetas a tectonismo y magmatismo y expuestas subsecuentemente a erosión.
- 2).- La caracterización y mapeo de recursos naturales en la superficie.
- 3).- El estudio de las formas terrestres que demuestran los procesos recientes en la historia geológica de la superficie terrestre.

Aplicaciones en Cartografía Geológica y Evaluación de Recursos Naturales.

El grado en que ha sido mapeados las unidades en el territorio varía considerablemente, algunas áreas han sido mapeadas con mucho detalle, mientras otras, que son todavía la mayor parte, lo han sido sólo en forma de reconocimiento, o no tienen mapas geológicos de ninguna clase.

El uso de las imágenes de satélites tiene dos campos de investigación muy aparentes:

- 1).- El análisis regional, (a la escala mayor de la imagen), de la tectónica, el magmatismo y las características de la deposición.
- 2).- La determinación de la litología., algunas unidades pueden ser distinguidas con un adecuado procesamiento del espectro, diferenciándose rocas, suelos y vegetación.

Estas capacidades permiten aumentar la posibilidad de una variedad de investigación geológica, especialmente en el mapeo geológico, lo que reduce el tiempo de trabajo de campo y lo hace más específico.

En lugares con muy pocos mapas o sin mapas, con áreas bien expuestas se pueden analizar litologías o característica distintivas del espectro para delinear pliegues mayores, sistemas de fractura, aparatos volcánicos y algunas discordancias. Donde existe mayor información geológica, las características confirmadas pueden ser extrapoladas por grandes distancias, con la posibilidad de descubrir nuevas características.

Sin embargo, siempre es indispensable el trabajo de campo para verificar estas interpretaciones, especialmente para identificar unidades de rocas cuya composición arroja contrastes en el espectro. Las imágenes compuestas de falso color permiten también diferenciar claramente rocas con alteración hidrotermal.

Las rocas sedimentarias constituyen un gran porcentaje del área superficial (excluyendo suelos y vegetación). Los métodos convencionales de mapeo de rocas sedimentarias incluyen un detallado estudio estratigráfico en lugares de buena exposición, extrapolándose estos datos a toda la región.

Las rocas sedimentarias se originan mayormente por la acumulación de sedimentos de granulometría heterogénea, siendo los principales las areniscas, lutitas y conglomerados. También se consideran en este grupo a las calizas que se originan por precipitación química de soluciones carbonatadas (rocas con alto contenido de CaCO_3). Los minerales que constituyen estos sedimentos pueden ser identificados mediante la espectrometría de imágenes en diferentes bandas, técnica que hace posible la directa identificación de muchos minerales de la superficie de la tierra.

La posibilidad de identificar los minerales en rocas de la superficie, en base a la reflectividad, es también la base para caracterizar y mapear las formaciones rocosas de cualquier origen que han estado sujetas a tectonismo y magmatismo., así mismo, detectar las alteraciones hidrotermales, que permiten detectar posibles yacimientos minerales que han quedado expuestos por una erosión subsiguiente. Los colores están relacionados a la absorción de Fe^{3+} en la longitud de onda corta y a la absorción de OH^- y H_2O en longitud de onda larga.

Una mejor comprensión de la naturaleza y distribución de las unidades de la corteza originadas por procesos sedimentarios, magmáticos y tectónicos y su asociación a los recursos minerales que ocurren en la corteza terrestre, facilita la ubicación de los recursos no renovables.

Aplicación en Geomorfología y Tectónica

Los procesos geológicos se combinan para formar ciclos de formación, levantamiento, erosión, transporte y deposición, etc. El estudio de la Geomorfología provee los medios fundamentales para comprender los procesos que controlan la forma y evolución de la tierra.

A su vez, la geomorfología requiere conocer la investigación geofísica y la información topográfica de alta precisión y resolución. La expresión topográfica de las estructuras geológicas está fundamentalmente relacionada a su origen y a la historia de su erosión. En este campo, los cambios en la superficie del planeta se evidencian frecuentemente por las variaciones en las características topográficas de la tierra. Los sistemas de altimetría de los satélites, combinados con prácticas modernas de determinación precisa de las órbitas, han permitido a la comunidad científica juzgar con medios precisos los cambios topográficos y desplazamientos de las placas continentales.

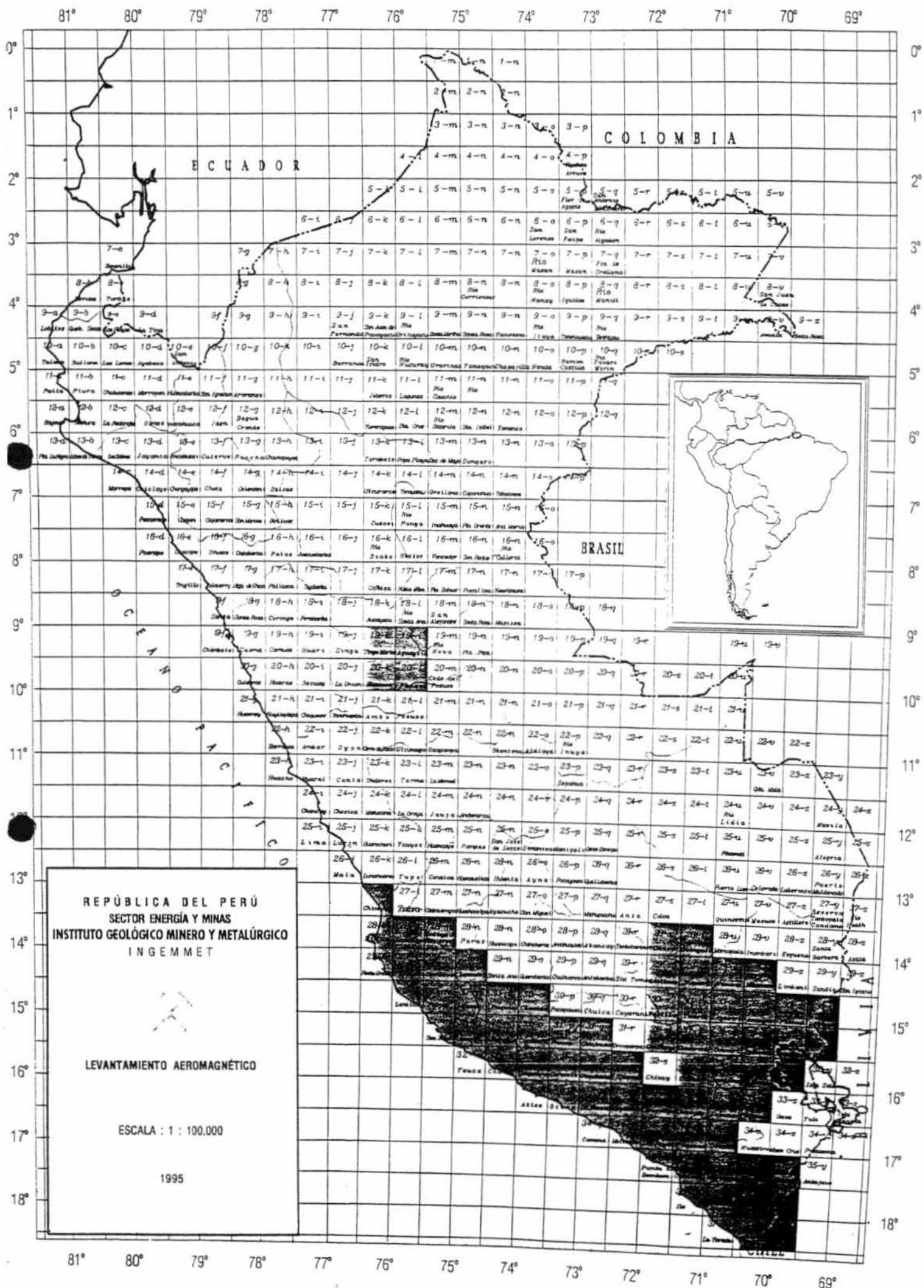
Así es, que la topografía refleja no sólo el carácter de la tectónica y de la erosión que han gobernado la evolución de un sector de la corteza, sino que también informa sobre su estructura (reología, gradiente térmica, y rigidez en la flexión), y de esta forma pueda servir en la creación de modelos para problemas geológicos de regionales a continentales.

Los estudios geomorfológicos han sido, por la naturaleza de la información topográfica tradicional, limitados en extensión geográfica, concentrándose en características de sólo pocos kilómetros en extensión horizontal y de pocos centenares de metros en resolución vertical. De forma que, con el procesamiento de imágenes a escalas regionales, se permite una variedad mucho mas amplia de análisis geomórficos. Esto permite la interpretación de procesos tectónicos a escala regional, asociados a la formación de las montañas y a la evolución continental. Por ejemplo; la forma como los Andes fueron creados, debido a los procesos de tectónica de placas, y a las evidencias geológicas que confirman la ocurrencia de estos procesos, desde los primeros períodos conocidos de la historia del territorio, hasta el presente.

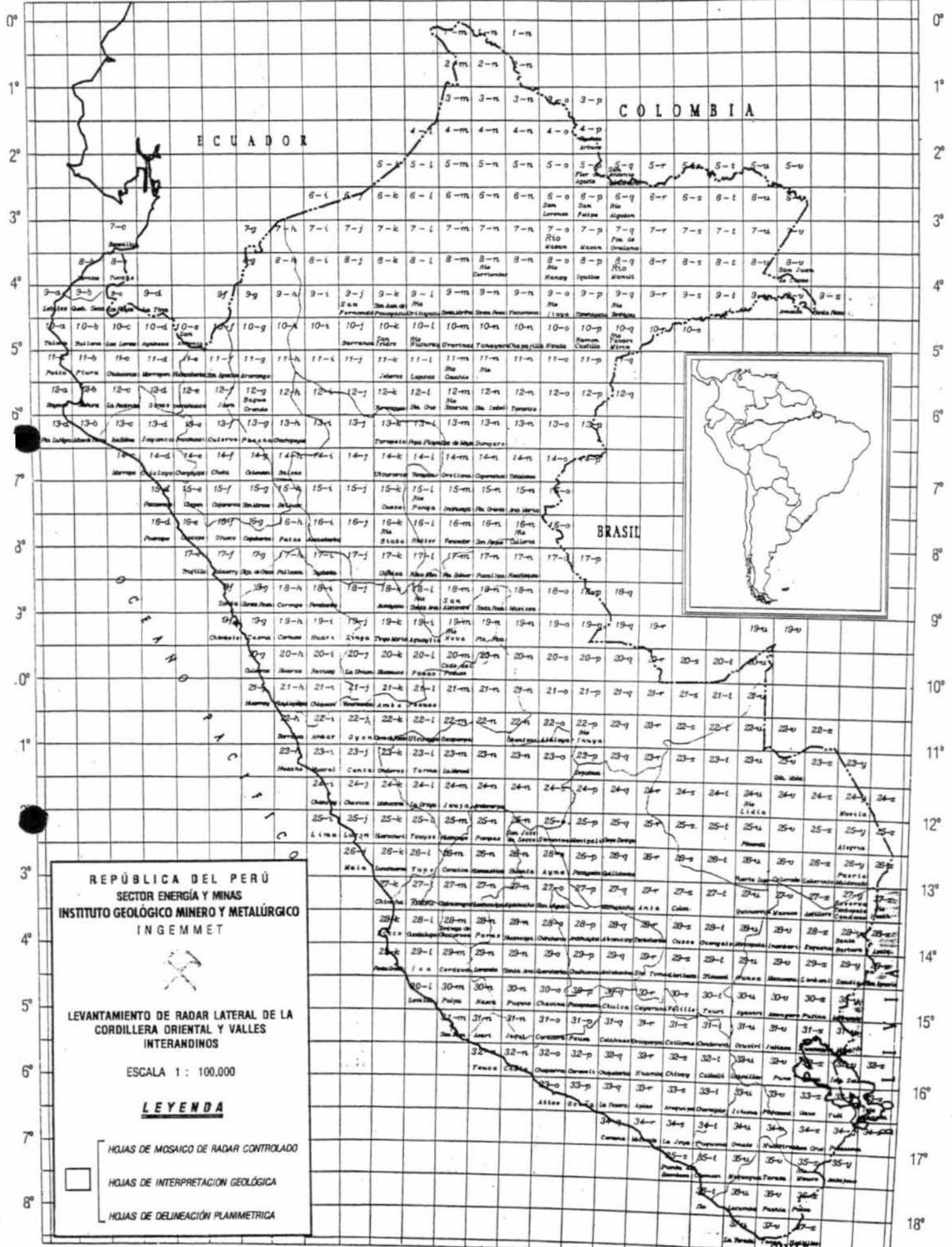
Métodos Modernos Usados Anteriormente

Un primer esfuerzo para mapear la Cordillera Oriental a costo considerable constituyó el levantamiento de SLAR (side looking radar) y su interpretación geológica, que fue contratado por el Estado en 1973. Este documento (ver Mapa No. 2), se encuentra en los archivos. (También se hicieron en esa época los levantamientos aeromagnéticos del Sur-Oeste, ver Mapa No. 3).

También se han aprovechado becas ofrecidas por la Cooperación Técnica Internacional. Durante los últimos 15 años muchos ingenieros de la institución tomaron cursos en el exterior, sobre interpretación de sensores remotos aplicada a geología básica y a la exploración. En años recientes se adquirieron de INRENA y se importaron algunas imágenes (en prints fotográficos) en ciertas combinaciones de bandas, para estudio litológico y tectónico y mas específicamente para la exploración.



81° 80° 79° 78° 77° 76° 75° 74° 73° 72° 71° 70° 69°



REPUBLICA DEL PERU
SECTOR ENERGIA Y MINAS
INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO
INGEMMET

LEVANTAMIENTO DE RADAR LATERAL DE LA
 CORDILLERA ORIENTAL Y VALLES
 INTERANDINOS

ESCALA 1 : 100.000

LEYENDA

HOJAS DE MOSAICO DE RADAR CONTROLADO
 HOJAS DE INTERPRETACION GEOLOGICA
 HOJAS DE DELINEACION PLANIMETRICA

81° 80° 79° 78° 77° 76° 75° 74° 73° 72° 71° 70° 69°

Los resultados del Proyecto Multinacional BID I (1991-1992), donde el procesamiento e interpretación estuvo a cargo de especialistas del USGS, demostraron la conveniencia de usar intensamente los datos de sensores remotos y el GIS en la producción de mapas geológicos básicos, ya que con estos medios se pudo mapear y preparar rápidamente los mapas de una gran extensión. No contaba aun INGEMMET con el equipo, personal informático entrenado, ni un local apropiado.

Implementación de Métodos en INGEMMET

Sólo a comienzos de 1994, al abrirse la economía nacional al exterior, y disminuir sensiblemente los costos de equipos, software y las imágenes de satélite, es que se hacen accesibles al INGEMMET las nuevas posibilidades tecnológicas, tanto del uso de imágenes de los sensores remotos Landsat, Spot, ESRI (radar) y JERS-1 (radar), así como de los GPS (Posicionador Geográfico Satelital) para un trabajo de campo mas rápido, y los Sistemas de Información Geográficos (GIS), para compilar la información. Con todo esto cuenta ahora INGEMMET (en número limitado) y también con personal informático y geólogos preparados para usarla.

El equipo y software disponible también permite combinar las imágenes de los sensores remotos (ERDAS y EASY-PACE) con la cartografía digital (ARC-INFO), para lo cual el laboratorio de imágenes esta conectado en red con el centro de GIS.

Al presente, habiéndose instalado el laboratorio propio de imágenes, se ha venido reforzando el entrenamiento con nuevos cursos. No menos de 40 cursos/hombre promedio 10 días fueron dictados durante 1995, además del último del BRGM en Lima, para 20 personas, de manera que esta técnica se ha vuelto accesible al geólogo de INGEMMET, tanto como lo es la interpretación de aero-fotos. Igualmente, se han hecho mas accesibles las escenas satelitales, a través de los proveedores y consultores, USGS (EROS Center), el BRGM (SPOT), EARTH, MMAJ (JERS-1), Canadian Geological Survey, Perry Consultants, etc.

En este desarrollo, el BID (1992), y mas tarde el BRGM de Francia (setiembre 1994 a junio 1995), han tenido un papel muy importante, en introducirnos a estos avances. En particular el BRGM, con una gran generosidad, tanto económica como técnica.

Mas recientemente, se han conocido software de mayor sencillez en su operación, en ambiente Windows, como el ENVI, y otros paquetes que permiten a muy bajo costo, reducir dramáticamente el tiempo de familiarización con estos métodos (el entrenamiento) y producir en plotter de inyección de tinta, impresiones de alta calidad tipo fotográfica, muy rápidamente, con equipos de bajo costo.

La nuevas técnicas, así adquiridas, o mas fácilmente accesibles, ofrecen una buena oportunidad para impulsar el cartografiado geológico y resolver el dilema anterior, ya que es evidente que el Perú no podría esperar mas de 100 años para tener disponible la Carta Geológica, como era a comienzos de 1993., siendo una herramienta tan importante para el desarrollo.

De esta manera el tiempo y costo requerido para el mapeo geológico del territorio nacional, en comparación a los lentos y costosos métodos tradicionales aún usados, puede ser substancialmente reducido.

Procedimientos de Preparación de los Mapas

El procedimiento desarrollado para la preparación de mapas, en síntesis consiste en:

- 1).- Compilación en GIS de toda la información propia y de terceros disponible; mapas geológicos, interpretación del SLAR, etc.,
- 2).- Interpretación de las imágenes y aereofotos (geología, geomorfología y tectónica),
- 3).- Extrapolación de la información geológica disponible mas accesible, al área de trabajo,
- 4).- Integración del mapa preliminar para la verificación de campo,
- 5).- Plan detallado de trabajo de campo para verificar áreas claves,
- 6).- Trabajo de Campo,
- 7).- Compilación Final y Publicación.

Los productos serán mapas geológicos regionales actualizados y confiables.

En lo que respecta a Prospección Regional, la información obtenida en el Proyecto BID I, ha demostrado ser extremadamente importante para definir el potencial de un área, delineando blancos de exploración donde puede dirigirse la atención a zonas donde las condiciones geológicas y estructurales son mas aparentes de contener depósitos minerales. De esta manera se puede evitar el lento e igualmente costoso procedimiento de ubicar blancos de exploración mediante el seguimiento de las anomalías geoquímica.

El uso de las Bases de Datos Gráficas del GIS (Carta Geológica), y las Bases de Datos alfanuméricas de yacimientos y ocurrencias de minerales, geocronología, geoquímica, etc., y las técnicas modernas de sensores remotos, con el indispensable chequeo de campo de áreas claves, permitirá una rápida integración de la data existente a mapas regionales temáticos actualizados de gran confiabilidad. Este tipo de información es extremadamente importante para definir el potencial de un área y para orientar a la exploración (qué buscar y como hacerlo).

Como regla general, la industria privada (exceptuando las grandes corporaciones multinacionales y compañías petroleras), no disponen de la experiencia, los recursos o el tiempo para efectuar trabajos de investigación de esta naturaleza. A esto es a lo que nosotros llamamos la

"Evaluación o Inventario de Recursos" nombre un poco forzado, pues no hay una traducción apropiada del inglés "Mineral Resources Assessment".

MAPAS DIGITALES (SIG)

El mapa moderno (sus elementos gráficos y etiquetas) deben interactuar con otro tipo de información. El "mapa" debe convertirse así en una base de datos, que pueda fácilmente ser consultada, con dos funciones básicas: "almacenar" el mayor número posible de datos y poder proporcionar una "representación" de estos datos "muy objetivamente" (fácilmente asimilables); esto es, debe ser un medio efectivo de comunicación.

Con la computadora es ahora posible obtener estas dos funciones, de forma que la "representación" se puede obtener procesando el "almacenamiento", asociándolo a otra data, en diversos productos, pudiéndose así desarrollar el potencial de cada uno de ellos en fase.

La representación gráfica, de los rasgos geográficos o de otros fenómenos espaciales, en un mapa digital se obtienen de dos tipos de información ingresada acerca del área representada:

- locacional, y
- atributos.

La información locacional describe la ubicación de los rasgos geográficos particulares sobre la superficie de la tierra, tanto como las relaciones espaciales entre los rasgos.

La información de atributos describe las características de los rasgos geográficos representados., (como su tipo, nombre o número, símbolo, valor numérico del símbolo, y otra información cuantitativa, como su área o longitud).

Características de los mapas

Además de los rasgos de localización y atributos, los mapas están definidos por otras características técnicas propias o de su uso., como la escala, proyección, resolución, precisión y extensión.

Las decisiones críticas iniciales en la construcción de una base de datos geográfica son la definición de la "extensión areal", que viene a ser el límite del área de interés para el SIG, la "proyección" a usar y "la escala". Una vez establecida la extensión de la base de datos y el sistema de proyección (coordenadas)., se consideran las series de mapas a escalas diferentes que se convertirán en el soporte de las diferentes coberturas que se organizan en la base de datos SIG.

En INGEMMET se usan desde hace muchos años las series standard de mapas siguientes:

ESCALAS	PROY.	EXTENSIÓN
100 mil	UTM	30 minutos x 30 minutos Carta Geológica Nacional (2,800 Km ²)
250 mil	UTM	Mapas Geológicos y de Recursos Departamentales y Regionales (18,000 Km ²)
500 mil	UTM	Mapas Geológicos y de Recursos Departamentales y Regionales
1 millón	UTM	Mapa Geológico del Perú, Metalogénico, Paleontológico, (1'285,000 Km ²)
2 millones	UTM	Mapa Geológico Tectónico y Metalogénico (Bellido 1969).
4, 6 millones	UTM	Nacional, Álbum Geo-Minero, MEM, (A3)
8 millones	UTM	Nacional, Láminas de Textos, (A4)

La base cartográfica UTM se obtiene del Instituto Geográfico Nacional.

- La primera prueba de "almacenamiento digital", de INGEMMET fue el proyecto piloto "Mapa Geológico del Perú", íntegramente digitado a mano, iniciado en octubre de 1994 y terminado 4 meses después en 3 guardias (400 días/hombre), venciendo muchas dificultades y adquiriendo valiosa experiencia. Este fue el primer paso de lo que llegará a ser el "banco de datos gráficos geológicos del futuro" que contendrá la información geológica en forma gráfica de las 501 hojas al 100 mil.
- Se continuó en seguida, con un proyecto piloto conjunto con el IGN, la Hoja de Arequipa, para aprender a vectorizar (digitar automáticamente) la información cartográfica básica del IGN. Esta técnica también ha quedado dominada, escaneando la información por capas (drenaje, curvas de nivel) y vectorizando, primero semi automáticamente y luego automáticamente. Esta experiencia ha permitido reducir a 1/4 el tiempo de digitar. El excelente mapa logrado en este proyecto fue presentado a la Convención de Ingenieros de Minas, en Arequipa, en setiembre de 1995.
- Se terminaron y publicaron en diciembre de 1995, los primeros 9 mapas de la Carta Geológica Nacional, elaborados en forma digital., incluyendo 6 hojas antiguas al 200 mil elaboradas en la década del 60, las que fueron actualizadas, ampliadas y publicadas al 100 mil.

REDUCCIÓN DEL ATRASO DE LAS PUBLICACIONES

A 1992, el retraso en la publicación excedía de 120 mapas. Un número considerable no podían pasar a impresión por falta de actualización o falta de los informes, cuyos autores no los presentaban, en algún caso por mas de 20 años, otros autores habían dejado INGEMMET, habían fallecido, o no se encontraban en el país. Muchos mapas y sus informes estaban incon-

clusos, sin la revisión y/o la supervisión de campo. A la falta de recursos ya mencionada, se añadía una falta total de interés en entregar los mapas e informes, concluirlos y/o revisarlos.

Los efectos de estos atrasos, se describen de sus más importantes manifestaciones:

- 1).- No haber sido útiles por muchísimo tiempo, lo que ha significado retroceso en el conocimiento general y entorpecimiento en el desarrollo nacional.
- 2).- Retraso considerable en establecer conceptos fundamentales en metalogenia, atrasando el desarrollo de la producción minera, en comparación a lo logrado en países vecinos.
- 3).- Imposibilidad de conocer las necesidades de la industria.
- 4).- Retracción de la geología académica y empresarial, en su participación en la tarea colectiva que es el cartografiado del territorio nacional.
- 5).- Falta de interés de los académicos y la industria de informar (feed-back) los avances disponibles, perdiéndose una enorme cantidad de información, lo que se atribuye a la pérdida del liderazgo de INGEMMET en el avance del conocimiento geológico del país.
- 6).- Desactualización de los documentos.

Por lo tanto, un abandono gradual de la geología regional y de sus aplicaciones en todas las actividades de desarrollo., amen de la falta de interés de jóvenes y científicos de dedicarse en serio a la geología, con el retraso tecnológico de otros profesionales de las ciencias naturales, como paleontólogos, petrólogos, laboratoristas especializados, etc.

La falta de prestigio de INGEMMET, trajo también, por supuesto, progresivamente, la falta de apoyo de la comunidad y del Estado, con lo cual faltó el apoyo presupuestal, al disminuir su prioridad. La Carta Geológica ya no aparecía en los planes, en los objetivos, ni en las leyes del Sector. El Estado se cansó de esperar buenos resultados del INGEMMET, y de las figuras que lo dirigían, y simplemente los ignoró, como el Presidente Belaunde, que confió el trabajo a otras instituciones, dejando al INGEMMET seguir el curso que había escogido.

Al presente, el atraso se ha reducido a 21 hojas por revisar y complementar durante 1996, el resto se han publicado; lo que se ha logrado actualizando y terminando las hojas y Boletines inconclusos y contratando servicios de Cartografía (litografía) con el IGN y con particulares. Como queda indicado, las últimas nueve hojas se concluyeron digitalmente, con un ahorro de impresión estimado en 15,000 soles en cada una.

INVERSIÓN Y COSTO de PUBLICACIONES

Costo de Inversión

La compilación y publicación de mapas ha sido sumamente costosa. Hacia 1992, prácticamente todo el presupuesto era dedicado a la Carta Geológica, si se considera que en la práctica era lo único útil que se continuaba.

No puede decirse que habían otros trabajos, pues el Dpto. de Geotecnia hacia 8 años que no presentaba informes referidos a su función. El Dpto. de Exploraciones hacia 10 o 12 años que estudiaba aletargado las mismas áreas, con resultados tan desastrosos, como haber explorado varios años fuera del área de no admisión de denuncias otorgada para este fin por el Estado, cuidando en general tan mal de sus asuntos, que un considerable número de derechos mineros a su cargo cayeron en abandono porque no sabían que existían.

La investigación metalúrgica, que podría invocarse también como gasto, no había existido por mucho tiempo, estaba en ruinas, equipos nuevos abandonados en el proceso de instalación por 15 años, otros encajonados desde hacía una década, los laboratorios sucios, en igual estado ruinoso. En la parte administrativa las cosas andaban igual., el Dpto. de Informática, creado hacia 20 años, no tenía absolutamente nada hecho. Los asientos contables estaban atrasados año y medio. No se habían auditado los balances de los últimos 4 años.

Con tan pobres resultados en los otros campos, aplicando el presupuesto a lo único útil, cada cuadrángulo de la Carta Geológica terminado, costaba entre uno y tres millones de dólares.

Aun, pese al esfuerzo entre 1993 y 1995, si el presupuesto se divide entre los cuadrángulos terminados, se podrá apreciar el costo tan alto que tiene cada uno. Si por desgracia, se continuara bajo el esquema tradicional, no alcanzaría el presupuesto de 40 años (a 7 millones de dólares anuales) para concluir la Carta Geológica Nacional.

Por otra parte, el precio de venta de los mapas no refleja absolutamente el costo de la inversión, se venden en promedio a 1/20 de su costo de producción, a veces mucho menos. Esto solo se puede seguir justificando, pero de ninguna manera a este costo, por dos razones:

- a).- porque se trata de "bienes de naturaleza pública", que no son eficientes en el mercado (no es atractivo como negocio privado), y que por otra parte son imprescindibles para el desarrollo nacional. En consecuencia la inversión del Estado es necesaria y los productos (estudios) se convierten en una especie de patrimonio intangible.
- b).- porque existe un retorno tangible a la publicación de la geología regional y la evaluación de recursos., que consiste en el beneficio (la utilidad) que recibe el país directamente del interés en explorar por parte de la industria minera.

Como se sabe las áreas bajo explotación son solo la milésima parte de las áreas en explotación, o de áreas reservadas para estudios futuros. En consecuencia a mayor información sobre

el potencial minero habrá mayor interés, mayor exploración, mayores inversiones y mayores impuestos. Los mayores ingresos por "Derecho de Vigencia", que retornan en una parte a IN-GEMMET, representan actualmente unos US\$ 6 millones, que es casi el 90% de su presupuesto anual.

Costo de Publicación

Aún aceptando el principio de la Rentabilidad Social y de la Rentabilidad Directa, quedan dos problemas por resolver; el alto costo de la publicación y la pérdida de actualidad de la información. El auxilio para la solución a estos dos problemas viene también ahora con la nueva tecnología editorial;

- ANTES: La información primero se imprime y luego se guarda en el almacén.
- AHORA: La información primero se guarda (en medios magnéticos u ópticos) y luego se imprime, cuando se requiere, lo que permite mantenerla actualizada y reducir al mínimo el costo y pérdidas del stock.

El beneficio de aplicar estos principios y la tecnología correspondiente en las nuevas publicaciones puede calcularse por el ahorro que se obtiene al no guardar impresos en el Almacén;

- 1).- Invertir en impresión, un promedio de US \$ 10,000 por cada mapa (1,000 unidades), como se requieren publicar al menos 30 nuevos mapas cada año, significa invertir US\$ 300,000 en ellos, más otros US\$ 100,000 para renovar el stock de los antiguos agotados.
- 2).- La rotación del inventario (stock) de mapas es muy pequeña, siendo el tiraje de 1,000 unidades, algunos pocos mapas se agotan en pocos años, pero en promedio el almacenaje dura 17 años. El costo del inventario es demasiado alto.
- 3).- El tiempo en almacén es tan grande que los mapas se desactualizan después de unos años, perdiendo valor., además, sencillamente se deterioran.

Se puede calcular con estas razones, que el aparente Valor Presente Perdido de una inversión de US\$ 10,000 es US\$ 9,300. Quiere decir, que de los costos de publicación se recupera tan solo 7 centavos de cada dólar. Lo que significa que cada año se pierden mas de US\$ 350,000 en la publicación.

Publicación de Mapas en Plotters

Se planificó inicialmente que las computadoras con sus plotters permitirían reducir substancialmente la pérdida aparente en publicación, mediante una unidad de producción (contemplada en el Plan de Información-Difusión de 1994), que abastecería la demanda de 4,000 mapas (ítems) al año, con una Work Station y dos plotters.

De esta forma, imprimiendo en plotter, se inició la publicación del Mapa geológico del Perú, a comienzos de 1995, encontrándose numerosos problemas de hardware y software que derrumbaron en ese momento la teoría. El Mapa está hecho en 6 hojas y la impresión de cada hoja tomaba un promedio de 47 minutos, se requería casi 5 horas para imprimir un solo Mapa. Pero se necesitaba un mínimo de 200 mapas, para distribuir gratuitamente (20) y para stock el resto, o sea 180 días de trabajo normal.

Por esta razón se decidió, imprimir en plotter los 20 mapas iniciales y continuar con los últimos, mediante los métodos tradicionales de litografía e imprenta.

Al mismo tiempo, se decidió vender el nuevo Mapa Geológico del Perú escala 1:1'000,000 en forma digital, en medio magnético, a pesar del problema de perder la reserva de los archivos, pues de otra manera la única Work Station y plotter con que contábamos iban a quedar esclavos de este trabajo, paralizando todo lo demás por varios meses.

Imprimir en una imprenta el Mapa Geológico del Perú también quedó descartado, la gran cantidad de información cartográfica básica, el número de afloramientos (7,200), atributos (otros 13,000), colores (50), etc., significaba que el precio de la impresión de mil copias sería superior a 120 mil dólares.

Se encontró después, que el excesivo tiempo de imprimir en plotter se originaba por la cantidad de información del mapa, 80 megabyts, con una memoria RAM del plotter insuficiente. Se resolvió esto y se mejoró el uso de las ordenes de impresión, llegándose a la conclusión de que para una hoja de la Carta geológica el tiempo de impresión puede ser de 12 minutos, que es lo que se había estimado, y que es razonable. El Mapa Geológico completo ahora demora 1 1/2 horas.

Posteriormente, además, se llegó a una conclusión importantísima, que no tiene sentido hacer un mapa digital para venderlo (o usarlo) como impreso. La mejor calidad de este mapa es su interacción con el usuario, lo que se da en forma digital, preguntarle y que conteste; si no es así, un mapa geológico impreso es como un muerto.

En consecuencia se refuerza la conclusión de que los mapas deben imprimirse por plotters en pequeñas cantidades, y venderse principalmente en forma digital.

RECURSOS HUMANOS

Desde el punto de vista de Recursos Humanos, el programa de la Carta Geológica Nacional de INGEMMET, tiene a su disposición un restringido grupo de profesionales, que al ritmo de trabajo de 1994-1995, no alcanzarían a concluir las hojas restantes en 10 años., básicamente porque no se incorporan aún al trabajo los nuevos métodos. Lamentablemente la resistencia al cambio ha sido demasiado grande, con resistencia para transferir profesionales de otras áreas a la Carta Geológica.

En particular, en Geotecnia y Prospección, se percibe de los jefes una pobre supervisión, que ha originado la ejecución de proyectos fuera de Plan, la ejecución de proyectos en forma errada o incompleta, excesivo tiempo y baja calidad de los trabajos, lo que induce a pensar que muchos profesionales de INGEMMET no desean mejorar la calidad del trabajo ni involucrarse en las nuevas técnicas.

De aquí que, el plan propuesto al Ministerio de Energía y de Minas en 1994, de concluir la Carta Geológica el 2002, requería además del personal propio, consultores privados nacionales y trabajar con las Universidades del país que tienen Facultades de Geología. Esto se está cumpliendo, después de vencer la resistencia interna. Durante 1995, 3 universidades trabajaron en 6 cuadrángulos, bajo contrato con INGEMMET, y se han contratado consultores para revisar y actualizar otras 6 hojas. En tanto no se avance en el proceso de modernización de INGEMMET, se deberá continuar con este esquema.

Si no se logra la modernización en un plazo breve, no habrá otra alternativa que, reduciendo al mínimo los gastos administrativos de INGEMMET, hacer todo el trabajo por contrato., para esto existen suficientes consultores que trabajan con técnicas apropiadas, en el país y en el extranjero. En este sentido, el planeamiento preliminar, para agilizar el propio trabajo y permitir contratar, debe avanzarse más rápido, para usar eficientemente los recursos disponibles.

También se considera importante (indispensable quizás) contar con la Cooperación Internacional., para adquirir tecnología de punta, establecer los procedimientos, participar activamente en las diferentes fases del trabajo y entrenar al personal.

En este sentido, el primer informe presentado por la Cooperación Japonesa (marzo 1996), asombra por su calidad y por el tiempo en que se ha realizado. En menos de 45 días han procesado la información disponible y han interpretado las imágenes Landsat y del radar JERS-1, de un área equivalente a 14 cuadrángulos.

El trabajo de los japoneses, no hace otra cosa que confirmar que los nuevos métodos son indispensables, tal como ya se sabía hace 24 años por boca de un presidente de la República. La obstrucción al trabajo de los japoneses, y la oposición a la implantación de estos métodos, que ahora ellos nos ofrecen, deberá eliminarse drásticamente.

PLANES DE TRABAJO

Al presente, como guías para concluir la Carta Geológica Nacional y mantener los estudios de riesgos naturales de origen geológico, en apoyo de la Comunidad, se han preparado los siguientes tres proyectos principales:

- 1).- PROYECTO "GEOLOGÍA REGIONAL Y RECURSOS MINERALES DE LA CORDILLERA ORIENTAL Y LLANO AMAZÓNICO.
- 2).- PROYECTO "ORIENTE".

3).- PROGRAMA NACIONAL DE RIESGOS NATURALES (PRN).

Los dos primeros proyectos son de la Carta Geológica Nacional y el Proyecto Oriente en parte superpuestos. El primero es la continuación de los trabajos de la Carta Geológica en la Cordillera Oriental y Región Sub-Andina (Oriental), modernizando los métodos tradicionales.

El segundo, el "Proyecto Oriente", tiene por finalidad recuperar toda la información existente, y además efectuar el levantamiento de 220 cuadrángulos del Oriente. Ha sido diseñado como un proyecto piloto, para efectuar el levantamiento de esa región exclusivamente por los métodos propuestos, compilando toda la información de Perú Petro, de la misma área y también de la Llanura Amazónica, en mapas y fichas bibliográficas preliminares, para agregar a ellos la información existente en INGEMMET y en otras instituciones, hacer la interpretación de imágenes, producir un segundo mapa preliminar y planificar y realizar el trabajo de campo necesario.

El tercer Proyecto contiene la redefinición conceptual del Programa PRN y una relación de 11 proyectos prioritarios en esta área. En síntesis, el cambio de dirección propuesto consiste en preparar en adelante "Mapas de Zonificación de Riesgos", igualmente con métodos modernos, muy rápidamente.

Anexo N° 1

PROYECTO : GEOLOGÍA REGIONAL Y RECURSOS MINERALES

CORDILLERA ORIENTAL Y LLANO AMAZÓNICO

En julio 1994 se aprobó por el Consejo Directivo un Plan de 10 años que fue expuesto al Sr. Vice Ministro de Minas, Ing. Amado Yataco, en agosto, y al público a partir de setiembre. El mismo Plan actualizado a la fecha, representaría lo siguiente:

OBJETIVO:

Preparar y publicar la Carta Geológica Nacional y Mapas Temáticos relacionados a mineralización económica y a ocurrencias minerales, (ore-related thematic maps) a la escalas de 1/100,000 y 200,000 con los Boletines correspondientes, así como entrenar a una generación de geólogos en la producción de mapas en forma dinámica y moderna, y en técnicas de investigación de recursos minerales a escala regional.

ÁREA DEL PROYECTO:

El proyecto cubre los Andes Orientales del Perú, la Región Subandina y la Llanura Amazónica., una vasta región del país que representa aproximadamente 820,000 Km² (120,000 Km². de ellos asignadas al Proyecto MMAJ-JICA del Japón).

PLAZO DEL PLAN:

6 Años.

**EVOLUCIÓN PROBABLE DEL LEVANTAMIENTO DE LA
CARTA GEOLÓGICA
Número de Cuadrángulos**

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Publicación	50	42	52	49	40	45	45
Acumulados 178	228	270	322	371	411	456	501

En la Cordillera Oriental

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Mapeo	13	17	17	14			

En la Llanura Amazónica

Escala 100 mil

Compilación	60	60					
Cont. Campo	8	12	20	20	20	20	20

En la Llanura Amazónica

Compilación 1:100,000 - Producción : 1:200,000

Compilación			50	50			
Cont. Campo			16	16	20	24	24

PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO

El Proyecto será efectuado de acuerdo con los objetivos y productos definidos arriba, y será dividido en los tres Sub-Proyectos siguientes:

- a).- Elaboración de los Mapas Geológicos de a Carta Geológica Nacional. Que tratará de la preparación de mapas geológicos regionales básicos.
- b).- Investigación de Recursos Minerales a Escala Regional (Mineral Resources Assessment). Que tratará de la Investigación de los Recursos Minerales Regionales, incluyendo el estudio de la mineralización económica de distritos específicos y modelos de yacimientos.
- c).- Publicación de los Mapas y Boletines.

El programa consistirá de trabajos geológicos de un nivel avanzado, en el cual dominará el trabajo de gabinete, en la compilación de información e interpretación de imágenes, sobre las actividades de campo.

En una Primera Etapa:

- a).- Se dará mayor apoyo en equipo y software moderno, a las unidades GIS y de sensores remotos, que al presente se viene desarrollando en el INGEMMET.
- b).- Se dará una nueva oportunidad al personal profesional de INGEMMET, para que apliquen en su trabajo las técnicas de compilación de información en GIS e interpretación de escenas de sensores remotos, en la geología regional y en la geología económica.
- c).- Se darán cursos gratuitos; (1) de producción de mapas mediante GIS, y (2) de Interpretación de Imágenes, a estudiantes universitarios graduados y de último ciclo, así como a los profesionales de la actividad privada.

La elaboración preliminar de la información, el trabajo de campo y la preparación final de los mapas, así como su publicación, será llevada a cabo de acuerdo a las técnicas mencionadas, para lograr costos compatibles con los costos internacionales y reducir substancialmente el tiempo del proyecto.

La Publicación -impresión- de mapas para grandes series deberá continuarse en la imprenta a partir de los mapas del plotter., usando las técnicas editoriales ahora disponibles, colored raster y scanning para separación de color. Para el caso de pequeñas series de producción, la impresión de mapas será efectuada por INGEMMET en plotters de inyección de tinta, en la unidad de GIS.

METODOLOGÍA DE LOS MAPAS GEOLÓGICOS BÁSICOS

(CARTA GEOLÓGICA)

Las principales tareas del proceso de elaboración de los mapas geológicos serán los siguientes:

Fases del Levantamiento Geológico Regional;

- a).- Planeamiento inicial (preliminar) del trabajo.

- b).- Recopilación de data anterior (bibliografía, mapas, materiales en general), SLAR, Perupetro, INRENA, Soc. Geológica, INGEMMET, etc.
- c).- Compilación de la información disponible. En fichas de texto (Citas bibliográficas) en mapas digitales preliminares.
- d).- Paralelamente, adquisición de mapas, aerofotos, imágenes de satélite (Landsat TM, Spot, ESRI, JERS-1).
- e).- Interpretación de aereofotos, registro y procesamiento de escenas de satélite, (Landsat TM, ESRI o JERS-1, y cuando se justifique SPOT), con las técnicas necesarias, para producir diferencias visibles entre diferentes litologías, para enfatizar las principales características estructurales y para detectar áreas anómalas con posibilidades de mineralización.
- f).- Integración de esta última información, en los mapas digitales preliminares, adjuntando las coberturas existentes en las bases de datos, de geología regional, geocronología, paleontología, tectónica, yacimientos, ocurrencias, etc.
- g).- Impresión de los mapas integrados de gabinete a las escalas más apropiadas al trabajo de campo.
- h).- Interpretación de la información bibliográfica y de la interpretación de un texto preliminar.
- i).- Planeamiento preciso del trabajo de campo dentro de áreas claves (y seguras).
- j).- Reconocimiento geológico semi-regional detallado y mediciones de campo. Se harán las inspecciones de campo que se requieran, luego de un planeamiento cuidadoso (el trabajo de campo será limitado a un mínimo indispensable), para resolver los problemas geológicos regionales y tomar muestras y especímenes. En áreas claves podrán tomarse muestras para geocronometría y litogeoquímica.
- k).- Preparación de mapas finales del área de estudio a escalas 1:100,000 y 1:200,000.
- l).- Preparación del texto final del Boletín General en borrador.
- m).- Supervisión del trabajo de Gabinete y de Campo (cuando se considere necesario).
- n).- Aprobación, edición y publicación

METODOLOGÍA EN LA INVESTIGACIÓN DE RECURSOS MINERALES

(Mineral Resources Assessment)

Los Mapas Temáticos contendrán, además de la información geológica básica de la Carta Geológica, la infraestructura, distribución de minas y ocurrencias conocidas, de los depósitos metálicos y no metálicos y de las áreas prospectivas. Los datos de geofísica y geoquímica, si tienen alguna relevancia, podrán presentarse en mapas y en tablas en el Boletín General.

El Boletín General de la Carta Geológica contendrá un capítulo sobre la metalogía de la región, poniendo énfasis en el potencial económico de sus distritos de interés. Para orientación, se describirán en mayor detalle los distritos minerales, con la información detallada en croquis de las muestras tomadas, la geofísica y la geoquímica. Se describirá para la región la génesis, tipo o modelo de los yacimientos minerales económicos (ore deposits) y las ocurrencias dentro del área del estudio.

En el trabajo de campo se verificarán las áreas de interés resultantes de la información de los sensores y de los Mapas Temáticos efectuados. La geoquímica de prospección en malla cerrada, (que no corresponda a lito-geoquímica o a geoquímica regional referencial) se hará solo dentro de estas áreas de interés.

El programa preciso de investigación tendrá que ser adaptado para cada caso particular (áreas), y también dependerá del grado de conocimientos acumulados a la fecha sobre blancos individuales.

El jefe encargado del proyecto también será responsable de revisar y/o preparar las fichas de la base de datos de recursos minerales usando el sistema MRDS o equivalente, que se aplica en INGEMMET y en otros países de Latino América, lo que será una parte muy importante del SIM (Sistema de Información Minero del MEM).

El trabajo en general será continuado de acuerdo con el progreso y en coordinación con el Sub-Proyecto de Mapas geológicos

Fases de la Elaboración de los Mapas Temáticos;

Las principales tareas para la elaboración de mapas temáticos comprenderán :

- a).- Compilación de data anterior y adquisición de fotos e imágenes, en cooperación con el Sub-Proyecto Carta Geológica.
- b).- Integración (compilación) e interpretación de la data disponible, en cooperación con el Sub-Proyecto Carta Geológica.
- c).- Registro y procesamiento de escenas de satélite, en cooperación con el Sub-Proyecto Carta Geológica., a escala plena, para producir diferencias más fuertes visibles entre diferentes litologías, para enfatizar las principales características Estructurales -Tectónica-, tanto como los patrones de alteración (fuera de zonas de densa vegetación).
- d).- Impresión de los mapas integrados de gabinete (preliminares) a las escalas más apropiadas para el trabajo de campo, en coordinación con el Sub-Proyecto Carta Geológica.
- e).- Planeamiento preciso del trabajo de campo dentro de áreas claves (y seguras).,
- f).- Contactos con compañías mineras., evaluación y planeamiento detallado.
- g).- Chequeo de campo en áreas claves. Se visitarán las minas y las zonas mineralizadas más conspicuas con el fin de efectuar las correlaciones regionales. Se pondrá énfasis:
- En la definición de controles y modelos estructurales, metamórficos, de alteración y de litofacies;
 - En la mineralogía de las rocas y los minerales; geoquímica, lito y mineral;
 - En la geocronometría; K/Ar, Rb/Sr, U/Pb, y/o Nd/Sr;
 - En el estudio de isótopos(O, S, Pb, Sr, modelos REE).
- h).- La geoquímica de prospección se hará cuando se considere necesaria, previa autorización.
- i).- Se prepararán Mapas Temáticos, de acuerdo a la información disponible, a partir de escalas 1:200,000 y 1:500,000
- j).- Se integrará la información al borrador final del Boletín, con sus tablas, croquis, etc., para su revisión y aprobación.
- k).- Preparación del material original, edición e impresión.

ORGANIZACIÓN Y PERSONAL

Dirección del proyecto

El proyecto es una actividad del INGEMMET, a través del programa Carta Geológica, incluyendo las actuales direcciones de Geología Regional y de Geología Minera, respectivamente.

Supervisión

Para la Supervisión de la planificación y la ejecución del proyecto se constituirá un "Comité de la Carta Geológica Nacional". La organización de este Comité se indica en el Anexo 3.

La supervisión de los trabajos de campo (cuando se considera necesario) se realizará con el personal técnico del INGEMMET y con personal técnico contratado.

Consultor especializado

Con el propósito de obtener soporte institucional, INGEMMET hará gestiones para contar con un Consultor Especializado bajo contrato (o convenio). El Consultor Especializado deberá ser una persona o institución de prestigio, especializada en Geología e Investigación de Recursos Minerales, con amplia experiencia en la elaboración de mapas geológicos y estudios de geología económica y en la organización de proyectos de este tipo. De preferencia, el Consultor Especializado, será una Agencia Gubernamental cooperante.

El Consultor Especializado trabajará en cercana colaboración con el Comité de la Carta Geológica Nacional y la Dirección del INGEMMET.

Entrenamiento

Se considera indispensable un importante componente de entrenamiento, el que será llevado a cabo tanto en el INGEMMET como en el extranjero, con la colaboración de la Cooperación Técnica Internacional, con el objeto de preparar nuevas generaciones de técnicos y profesionales, del INGEMMET, de los Consultores y de las Universidades., en el uso de las técnicas descritas.

El plan de entrenamiento será presentado por la Dirección del INGEMMET, para su aprobación por el Consejo Directivo, y formará parte del Plan Institucional.

Ejecución

El planeamiento en detalle, los principales procesos de recopilación, procesamiento, interpretación y compilación de la información., trabajo de campo, visitas de campo específicas, y la producción y publicación de los Mapas y Boletines serán llevadas a cabo por INGEMMET, y bajo contrato, por el Consultor Especializado, Consultores Externos Peruanos y Universidades del país.

El grupo de Consultores Externos Peruanos y Universidades Peruanas, trabajando en forma cuasi-permanente, llevarán a cabo parte del trabajo. Cuando se requiera, se obtendrá la participación de Expertos Nacionales e Internacionales, a tiempo parcial, los que darán apoyo en actividades dentro de campos específicos.

La Dirección Técnica del INGEMMET y el Consultor Especializado tendrán sus respectivos campos de responsabilidad, pero dedicarán la mayor parte de su tiempo al trabajo técnico.

- El Director General del Proyecto trabajará a tiempo completo,
- El Director de Informática y su personal trabajará a tiempo completo.
- Los Directores de Sub proyecto, con el personal profesional de INGEMMET, trabajarán a tiempo completo, de acuerdo a su asignación, en cada Sub proyecto.
- Las Universidades y los Consultores Externos peruanos trabajaran en forma casi-permanente., comprendidos en toda la duración del Proyecto.
- El Consultor Especializado trabajará en forma intermitente o permanente, dependiendo del Convenio.
- Los Expertos Nacionales o Internacionales en asuntos específicos, estarán activos en una base intermitente.

Al menos una cuarta parte de los geólogos que efectúen el mapeo geológico provendrán de los centros superiores de enseñanza de geología., (profesores, investigadores, tesisistas, graduados, alumnos, etc.), ya sea bajo contrato directo de INGEMMET, o bajo contrato con las Universidades.

Otra parte importante, a criterio del CCGN, serán ingenieros consultores nacionales con experiencia reconocida en mapeo geológico regional.

Revisión

Para la revisión de la calidad científica de los documentos que se elaboren, será efectuada por el Comité de la Carta Geológica Nacional (Anexo N° 3)

CRONOGRAMA

El proyecto está planificado para tener una duración de seis años, y esta dividido en fases Principales y tareas:

N°	Fases	Años	Costo Anual miles de \$
1	Recopilación, Procesamiento e Interpretación	1° al 3°	900
2	Campo	1° al 6°	16,779
3	Mapas, Memorias	1° al 6°	3,140
4	Entrenamiento	1° al 6°	110
5	Publicación	1° al 6°	1,128

Las fases, tareas y cronogramas para el desarrollo del Proyecto se presentan en forma de Gantt y Pert Charts, en el Anexo 2.

REQUERIMIENTO DE EQUIPOS

La recepción y compilación a gran escala de información de variada naturaleza y de imágenes satelitales requiere de una infraestructura apropiada. El INGEMMET deberá incrementar los equipos de GIS y Procesamiento de Imágenes, y adquirir software moderno, amigable, para permitir una intensa actividad en la compilación, interpretación y producción de mapas preliminares y finales.

Igualmente se requiere disponer de equipos y vehículos de campo, equipos de oficina y áreas adecuadas de trabajo.

1.	EQUIPO PARA INFORMACIÓN Y DIFUSIÓN	US \$	
	1.1. Equipo de Información y Difusión		
	1.1.1. Copiadora de planos		140,000
	1.1.2. Copiadoras múltiple de papeles		65,000
	1.1.3. Servidora 586, B.D. Biblio, Informes, Mapoteca		7,000
	1.2. Adecuación de Ambientes		5,000
	1.3. Equipo para manejo de Bases de Datos		
	1.3.1. 2 Servidores 586 con 16 G.B: c/u		20,000
	1.3.2. RED		15,000
	1.3.3. Software		15,000
	1.4. Equipo de Publicación e impresión		
	1.4.1. SUN WS con plotter INKJET.		40,000
	1.4.2. 2 Impresora Laser B/N		6,000
	1.4.3. 1 Equipo grabador de CD-ROM		8,000
	1.4.4. 1 Equipo completo de Multimedia		5,000
2.	EQUIPOS DE GEOLOGÍA DE GABINETE		
	2.1. Equipo GIS para compilación de información		
	2.1.1. SUN WS, para compilación, completas con tablero y plotter ink jet.		49,000
	2.1.2. 6 PC 486 con mesa y plotters pluma.		110,000
	2.1.3. 1 Scanner A0		15,000
	2.1.4. Software		6,000
	2.2. Equipo de procesamiento de Imágenes		
	2.2.1. 1 SUN WS con mesa y plotter INKJET		49,000
	2.2.2. 3 estaciones inteligentes		24,000
	2.2.3. 6 Microcomputadores LapTop para imágenes		60,000
	2.2.4. Software Imágenes, 6 licencias PC		60,000
3.	EQUIPOS DE CAMPO		
	El equipo de campo incluye vehículos 4 x 4, material de campamento, herramientas e instrumentos de geólogos, instrumentos GPS, etc.		
	3.1. 7 Vehículos 4 x 4		200,000
	3.2. Otros equipos de campo		60,000
	3.3. Instrumentos de campo (incl. 10 GPS)		40,000
	3.4. 2 Deslizadores para trabajo en Selva		38,000
4.	EQUIPOS DE LABORATORIO (donación BID II)		
	4.1. Equipo analítico de Hg, microtrazas, para estudios geoquímicos ambientales.		25,000
	4.2. Un equipo de fluorescencia de rayos x para grandes volúmenes de análisis químicos		250,000
5.	TOTAL DE EQUIPOS	US \$	1'312,000

COSTOS

Los costos estimados totales para el proyecto en seis años, suman cerca a 23.8' millones de US \$ (nivel de costo de 1995). El costo por Fase y Tarea se presenta junto con la base para este estimado en el Anexo N° 6.

Los costos del personal peruano (planilla y contrata), así como los contratos con Consultores y Universidades peruanos, en el Perú son por cuenta de INGEMMET. Cuando alguno de estos requiera viajar al exterior, será por cuenta de Instituciones Cooperantes, salvo acuerdo del Consejo Directivo.

El costo de Consultores extranjeros para trabajo específico, se estima en forma mensual considerando solo los gastos de viaje y los viáticos locales.

CUADRO DE COSTOS GENERALIZADOS en 6 años (Ingresos Propios)

	\$
Cordillera Oriental	10'669,
Proyecto Oriente	10'819,
Equipos, Entrenamiento e Impresos	<u>2'367,</u>
Total	23'845,

	\$
INVERSIONES INGEMMET DOS PRIMEROS AÑOS	
Cordillera Oriental	4'754,
Proyecto Oriente	1'363,
Equipos, Entrenamiento e Impresos	<u>1'526,</u>
Total	7'643,

ANEXO N° 5

COMITÉ SUPERVISOR DE LA CARTA GEOLOGICA NACIONAL

(COMITÉ CONSULTIVO DE INGEMMET)

El Proyecto Carta Geológica Nacional que incluye Geología Regional y el Inventario de Recursos Minerales, ha sido puesto bajo la supervisión de un "Comité de Carta Geológica Nacional", que verifica los avances y la calidad científica de los Mapas y Boletines a publicar.

El Comité de La Carta Geológica Nacional (CCGN), estará compuesto de 8 miembros:

- 2 Miembros del Consejo Directivo de INGEMMET
- 1 Director Técnico de INGEMMET
- 1 Jefe Programa CGN de INGEMMET.
- 1 Delegado de la Sociedad Geológica del Perú.
- 1 Delegado del Ministerio de Energía y Minas
- 1 Representante de la Sociedad Nacional de Minería y Petróleo
- 1 Secretario nombrado por el CCGN.

El Comité de la Carta Geológica (CCGN), actúa como un Comité Revisor para lo cual establece los siguientes principios:

- 1).- No se procederá a la impresión antes de que toda la información, Vg. mapas en borrador, memorias con sus secciones, fotografías, columnas, etc. haya sido aprobado por el CCGN.
- 2).- La producción y la publicación será terminada en un plazo no mayor de 12 meses desde la aprobación del proyecto por el CCGN.

El CCG sólo examinará documentos completos para cada cuadrángulo (u hoja), presentados por el Director del Proyecto. Cada cuadrángulo será revisado por dos examinadores, uno de los cuales debe ser miembro del CCGN.

En la siguiente sesión del Comité, los documentos serán vistos por el CCG en pleno en discusión colectiva. Se toma una decisión y el Presidente del CCGN prepara un informe. El informe se remite al CD para ser derivado a la administración y a los autores.

La misión y el esfuerzo principal del CCGN será la culminación de la cartografía y publicación de la CGN a escala 100,000 y 200,000 (primera edición) de todas las hojas que cubren el territorio del país para el año 2002, o antes.

El CCGN hará énfasis en lo siguiente:

- 1).- Dividir el Programa en grandes regiones y nombrar los líderes de cada Sub Proyecto de manera de:
 - Completar la Región Interandina Oriental
 - Completar la Cordillera Oriental
 - Completar La Región Subandina Oriental
 - Completar la Región Amazónica
- 2).- Evaluar y Aprobar el Planeamiento Anual de cada Sub Proyecto.
- 3).- Supervisar el avance físico y económico del Programa.
- 4).- Desarrollar e Implementar métodos científicos modernos para avanzar rápidamente el mapeo geológico de la CGN.
- 5).- Normalizar los Formatos de Mapas e Informes que constituyen la compilación de la información geológica :
 - Determinación de los formatos de la Presentación.
 - Normalización de los pisos en las columnas estratigráficas del Perú.
 - Determinación de Colores, atendiendo al avance del conocimiento geológico (nuevas Unidades o Sub-Unidades), con datación paleontológica, o datación de rocas magmáticas o metamórficas o según nuevos conceptos en litología (petrología) o tectónica.
 - Simbología a emplearse.

- Normas sobre presentación de los informes.

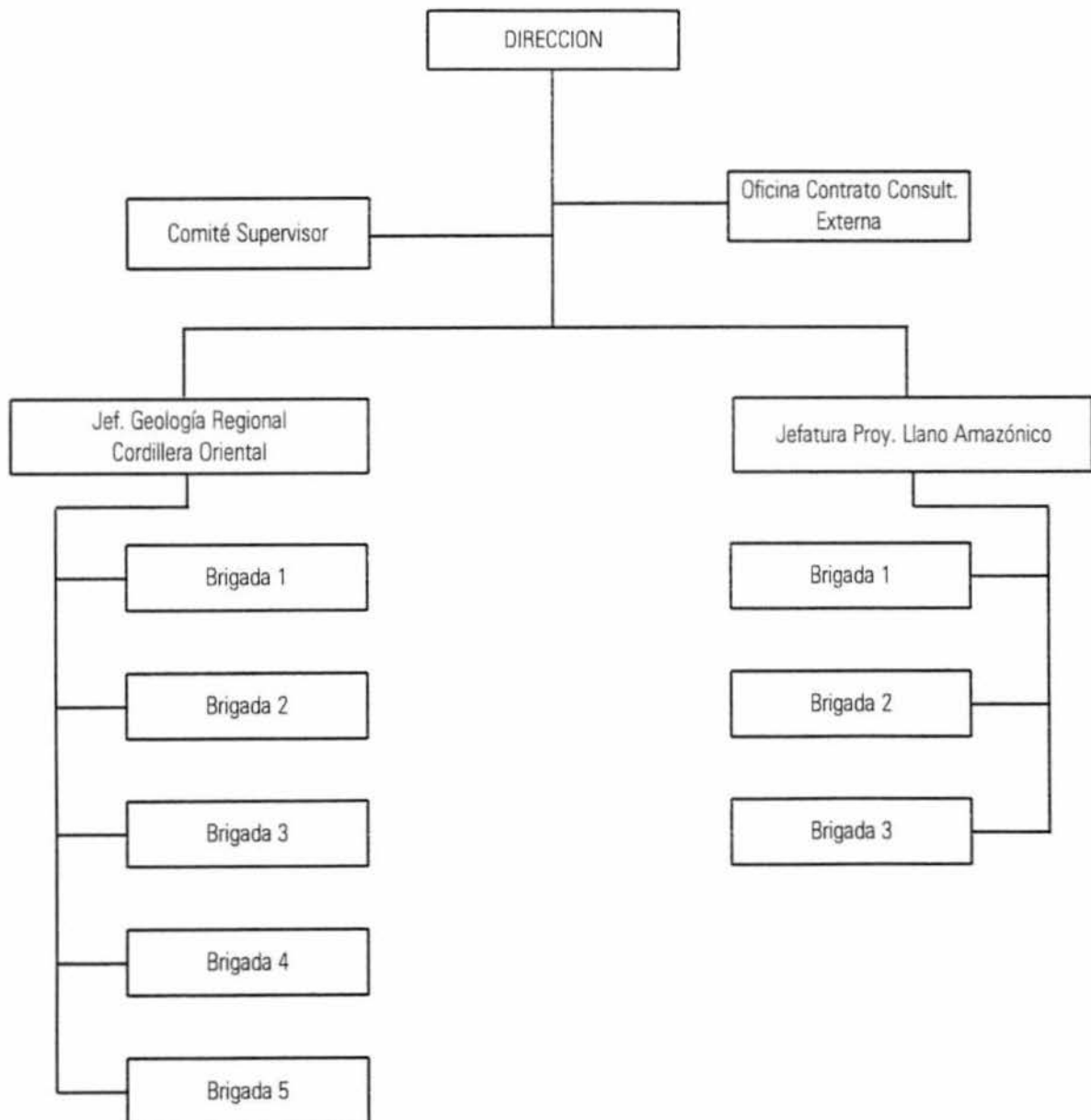
6).- Determinar la publicación en los medios más convenientes.

7).- Determinar que secciones del país serán compiladas en mapas de escala mayores a la escala estándar de 1:100,000

Al menos una cuarta parte de los geólogos que efectúen el mapeo geológico provendrán de los centros superiores de enseñanza de geología., (profesores, investigadores, tesisistas, graduados, alumnos, etc.), ya sea bajo contrato directo de INGEMMET, o bajo contrato con las Universidades.

Otra parte importante, a criterio del CCGN, serán ingenieros consultores nacionales con experiencia reconocida en mapeo geológico regional.

Organigrama del Proyecto



Anexo N° 2

PROYECTO ORIENTE

INTRODUCCION

Como se ha mencionado antes, al inicio de este Plan Institucional, hace mucho años que el Gobierno trata de introducir métodos de trabajo que permitan concluir la Carta Geológica Nacional en un plazo corto.

- El Estado contrató en 1973-73, la ejecución del levantamiento SLAR y su interpretación geológica, la que fue entregada al Servicio de Geología y Minería.
 - El costo fue de varios millones de US\$
 - La información se encuentra en los archivos desde la época, sin utilizarse para los fines previstos.
- El Presidente Belaúnde en 1982, visto el insignificante avance logrado después de 22 años en la Carta Geológica Nacional, dispuso que dicho trabajo fuera encomendado a ONERN, con la cooperación técnica y financiamiento del Banco Mundial.
 - El costo fue de varios millones de US\$
 - El INGEMMET, no ha usado esta información, para los fines previstos, limitándose a comprar en los últimos años, imágenes en print de esa época, para volverlas a interpretar?? 14 años más tarde).
- En 1992, el Banco Mundial vuelve a recomendar compilar la información existente y usar sensores remotos, con trabajo de campo rápido y específico, para en 2 ó 3 años, levantar el resto de la Carta Geológica que eran mas de 400 cuadrángulos faltantes a esa fecha.
 - Las recomendaciones no se tomaron en cuenta
- Durante 1994 y 1995, se adquieren tecnologías modernas, para compilar información y procesar las imágenes de satélite.

- El costo, de INGEMMET y de las Instituciones cooperantes asciende a varios cientos de miles de US\$.
- Por falta de interés en la dirección, hasta el mes de Abril de 1996, aún no se organiza el plan de trabajo que había dispuesto el Consejo Directivo.
- Se pierde un año de trabajo.

El esfuerzo económico considerable del INGEMMET y de Instituciones Cooperantes, en adquirir los medios modernos de trabajo, no deberá perderse nuevamente.

Se trata en consecuencia, en esta nueva oportunidad, de introducir finalmente estos métodos.

Se considera que si al presente esto no fuera posible, la existencia misma de la Institución deberá ser cuestionada en sus propósitos, que son: concluir la Carta Geológica en un plazo corto. Si este fuera desafortunadamente el caso, el Consejo Directivo deberá solicitar la Reorganización y presentar su renuncia.

OBJETIVOS Y LINEAMIENTOS BASICOS DEL PROYECTO ORIENTE

El Proyecto Oriente, no tiene otro objeto que consolidar y difundir el uso, por todo el personal técnico de INGEMMET, de métodos modernos de trabajo, que permitan concluir la Carta Geológica Nacional y el Inventario de Recursos Minerales, en un plazo corto.

Los productos serán 60 mapas preliminares, a escalas 1:100,000 y 1:200,000, con los boletines preliminares correspondientes, de cuadrángulos en el Oriente del Perú, conteniendo Geología e Inventario de Recursos, a Escala Regional, mediante compilación de información e interpretación de Sensores Remotos.

No se efectuarán en este Proyecto salidas al campo, excepto en un bloque de 8 cuadrángulos, para permitir al proyecto planificar adecuada y detalladamente, el trabajo de campo en los 60 cuadrángulos mencionados.

Al finalizar el Proyecto, no más tarde que Abril de 1997, la organización, sus recursos (personal y equipos), y la metodología que se desarrolle en el transcurso del Proyecto serán incorporados al Proyecto Geología Regional y Recursos Minerales (Carta Geológica), y a los estudios de Geología Aplicada.

El Proyecto ha sido diseñado como un **Proyecto Piloto** y en ningún caso debe continuar más allá que el plazo de 12 meses que se le fija.

AMBITO

Estudiar en forma preliminar, la Geología Básica y Recursos Minerales, a Escala Regional, de 60 cuadrángulos, de la región comprendida en la Cordillera Oriental, hasta los límites con Bolivia, Brasil, Colombia y Ecuador, mediante la compilación de toda la información existente y efectuando la interpretación de las imágenes de sensores remotos.

Anexo N° 3

PROGRAMA NACIONAL DE RIESGOS NATURALES

(Resumen)

El Reglamento de Organización y Funciones aprobado por RM 137-93-EM-VMM, de 17 de junio 1993, asigna las actividades y establece entre sus objetivos el siguiente: "Artículo 30.-La Dirección de Geotecnia tiene como objetivo realizar los estudios geotécnicos y geodinámicos dentro del territorio nacional, con la finalidad de ofrecer al país la información técnica necesaria para la seguridad de las obras civiles, comportamiento geodinámico y seguridad física."

En el marco del Plan Institucional de INGEMMET, se ha preparado el Programa Nacional de Riesgos Naturales (PNRN), con el propósito de orientar los estudios de los fenómenos de la naturaleza, con marcado componente geológico, que significan riesgos a seres humanos y a la infraestructura.

Las características en la evolución morfológica final del territorio peruano se manifiestan por:

- a).- un relieve inmaduro desarrollado entre el mar, la Región Cordillerana y la Región Sub-Andina Oriental y características climáticas particulares a cada Región, y
- b).- la ubicación geográfica del territorio peruano en la zona de convergencia de las placas de Nazca y Sudamérica, causante de la actividad sísmica y volcánica.

Estas características merecen una seria preocupación si nos atenemos a que la comunidad nacional ha estado sometida a través del período histórico a sucesivos desastres naturales de origen geológico.

En efecto, deslizamientos de terrenos, huaycos, aluviones, inundaciones, sismos y actividad volcánica, que desempeñan su papel en la modificación del paisaje, se suceden con diferente periodicidad causando graves daños materiales y humanos, debido generalmente al carácter violento y repentino de los fenómenos y a la extensión de las zonas afectadas.

Algunos de estos riesgos pueden ser prevenidos solamente cuando se tiene suficiente información geológica (básica, estructural, geofísica, etc.) y registros inclusive históricos, para evaluar la probable ubicación, magnitud y frecuencia de los posibles eventos destructivos. En

algunos casos el riesgo de que se repiten puede ser valorado mediante observaciones sobre períodos corto de tiempo. En otros, como sismos o erupciones volcánicas, pueden también predecirse, aunque sin determinarse cuándo y cómo llegarán a ocurrir.

Algunas veces la única alternativa es evitar las zonas riesgosas, aunque no siempre es posible abandonar una ciudad, o eliminar completamente la infraestructura en áreas de riesgo, consecuentemente deben tomarse medidas apropiadas para reducirlo.

El programa que se desarrolla en este documento pretende identificar metódica y rápidamente los principales riesgos naturales de origen geológico que pudieran desencadenarse en nuestro territorio. Para ello se agrupan los principales riesgos en:

- Riesgos de Origen Fisiográficos-Climatológicos, y
- Riesgos de Origen Sísmico-Volcánico-Fisiográfico., se propone además una línea de Estudios Generales.

Todas las actividades tendrán carácter permanente y serán financiados preferentemente en forma compartida con autoridades regionales, universidades, empresas privadas y con la asistencia de instituciones técnicas cooperantes. Se considera fundamental mantener un aporte del Estado para financiar la parte correspondiente al INGEMMET.

Los productos que se obtendrán del Programa serán mapas e informes, orientados a identificar, caracterizar, zonificar, evaluar y estimar la recurrencia de los fenómenos y a proponer medidas de mitigación.

Finalmente, es necesario destacar que se requiere una inversión total anual de S/. 450,000, frente a daños que pueden resultar inmensamente más costosos, si se incorpora el valor de las vidas, infraestructura básica, así como los costos de socorrer ante las emergencias.

PROGRAMA NACIONAL DE RIESGOS NATURALES

1.- GENERALIDADES

El riesgo natural es el daño potencial al que están sujetas personas, propiedades, obras civiles e infraestructura de producción, como consecuencia de fenómenos recurrentes asociados a procesos geológicos. Estos fenómenos pueden llegar a constituir catástrofes, o desastres cuando afectan a seres humanos.

Peligro es la probabilidad que en un período de tiempo un área pueda ser afectada por procesos o productos de procesos geológicos, potencialmente destructivos. Riesgo es la probabilidad de pérdida de vidas, propiedad, producción, etc., dentro del área sujeta al peligro. El riesgo puede tener connotación humana (pérdida de vidas), social y/o económica (riesgo económico).

El INGEMMET caracteriza los riesgos naturales con el objeto de contribuir a la prevención y mitigación de sus efectos, mediante la observación y análisis. Suficiente información geológica es fundamental para efectuar la interpretación.

Cabe señalar que el Reglamento de Organización y Funciones aprobado por RM 137-93-EM-VMM, de 17 de junio 1993, indica en su Artículo 30.- "La Dirección de Geotecnia tiene como objetivo realizar los estudios geotécnicos y geodinámicos dentro del territorio nacional, con la finalidad de ofrecer al país la información técnica necesaria para la seguridad de las obras civiles, comportamiento geodinámico y seguridad física."

2.- JUSTIFICACIÓN

Los deslizamientos, huaycos, aluviones, inundaciones, sismos o erupciones volcánicas han jugado un papel preponderante en la creación del paisaje del territorio. Estos procesos naturales también originan riesgos a las personas y a las propiedades.

Algunos fenómenos ocurren repetidamente, y el riesgo puede ser valorado mediante observaciones sobre un período de tiempo relativamente corto. Otros eventos pueden también predecirse como los deslizamientos o erupciones volcánicas, aunque sin poderse determinar cuándo y cómo llegarán a ocurrir. Algunos riesgos pueden prevenirse, contando con suficiente información geológica, geofísica e histórica, para evaluar la probable ubicación, magnitud y frecuencia de eventos destructivos futuros.

En muchos casos, pero no en todos, se pueden identificar las áreas susceptibles de peligro y así poder aplicar medidas preventivas para reducir el riesgo., mientras que en otros, la única alternativa es la de evitar las zonas riesgosas, aunque no siempre es posible eliminar completamente

cierta infraestructura en estas áreas, o mudar una ciudad, y consecuentemente deben tomarse medidas apropiadas para reducir el riesgo.

Los peligros geológicos pueden causar pérdidas y daños a las instalaciones o propiedades, y costos indirectos, que incluyen pérdidas por propiedades devaluadas, pérdida de productividad de áreas agrícolas o forestales y pérdida de productividad industrial causada por interrupciones en los sistemas de transportes y de energía, las pérdidas se incrementan conforme avanza el desarrollo económico regional. Las pérdidas indirectas pueden llegar a ser substancialmente mayores que las directas, a las pérdidas directas hay que agregar el costo de la asistencia del desastre, rescate de personas, habilitación de albergues, ayuda material y económica, daño psicológico de la población damnificada, entre otros.

A lo largo de nuestra historia, muchos desastres de origen geológico han impactado a los habitantes y a sus actividades, causando heridos, pérdidas de vidas y considerables daños, a pesar de lo cual las medidas preventivas se consideran generalmente superfluas. A ello, se suman nuevos riesgos por la expansión urbana, agro-industrial, industrial y turística hacia zonas de mayor peligro.

Cabe considerar que las zonas amenazadas por todo tipo de riesgos comprometen aproximadamente el 70% de la población del país. Sólo las viviendas incluidas en estas áreas llegan a un total aproximado de 500,000, con un valor que sobrepasa los US\$ 6.500 millones, considerando una vivienda tipo de unos 70 m² con urbanización (ver estudios costo-beneficio anexo).

Los estudios de evaluación del riesgo geológico deben hacerse sobre sólidas bases. Se requiere el apoyo insustituible del mapeo geológico regional, la zonificación y la evaluación de los riesgos en la planificación de asentamientos humanos, uso potencial de la tierra y en el diseño de obras civiles. Los estudios (proyectos) deben realizarse en forma sistemática, continúa y a largo plazo. Los recursos deben ser adecuados para evitar interrumpir los estudios. En forma ideal, los estudios se deben realizar en situaciones de normalidad, sin que existan las condiciones apremiantes que predominan durante las emergencias.

3. AGRUPACIÓN DE FENÓMENOS NATURALES

La ubicación del Perú en la zona activa de convergencia de las placas de Nazca y Sudamericana, en el margen sur-oriental del "Cinturón de Fuego del Pacífico", convierten al país en una zona de intensa actividad sísmica y volcánica. Esta actividad también es responsable de las características fisiográficas, con su relieve abrupto y grandes desniveles, donde la fuerza de gravedad juega un papel preponderante en los procesos que modelan el paisaje.

Por otra parte, la gran altitud y amplitud de la Cordillera, que recorre todo el país como una formidable barrera, controla el clima de nuestro territorio. El clima árido de la franja costera y Cordillera Occidental esta asociado a las temperaturas frías de las corrientes marinas predominantes., mientras que al oriente el clima se asocia a su ubicación Sub-ecuatorial y a los frentes

fríos que se desarrollan en las planicies del extremo sur-este del continente y que terminan acumulándose contra la Cordillera Oriental debido a los vientos predominantes SE a NW en la amazonia. La cordillera tiene clima frío debido a su altitud y abundantes lluvias por la acumulación de la condensación de la humedad principalmente del oriente, sufre además en invierno (agosto) de ocasionales fuertes precipitaciones originadas por los "frijes" del sur-este, que sobrepasan en esta época, en algunos casos, la Cordillera Oriental.

El Niño

El niño consiste en un calentamiento superficial del océano a gran escala, y en un cambio del modelo atmosférico global, a lo que se ha denominado oscilación del sur.

Bajo condiciones normales en el Pacífico Ecuatorial los vientos soplan constantemente sobre el Pacífico de este a oeste, empujando por delante aguas superficiales tibias. Esta circulación oceánica produce fuerte movimiento de aguas frías hacia arriba a lo largo de las costas de Chile, toda la costa del Perú y la costa sur del Ecuador, produciendo a lo largo de 5,000 kilómetros de estas costas uno de los desiertos más extensos del mundo. Inversamente, en el Pacífico Asiático, la convención intensa produce las fuertes lluvias (monzones) del sudeste de Asia y Norte de Australia.

Durante los años de fuerte Niño, cambian las condiciones en la atmósfera y el océano; se calienta la superficie oceánica al mismo tiempo que se debilitan los vientos del este, por lo que no se llega a producir el surgimiento de aguas frías en el Pacífico Sur. Esta anomalía climática produce cambios de temperatura en la superficie del océano de aproximadamente un grado centígrado, lo que es suficiente para someter a la costa norte de Perú a un régimen lluvioso semi-tropical.

El Niño es particularmente peligroso cuando avanza hasta la parte central del Perú. Los más grandes Huaycos de los últimos 40 años en la Cordillera Occidental se han producido durante estos fenómenos, debido a lluvias torrenciales después de largos períodos de aridez (8 a 12 años) que dejan las laderas sin vegetación (sin protección). Al mismo tiempo, se originan períodos de sequía de varios años en la sierra sur-este del país.

El reciente interés en estudiar el Pacífico Ecuatorial se debe al excepcionalmente fuerte Niño de 1982 y 83 que sufrieron las costas del Perú, con fuertes lluvias que destruyeron casi íntegramente la infraestructura de transporte, afectando numerosas poblaciones, casi desapareciendo la industria pesquera por falta de materia prima.

El calentamiento del Pacífico Ecuatorial ocurrido en este tiempo fue asociado a modificaciones en el clima y régimen de lluvias en todo el mundo. Por ejemplo, severas sequías en Australia, Indonesia y Sudáfrica y lluvias torrenciales en las costas de Sudamérica y California, lo que ocasionó cerca de 1,000 muertes, como severos daños económicos en Sudamérica, Australia, Asia, África.

Subducción De La Placa Oceánica

Durante la subducción de una placa oceánica bajo el margen de una placa continental, las rocas sedimentarias y flujos volcánicos en el margen son generalmente fuertemente deformados, empujados a grandes profundidades, intruidos por plutones formados por una fusión parcial a grandes profundidades y metamorfozadas por la gran temperatura y presión, creándose rocas metamórficas y formándose nuevos minerales.

La tierra sólida se divide en forma clásica en : núcleo, manto y corteza. La tierra es un sistema dinámico, dirigido por calor interno que produce un amplio rango de procesos geológicos. Este calentamiento interno resulta en un ciclo continuo de formación de rocas, tectónica y levantamiento, de erosión,, transporte, deposición, metamorfismo, y finalmente la refusión. La forma de la subducción en la tectónica de placas ha permitido colocar estos ciclos en un contexto global, en el cual todas las placas continentales y oceánicas interactúan para producir la distribución global de esfuerzos y características tectónicas, terrenos volcánicos y unidades rocosas continentales.

La dinámica ocurre tanto dentro del núcleo como del manto. Dentro del núcleo se controla la generación el campo magnético de la tierra y salvo este efecto no se observan otros. Los movimientos y composición del manto si juegan un rol esencial en formar la superficie, debido a que muchas rocas de la corteza se forman directamente o derivan, del manto.

Los procesos dinámicos que operan en el ciclo geológico, transcurren a muy baja velocidad sobre espacio de tiempo muy largos. Sin embargo, los cambios y sus efectos por esta evolución geológica, desde la génesis de los continentes hasta la generación del clima actual han quedado debidamente registrados.

AGRUPACIÓN DE LOS FENÓMENOS GEOLÓGICOS (Propuesta)

Por lo dicho, estamos frente a un problema básico de ubicación, fisiografía y climas, en el que trabajan dos principales grupos de fenómenos naturales:

- I).- Riesgos de Origen Fisiográficos-Climatológicos, y
- II).- Riesgos de Origen Sísmico-Volcánico-Fisiográfico.,

I) FENÓMENOS FISIOGRAFICOS-CLIMATOLOGICOS.

Una variedad de procesos Fisiográficos (geomórficos)-Climatológicos son potencialmente riesgosos para la vida y la propiedad en el territorio. Los riesgos naturales de este origen son producto principalmente del alto relieve y las fuertes precipitaciones.

Los deslizamientos, inundaciones y huaycos de alto poder destructivo son comunes en la Cordillera y están relacionados a la inestabilidad de las fuertes pendientes y a los sistemas de drenaje torrentoso. Estas avenidas cortan terrazas y abanicos fluviales que se encuentran habitados, o donde existe obras privadas y públicas, tanto en valles amplios como en quebradas y torenteras, originados por la combinación de condiciones geomórficas-metereológicas adversas.

Muchos de los cauces de la Cordillera periódicamente se inundan como resultado de fuertes lluvias, como por la formación de represas originadas por huaycos de quebradas laterales, y en caso muy notorio por la caída de masas de hielo sobre lagunas alpinas lo que desencadena aluviones. Estos fenómenos, así como la erosión y la formación de profundas zanjas en muchos lugares, son responsables de catastróficos daños a poblaciones, a la propiedad agrícola y a la infraestructura nacional.

En la vertiente oriental de los Andes se producen los mismos problemas descritos; agregándose que en las llanuras de la región amazónica los canales de muchas corrientes migran o cambian súbitamente de posición durante los períodos de crecientes, produciéndose también el represamiento de los ríos grandes por otros en su desembocadura, especialmente en aquellos lugares donde existe abanicos, por lo cual las llamadas "llanuras de inundación" son particularmente riesgosas para desarrollarse.

Por razones geográficas obvias, los asentamientos humanos y la mayoría de la actividad económica del país, se desarrollan en las zonas de menor altitud, hacia donde se desplazan naturalmente los materiales sujetos a la movilización gravitatoria. Esto es particularmente crítico en la costa, con asentamientos humanos sobre conos de deyección aluvial entre el litoral y los cerros cercanos de hasta 1.000 m de altura y en los valles interandinos, donde la mayoría de las ciudades han crecido a lo largo de valles de escasa amplitud.

II) FENÓMENOS SÍSMICOS-VOLCANICOS-FISIOGRAFICOS.

A los fenómenos antes señaladas deben sumarse factores activantes, como son la sismicidad y las erupciones volcánicas, además de las variaciones climáticas.

Los sismos son comunes en el territorio especialmente en la costa y Cordillera Occidental del Sur. Mucha de la actividad sísmica está cercanamente asociada a la interacción de la placa continental con la placa oceánica. Aunque la mayor parte de los grandes terremotos se originan en el mar, lejos de los centros de mayor población, existen puntos críticos o de mayor frecuencia en el mar frente a Arica, Nazca, Lima y Chimbote, alrededor de los cuales es posible esperar sismos de magnitud 7.

Los sismos a su vez originan deslizamientos, caídas de rocas y de masas de hielo que desencadenan avalanchas y aluviones. Los sismos submarinos originan tsunamis, que han afectado en tiempos históricos la costa central y sur del país.

A fines del período Terciario y durante el Cuaternario se han producido grandes erupciones volcánicas en la Cordillera Occidental. La mayor parte de los Centros volcánicos en esta región no son de gran tamaño y se han formado por magmas de baja viscosidad y bajo contenido de sílice, este tipo de erupciones probablemente tendría efectos localizados poco traumáticos. En contraste, unos cuantos volcanes han erupcionado de forma explosiva produciendo lahares, flujos piroclásticos y lavas, como también grandes nubes de cenizas que han cubierto extensas regiones. La más reciente erupción de este último tipo de volcán en tiempos históricos, es la del volcán del cerro Quinistanilla (de la Doctrina de Omate) a partir del 15 de febrero de 1600, que cubrió de cenizas una área al menos desde Camaná hasta Ilo por la costa y hasta Imata por la sierra.

DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA

El Programa Nacional de Riesgos Geológicos contempla el desarrollo de proyectos relativos a los distintos tipos de riesgos, los que serán ejecutados en una primera etapa con una duración máxima de 3 años, evaluando al final de este período sus resultados, para continuar más adelante con el mismo diseño o con las modificaciones requeridas.

En términos generales, la evaluación y zonificación de los diversos riesgos, se debe establecer sobre un conocimiento razonablemente detallado de diversos aspectos del registro geológico, tales como antecedentes estratigráficos, identificación de depósitos y su origen, estimación de magnitudes de fenómenos catastróficos que los generaron, dataciones geocronológica de los depósitos (eventos) e investigación histórica para determinar su recurrencia.

Los resultados obtenidos serán proporcionados a través de Mapas Temáticos de Zonificación de Riesgo y memoria descriptiva de peligros geológicos, utilizando escalas apropiadas (1:25.000 a 200.000), con información y recomendaciones de fácil entendimiento para todo tipo de público.

ALCANCES DEL PROGRAMA

La evaluación y zonificación de fenómenos naturales catastróficos varía de acuerdo al tipo de riesgo, los antecedentes geológicos e históricos existentes (en cantidad y calidad), la recurrencia del mismo y la tecnología disponible. Los estudios tendrán por lo tanto, un alcance limitado al conocimiento de las variables antes mencionadas, teniendo siempre un carácter general. Durante la valuación es fundamental el grado de conocimiento de las áreas específicas,

Es necesario destacar que los estudios que disponen de más antecedentes en tiempos históricos son los Geomórfico-Climatológicos y los Sísmicos, pues son los de mayor frecuencia en el país. Sin embargo, la geología básica y la geocronología permiten efectuar estudios de riesgo Volcánico con gran precisión en cuanto a sus posibles efectos. Estos últimos son además de gran interés porque permitirían esclarecer la asociación de los episodios magmáticos con la tectónica

originada por la interacción de las placas, el origen de los magmas (del manto o de la corteza) y su relación con la mineralización económica regional.

También es cada vez más evidente, especialmente en el sur oeste del país, el efecto de hidrotermalismo sobre los acuíferos, conforme se investigan mayores recursos hídricos.

OBJETIVOS Y CONTENIDOS DEL PROGRAMA

El propósito del programa es caracterizar los riesgos naturales (geológicos) más comunes y pronosticar su ocurrencia y magnitud, sugiriendo las acciones que deben tomar los planificadores y quienes toman decisiones para reducir las pérdidas.

El programa será de utilidad para que las autoridades y el público en general disponga de información para una adecuada planificación de asentamientos urbanos y obras civiles. El programa, aportará además recomendaciones generales de áreas seguras de evacuación y en casos de peligro inminente, el apoyo especializado para diseñar alertas tempranas.

Los estudios a realizarse en el marco del Programa Nacional de Riesgos Naturales son los siguientes:

- I. Riesgos Fisiográficos-Climatológicos.
 - Fallamiento, Subsistencia y Deslizamientos.
 - Inundaciones
 - Huaycos y Avalanchas
 - Erosión y zanjamiento
 - Caída de rocas
- II. Riesgos Sísmicos-Volcánicos-Fisiográficos.
 - Flujos de Lava
 - Cenizas y Piroclastos
 - Lahares o aluviones volcánicos
 - Gases y Efectos secundarios
 - Fenómenos Hidrotermales

- Sísmicos
- Áreas afectas a levantamientos y hundimientos
- Áreas afectas a aluviones
- 1 Áreas afectas a Tsunamis

PRIORIZACION, FASES Y PLAZOS

Priorización

El Programa Nacional de Riesgos Geológicos debe realizarse mediante proyectos a escala regional, desarrollados en el marco de los temas de riesgos geomórfico-climatológico y Sísmico-Volcánico-Fisiográfico. La Priorización de los proyectos se establece mediante los criterios siguientes:

- Zonas afectadas recientemente por algún desastre.
- Zonas vulnerables a peligros inminentes.
- Zonas amenazadas por peligros recurrentes.
- Zonas en que existe conocimiento avanzado de los procesos.

Fases

Cada proyecto, debe cubrir las siguientes fases:

- I. Los estudios de geología básica.
- II. La determinación del peligro potencial, considerando la recurrencia prehistórica e histórica de los procesos geológicos violentos.
- III. La Preparación de cartas temáticas de: geología básica/ zonificación/ evaluación del riesgo / vulnerabilidad a la infraestructura básica., prioritariamente en áreas de alta densidad poblacional (i.e. ciudades, etc).
- IV. La preparación de textos (Boletines) con las recomendaciones para construcciones, planes de emergencia y educación de la población.
- V.- Difundir la información entre las autoridades responsables.

VI. Colaborar en el diseño de medidas preventivas, incluyendo medidas de vigilancia sistemática si fuera el caso, para etapas de pronóstico; vigilancia y alerta temprana, en casos de peligro inminente.

VII. Capacitación de profesionales en el tema.

En igual forma que para los estudios de geología básica y prospección regional debe hacerse énfasis en los estudios en la interpretación de aerofotografías e imágenes, efectuando los controles de campo y toma de muestras después de un detallado planeamiento.

Plazos

Los objetivos perseguidos se verán cumplidos en la medida que se mantenga en forma permanente las actividades del Programa Nacional de Riesgos Naturales, inserto en el Plan Institucional de INGEMMET.

En consecuencia, se requiere que el Programa de Riesgos Naturales se convierta en una actividad regular, de tiempo indefinido.

En forma individual, cada proyecto de carácter regional deberá ejecutarse en plazos máximos de 1 año, incluyendo la integración de la geología básica, zonificación y evaluación del riesgo.

COSTOS Y CRONOGRAMAS

Existe un amplio espectro de costos posibles relativos a cada proyecto, supeditado a la tecnología aplicable. Los costos parciales son sólo estimativos y configuran un costo total cercano a los 1.5 millones de soles, en tres años. En la figura 2, se muestra un cronograma de los proyectos, para los próximos 3 años.

Tabla No. 1

PROYECTOS PRIORITARIOS

(I) PROYECTOS DE "RIESGOS FISIOGRAFICOS-CLIMATOLÓGICOS"

- 1).- Álbum de Mapas de Zonificación de Riesgos Fisiográficos-Climatológicos de la Costa y Cordillera Occidental del Perú, escalas 1:500,000. (Huaycos, aluviones, inundaciones, deslizamientos, incluso los efectos del Niño).

(II) Proyectos de "Riesgos Sísmicos-Volcánicos-Fisiográficos"

- 2).- Mapa de Zonificación Sísmica del Territorio Peruano, Escala 1:1'000,000. (En base a paleosismicidad, información del Instituto Geofísico del Perú, y a las bases de datos históricas de INGEMMET). Incluyendo evidencias de tsunamis en ciudades costeras.
- 3).- Álbum de Mapas de Riesgo Volcánico de las Principales Ciudades del Sur-Oeste del Perú. Escala 1:500,000.
- 4).- Vigilancia de la actividad volcánica e hidrotermalismo en el sur del país. (en coordinación con el Instituto Geofísico y mediante muestreos periódicos de corrientes y acuíferos).
- 5).- Mapa de Suelo de Fundación de Lima-Callao, incluyendo los taludes de los acantilados del SO, escala 1:250,000, paleosismicidad.
- 6).- Mapa de Suelo de Fundación de la Región de Arequipa, Escala 1:250,000, paleo-sismicidad.
- 7).- Mapa de Suelo de Fundación de la Región de Moquegua, escala 1:100,000, paleo-sismicidad.
- 8).- Mapa de Suelo de Fundación de la Región de Tacna-La Yarada, escala 1:100,000, paleo-sismicidad.
- 9).- Álbum de Mapas de Riesgo Sísmico-Fisiográfico-Climatológico de la Cuenca del Río Santa, paleo-sismicidad. Escalas apropiadas.

III. PROYECTOS (ESTUDIOS) DE CARÁCTER GENERAL.

- 10). Impacto económico y social de los riesgos geológicos en el Perú (ver estudio preliminar en el Anexo No. 1).
- 11). Desertificación en el Territorio del Perú.

FIGURA N° 2
PROGRAMA NACIONAL DE RIESGOS NATURALES
PROYECTOS PERÍODO 1995-1997

Proyecto	1995	1996	1997	Estimación de Costos (US\$ x 1,000)
1	—xx	xx—	—	45
2	—xx	xx—	—	45
3	—xx	xxxx	xx—	90
4	—xx	xxxx	xxxx	72
5	—xx	xx—	—	35
6	—	xxxx	—	25
7	—	xxxx	—	20
8	xxxx	xxxx	xxxx	50
9	—	xxxx	—	35
10	—	xxxx	—	35
11	—xx	xx—	—	25
12	—xx	xxxx	—	75

Incluye Costo de Publicación

RECURSOS HUMANOS Y CIENTÍFICOS

En el INGEMMET existen profesionales idóneos para desarrollar los diversos proyectos de riesgos naturales, aunque adolecen de los mismos problemas descritos antes, especialmente la falta de interés en métodos modernos de trabajo para la preparación de informes y mapas. Otro problema es la nula supervisión a que esta sometida esta actividad, por sus jefes inmediatos. La adecuación del personal al cumplimiento de ordenes del Consejo Directivo, y su adopción de métodos modernos, permitiría cuadruplicar su producción. En ciertos casos se podría requerir contratar personal auxiliar adicional.

En todo caso es recomendable llevar a cabo estos proyectos mediante los convenios-marco realizados con las Universidades del País, extendiéndolos a otras instituciones y a las Autoridades regionales según se requiera. De esta manera se contaría con un gran número de colaboradores y se entrenaría a muchas personas.

Se deberán establecer además lazos estrechos de colaboración con los servicios Geofísicos, Climatológicos, Hidrográficos y otros, para recibir información de estas fuentes y combinarlos con los estudios geológicos y geodinámicos de Ingemmet.

De esta manera se propone que INGEMMET coordine trabajos regionalmente, centralice la información pertinente y divulgue los resultados en forma estandarizada y metódica.

Se propone además, crear una base de datos de profesionales, empresas e instituciones vinculadas al estudio de Riesgos Naturales en el Perú; Instituciones:

- 1).- Facultades de Geología y Minas.
- 2).- Facultades de Ingeniería Civil.
- 3).- Servicio Nacional de Hidrografía y Oceanografía de
- 4).- La Marina de Guerra del Perú.
- 5).- Servicio Nacional de Meteorología (SENAMHI).
- 6).- Instituto Geofísico del Perú.
- 7).- Sistema Nacional de Defensa Civil

PERFECCIONAMIENTO Y ASISTENCIA EXTRANJERA

Existen numerosas instituciones extranjeras que regularmente imparten cursos de perfeccionamiento y desarrollan talleres vinculados a los temas de estudios de riesgos geológicos.

Igualmente convenios establecidos por el Perú con Países Desarrollados o Instituciones Multinacionales (ONU, OMM, BM, BID, MITI, etc.,) que ofrecen colaboración técnica. Igualmente Universidades extranjeras y los Servicios Geológicos de Estados Unidos, Gran Bretaña, Francia y España, pueden coordinar y realizar programas de asistencia tecnológica para proyectos específicos, visitas y cursos para geólogos y otros profesionales relacionados con el tema.

Actualmente, las bases están dadas para canalizar colaboración en el marco del Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales de las Naciones Unidas, al cual se han adscrito UNDRO (Oficina de Coordinación de las Naciones Unidas para el Socorro en caso de Desastres), JICA (Agencia de Cooperación Internacional Japonesa). ODA (Administración de Desarrollo Extranjero de Inglaterra), el Consejo Británico, entre otras.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO Y APOYO

La regularidad de los programas se sustenta en un financiamiento estable de los proyectos y el mantenimiento de una estructura básica.

El financiamiento de la estructura básica debe ser aportado por el Estado en el marco del presupuesto anual con fondos del tesoro público.

Los proyectos específicos podrían ser además financiados en función de las necesidades de los sujetos a incurrir en pérdidas., en ese ámbito se ubican algunas empresas industriales, aseguradoras, turísticas, petroleras, mineras, etc.

También se debe explorar y requerir el apoyo de entidades públicas, Municipales, Regionales y Nacionales, quienes, de acuerdo a sus necesidades y prioridades, deberán contemplar, individual o colectivamente, los recursos adecuados para realizar estudios de riesgo natural. Estas instituciones pueden actuar como colaboradores directos en algunas tareas específicas, como es el caso actual de la Corporación de Tacna.

Finalmente, siempre en el marco de un plan sólido y bien fundado, mediante convenios internacionales con Universidades, Servicios Geológicos, la Comunidad Europea, Instituciones Filantrópicas, como la ODA de Inglaterra, por ejemplo.

ANEXO N° 4

ESTUDIO PRELIMINAR DE COSTO-BENEFICIO DEL PROGRAMA NACIONAL DE RIESGOS NATURALES DE INGEMMET

1.0. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes Generales

Muchos países desarrollados o en vías de desarrollo, se enfrentan frecuentemente a desastres naturales. Los estudios para mitigar estos desastres en forma adecuada, son sinónimo de progreso económico. El costo de rehabilitación y reconstrucción después de los desastres, reduce significativamente el ahorro privado y público, disminuyendo la posibilidad de inversiones productivas.

En los últimos 35 años, procesos naturales como terremotos, huracanes, inundaciones, sequías, desertificación y deslizamientos en la región de América Latina y el Caribe han terminado con la vida de 180.000 personas, afectando a 100 millones más, causando pérdidas por más de US\$ 54 mil millones en daños a la propiedad (OEA/DDRMA, 1991). En todos los países afectados la población con menos recursos es la que generalmente, sufre los impactos más severos.

Entre los criterios fundamentales que se consideran para la mitigación y prevención de los desastres naturales a nivel mundial está obviamente, la protección de la vida y lograr que no se produzcan alteraciones mayores en la utilización de los servicios básicos en un momento determinado.

A pesar de la eficacia de las medidas de mitigación en relación al costo, más del 90% de los fondos internacionales destinados a la atención de amenazas naturales en América Latina, están principalmente dirigidos a actividades de auxilio, rehabilitación y reconstrucción de desastres, quedando solamente un 10% destinado a actividades de prevención. En consecuencia, los responsables de tomar las decisiones deben comparar el costo de pérdidas potenciales por peligros naturales de origen geológico, con el costo de las acciones para mitigar o reducir las pérdidas.

Las pérdidas económicas han sido una de las variables de los costos de los riesgos naturales de origen geológicos en diversos países. Sin embargo, representan sólo una fracción del ver-

dadero impacto, pues éstos causan considerables pérdidas a individuos y comunidades, incluyendo muertos y heridos. Además, por sus características, los desastres generalmente producen impacto psicológico en la población, interrupción de formas de vida y reducción de la estabilidad de la comunidad.

Como se expone en el planeamiento del Programa Nacional de Riesgos Naturales de INGEMMET, se proponen 11 proyectos, con el propósito de mitigar las pérdidas de vidas humanas y económicas. Estos incluyen el estudio y análisis de los riesgos más comunes en dos grandes grupos:

PROYECTOS PRIORITARIOS

- PROYECTOS DE "RIESGOS FISIAGRÁFICOS-CLIMATOLÓGICOS"
 - Álbum de Mapas de Zonificación de Riesgos Fisiográficos-Climatológicos de la Costa y Cordillera Occidental del Perú, escalas 1:500,000. (Huaycos, aluviones, inundaciones, deslizamientos, incluso los efectos del Niño).
- PROYECTOS DE "RIESGOS SÍSMICOS-VOLCÁNICOS-FISIAGRÁFICOS"
 - Mapa de Zonificación Sísmica del Territorio Peruano, Escala 1:1'000,000. (En base a paleosismicidad, información del Instituto Geofísico del Perú, y a las bases de datos históricas de INGEMMET). Incluyendo evidencias de tsunamis en ciudades costeras.
 - Álbum de Mapas de Riesgo Volcánico de las Principales Ciudades del Sur-Oeste del Perú. Escala 1:500,000.
 - Vigilancia de la actividad volcánica e hidrotermalismo en el sur del país. (en coordinación con el Instituto Geofísico y mediante muestreos periódicos de corrientes y acuíferos).
 - Mapa de Suelo de Fundación de Lima-Callao, incluyendo los taludes de los acantilados del SW, escala 1:250,000, paleosismicidad.
 - Mapa de Suelo de Fundación de la Región de Arequipa, Escala 1:250,000, paleo-sismicidad.
 - Mapa de Suelo de Fundación de la Región de Moquegua, escala 1:100,000, paleo-sismicidad.
 - Mapa de Suelo de Fundación de la Región de Tacna-La Yarada, escala 1:100,000, paleo-sismicidad.

- Álbum de Mapas de Riesgo Sísmico-Fisiográfico-Climatológico de la Cuenca del Río Santa, paleo-sismicidad. Escalas apropiadas.
- PROYECTOS (ESTUDIOS) DE CARÁCTER GENERAL.
 - Impacto económico y social de los riesgos geológicos en el Perú (ver estudio preliminar en el Anexo No. 1).
 - Desertificación en el Territorio del Perú.

Objetivos

El presente estudio tiene como objetivos:

- 1).- Identificar parámetros generales, que permitan estimar el costo-beneficio del Programa de Riesgos Naturales (PRN).
- 2).- Estimar una relación entre el costo del PNR y las inversiones que existen en las áreas de impacto de los proyectos (beneficio).
- 3).- Estimar sobre la base de datos generales, pero reales, cuánto se ha invertido en superar etapas inmediatas a algunos desastres naturales, ocurridos recientemente en nuestro país.

Metodología

Como proceso metodológico para este estudio preliminar, se siguen las siguientes etapas:

- 1).- Revisión de metodología de trabajos precedentes, relacionadas con el tema.
- 2).- Recopilación de antecedentes generales en diferentes servicios y ministerios en Lima, como el Instituto Nacional de Estadísticas, Sistema de Defensa Civil, Cruz Roja Peruana, Seguro Social, Ministerio de Salud, SUNAT, Municipalidades, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Ministerio de Pesquería, Ministerio de Vivienda, Instituto Geofísico, Ministerio de la Presidencia, etc.
- 3).- Elección de, a lo menos, dos variables integradoras del espacio geográfico, que fueran cuantificables y de tipo general.
- 4).- Estimación de cifras, para la evaluación económica del área de estudio.

Luego de analizar los datos obtenidos, las variables tipo a observar en este estudio, será la vivienda, infraestructura nacional como carreteras, otras obras públicas y privadas importantes. porque:

- a).- Se dispone de los datos actualizados del autoavalúo por distritos a nivel nacional, y otros datos del INEI, 1994.
- b).- Históricamente, las viviendas y vías de comunicación han sido las más afectadas a raíz de los desastres naturales, generándose todos los problemas socioeconómicos asociados: necesidad de albergues, alimentación y reconstrucción.
- c).- Se estima importante cuantificar la variable, tomando como base las viviendas medianas a populares, considerando una vivienda tipo con urbanización, de un valor aproximado de US\$ 20,000 (70m²). Estas han sido las más afectadas por desastres naturales y representan un valor manejable mínimo, en caso de pérdida.
- d).- Se asume, como población y bienes amenazados, al 30% del total existente en una unidad geográfica amagada (UG) y se estima que los resultados representan cifras conservadoras, ya que las áreas incluidas en los proyectos del PNR, han sido afectadas por riesgos geológicos de una magnitud importante, en tiempos históricos.

ALCANCES Y LIMITACIONES

Alcances

- 1).- Este estudio es de carácter preliminar.
- b).- Las áreas geográficas se limitan a las involucradas en los proyectos.
- c).- Se utiliza como base para la cuantificación del costo-beneficio, la vivienda básica a mediana urbanizada en nuestro país.

Limitaciones

- 1).- Por su carácter preliminar, se ha dispuesto un tiempo reducido para recopilar y procesar la información.
- 2).- Existe una gran dispersión de información.
- 3).- La información de los Censos Nacionales (INEI)
- 4).- Diversidad de riesgos.

DATOS GENERALES

Región Costera (RG)

El Gráfico 1, muestra los datos poblacionales y de viviendas de las ciudades costeras del Perú, con más de 10.000 habitantes. En esta RG se encuentran, al menos, 12.5 millones de habitantes potencialmente expuestos al riesgo de tsunamis, sismos y huaycos con una eventual pérdida de 100,000 vidas y 625,000 viviendas.

Se estima que, sólo por concepto de viviendas tipo, podrían perderse unos US \$ 6,250 millones. Las restantes viviendas, edificios (hoteles, industrias, diversas instituciones e instalaciones portuarias, entre otras), se calcula que, por lo menos triplicarían la cantidad anterior.

Es importante destacar que no se incluye el valor de puentes, caminos, servicios básicos, el eventual efecto económico negativo en la interrupción de la producción y exención tributaria.

Región Cordillerana y Valles Interandinos (RCVI)

En el gráfico 2 se muestran los datos de población y vivienda de ciudades de más de 10,000 habitantes en la RCVI. En esta Región viven más de 4.5 millones de habitantes, potencialmente en riesgo de sismos y riesgos fisiográficos-climatológicos, que podrían originar una eventual pérdida de 52,000 viviendas. Se estima que la inversión mínima en viviendas urbanizadas en la RCVI es de US \$ 120 millones.

Se piensa que las viviendas y los edificios restantes afectados, principalmente en el importante sector turístico, triplicarían, a lo menos, la cantidad anterior. No se incluye el costo de puentes, caminos, el eventual efecto económico negativo por la interrupción de la producción y exención tributaria.

Región Sur Occidental (RSO)

En el gráfico 3 se exhiben los datos de población y vivienda de zonas cercanas a centros volcánicos activos, históricamente activos y paleo-volcanes. En esta RSO se encuentran, a lo menos, 2 millones de habitantes, con riesgo potencial de erupciones volcánicas y sus procesos asociados (i.e. sismos, lluvia de cenizas, lahares o corrientes de barro), con una eventual pérdida de 300,000 vidas y de 150,000 viviendas. Además, por ser algunas de estas zonas en la RSO de gran atractivo turístico, se realizan importantes inversiones en infraestructura. Eventualmente, se estima una inversión en el área de riesgo del orden de los US \$ 1,500 millones.

Es importante recordar que la propia dinámica de las áreas volcánicas, las convierte en vulnerables. Esta vulnerabilidad estará determinada, principalmente, por la cercanía al centro volcánico y su organización socioeconómica.

Como situación ilustrativa se presentan algunos costos determinados por la actividad del volcán Sabancaya. Se estima que ésta produce pérdidas inmediatas y mediatas en diversos aspectos económicos evaluadas en más de US \$ 4 millones. Esta cifra considera los estudios, monitoreo, agricultura, ganadería, y otras pérdidas económicas.

Región del Collao (rc)

En el gráfico 4 se muestran datos poblacionales y de vivienda de sectores virtualmente amenazados por riesgos climatológicos en la cuenca del Titicaca. En esta RC se encuentran potencialmente en condiciones de riesgo, tanto de inundación, sequías (Niño), huaycos, etc., un millón de personas y alrededor de 50,000 viviendas.

En las inundaciones de 1986, según cálculos estimativos, se habrían gastado, sólo en la atención de la emergencia inmediata, unos US\$ 10 millones. A ello se deben sumar, entre otras, las "ayudas solidarias", que tienen costos estimados cercanos a US \$ 30 millones de dólares. Este es un proceso recurrente (en diferentes magnitudes) en los sectores que bordean el lago.

CONCLUSIONES

Mediante este estudio preliminar, se puede concluir que:

- 1).- Las unidades geográficas involucradas en los proyectos del Programa Nacional de Riesgos Naturales (PNRN) contienen, aproximadamente, el 70% de la población del país. De esa población, un total de 12.6 millones de personas se encuentran bajo la amenaza de un riesgo natural potencial.
- 2).- Existe un impacto no cuantificado de los riesgos geológicos relacionados con el normal desarrollo de actividades económicas, principalmente del área de la producción de materias primas, manufacturas y servicios (turismo). Lo mismo ocurre con la infraestructura básica, que es el equipamiento de un área y, en general, con todas aquellas obras de ingeniería mayor, como puentes, caminos, hospitales, servicios básicos, etc.
- 3).- El total de viviendas (colectivas y particulares) que se encuentran en las zonas de riesgo planteadas por los proyectos del PNRN es del orden de los 877,000 con un valor total que supera los US\$ 10,000 millones.
- 4).- En cuanto a la infraestructura básica de las unidades geográficas amagadas, sólo se conocen los valores generales, como el valor promedio de US\$ 54 del metro cúbico de carretera asfaltada (5 a 25 centímetros de espesor) y el costo de US\$ 5.000, para el metro lineal promedio de puente.

Cabe destacar que, en materia de impuestos, la tasa de contribuciones corresponde al 2% anual, sobre el monto afecto y es igual en todo el país. Las propiedades avaluadas en menos de (US\$ 500) están exentas de pagar contribuciones.

Se recomienda que, en caso de realizar un estudio de evaluación social detallado, más que resaltar las transferencias de bienes de capital de un sector a otro (i.e. impuestos), es importante identificar los "cambios" que produce un riesgo geológico entre los consumidores, productores y el Estado.

A nivel mundial, se ha estimado que la relación de lo gastado en forma inmediata en una emergencia para suplir las primeras necesidades, corresponde sólo al 10-20% del valor de lo que cuesta finalmente volver todo a la normalidad.

En general, el total de la estimación de capital invertido y susceptible de ser afectado, sólo en concepto de viviendas urbanizadas tipo (70 m²) en las áreas amagadas, es de unos US\$ 20,000 millones, lo que representa el valor mínimo amenazado. Si se dispusiera de la estimación del "factor trauma" de la población afectada, las variaciones del valor del suelo, el valor tiempo, la productividad, infraestructura turística en general, puentes e industrias, la cifra aumentaría en forma considerable. Lo anterior, es fundamental para una evaluación final "costo-beneficio" de las recomendaciones que surjan de los estudios y la consecuente implementación de sistemas de vigilancia y mitigación.

Actualmente existen inversiones importantes desarrolladas en las áreas que incluyen los proyectos en el PNGN. Sólo con la realización de éstos se podría llegar a conocer y efectuar programas de mitigar, aunque no evitar, los riesgos de magnitud importante y de un período de recurrencia corto, a escala humana.

REFERENCIAS

OEAV/DDRMA (1991). Desastre, Planificación y Desarrollo: manejo de amenazas naturales para reducir los daños. Washington, D.C.

Plan de Riesgos Naturales, SERNAGEOMIN, Chile-1995.

INGEMMET - (1996 - 2002)

COSTOS ESTIMADOS PARA LAS ACTIVIDADES DE CARTA GEOLOGICA NACIONAL Y RECURSOS MINEROS CORDILLERA ORIENTAL Y LLANO AMAZONICO En Miles de US\$

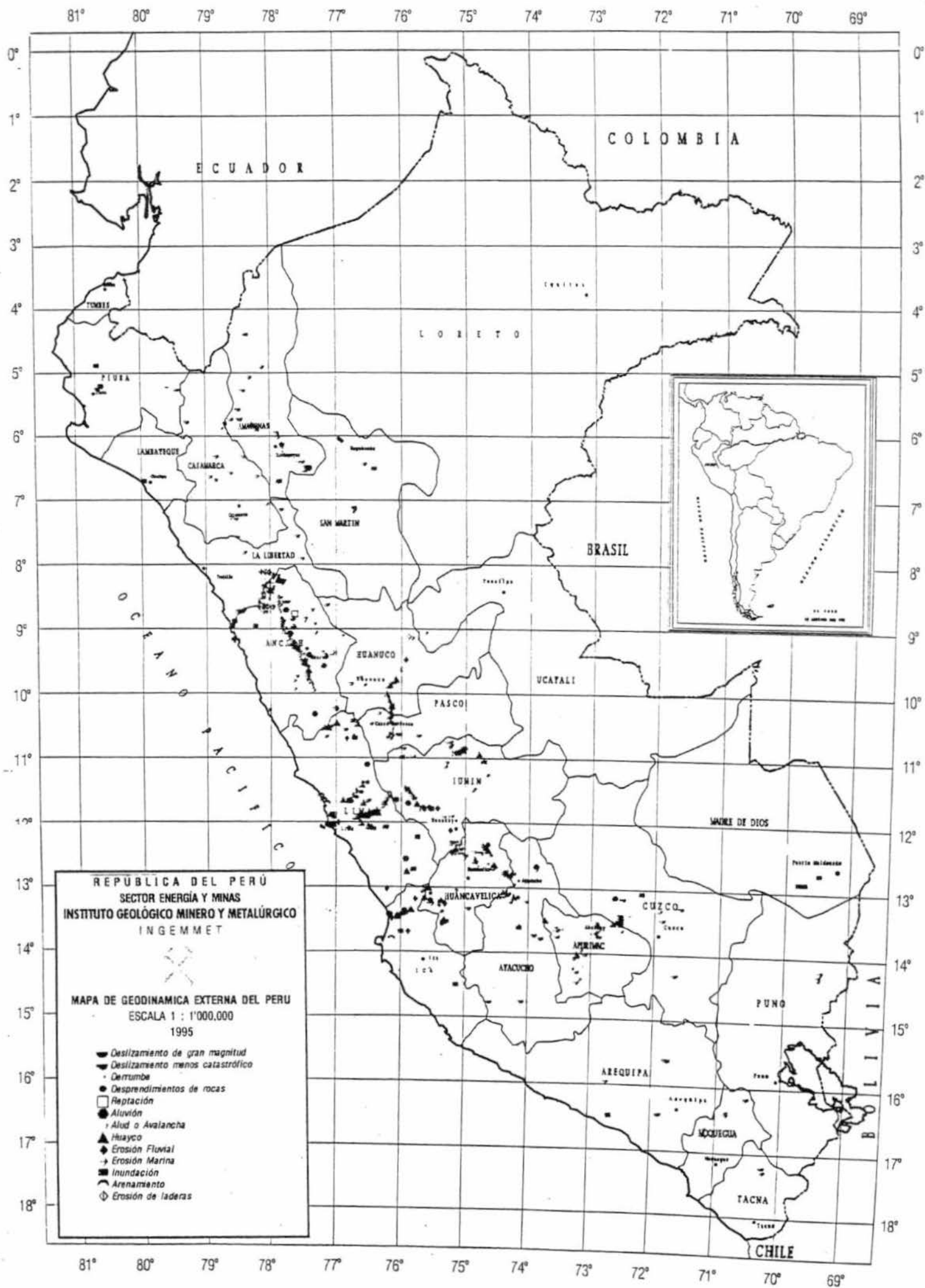
AÑOS PROYECTOS	1996		1997		1998		1999		2000		2001		2002		TOTAL	
	Cuadrángulos		Cuadrángulos		Cuadrángulos		Cuadrángulos		Cuadrángulos		Cuadrángulos		Cuadrángulos		Cuadrángulos	
	Cant.	Costo	Cant.	Costo	Cant.	Costo	Cant.	Costo	Cant.	Costo	Cant.	Costo	Costo	Costo	Cant.	Costo
CORDILLERA ORIENTAL (Selva Alta) Escala 1:100,000		1.798		2.956		3.117		2.798								10.669
Recopilación, procesamiento e interpretación Campo		200		248		248		204								900
Informes, Mapas y memorias	13	1.437	17	2.478	17	2.634	14	2.436							61	8.985
Publicación		109		150		150		100								509
		52		80		85		58								275
ORIENTE (Llano Amazonico) Escala 1:100,000		545		818		1.617		1.692		1.787		2.063		2.297		10.819
Digitalización	60	180	60	190											120	370
Chequeo de Campo	8	296	12	472	20	831	20	881	20	932	20	1.000	20	1.155	80	5.567
Elaboración de Mapas e Informe final		55		120		212		225		238		280		294		1.424
Publicación		14		36		106		95		109		115		127		602
Escala 1:200,000						468		491		508		668		721		2.856
Digitalización					*50	83	*50	88							100	171
Chequeo de Campo					16	320	16	328	20	420	24	560	24	599		2.227
Elaboración de Mapas e Informe final					16	30	16	35	20	40	24	48	24	54		207
Publicación					15	35	15	40	20	48	25	60	25	68		251
SUB-TOTAL		2.343		3.774		4.734		4.490		1.787		2.063		2.297		21.488
Bienes de Capital		1.312														1.312
Entrenamiento		30		20		20		20		20						110
Gastos en, reposición y mantenimiento de Equipos e imprevistos		20		144		152		160		164			295			935
TOTAL		3.705		3.938		4.906		4.670		1.971		2.063		2.592		23.845

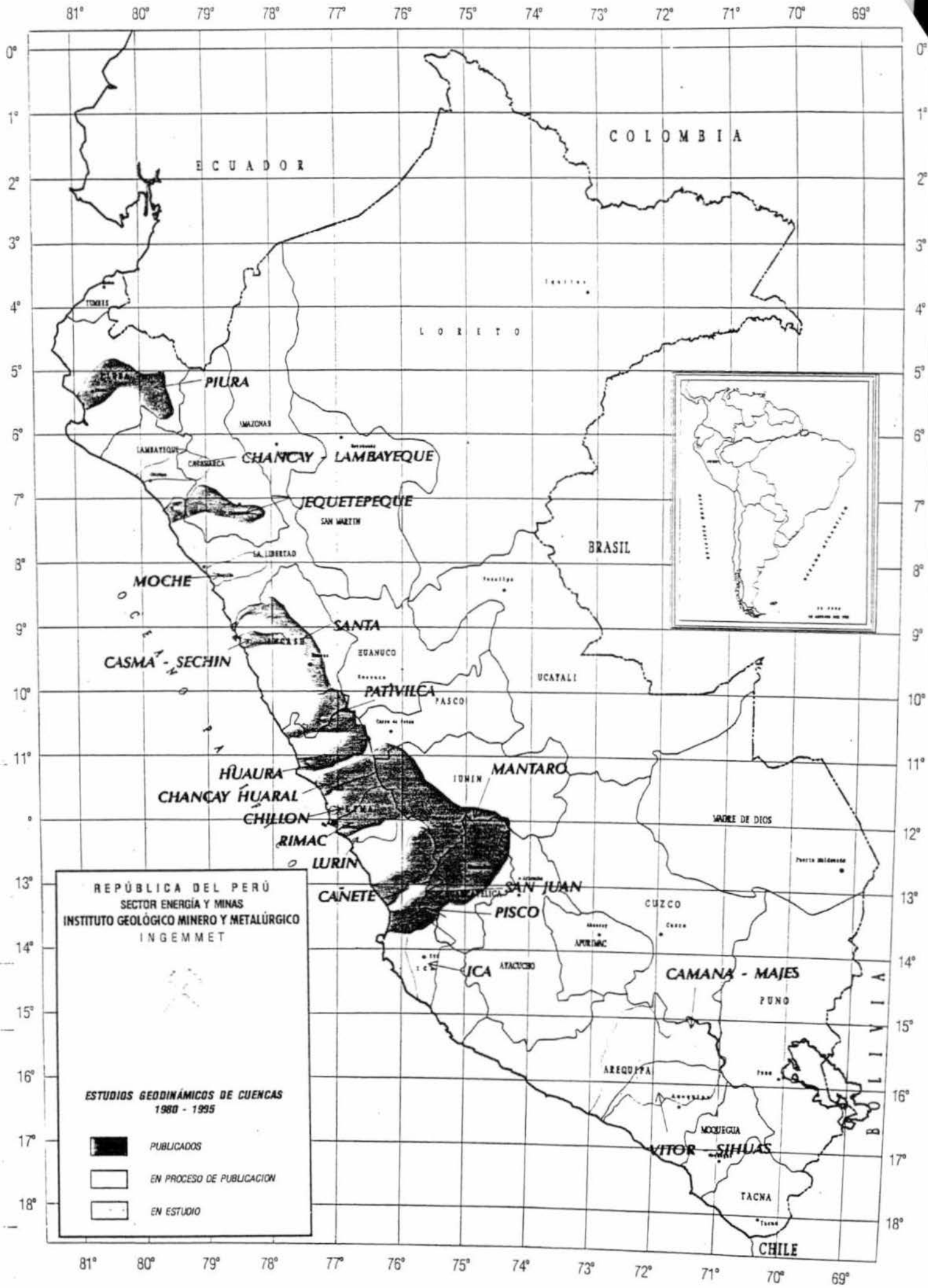
CARTA GEOLOGICA NACIONAL

CUADRANGULOS ESTUDIADOS CON MAPAS A ESCALA 1:100,000

<u>Nº BOLETIN</u>	<u>NOMBRE DE CUADRANGULO</u>	<u>AUTOR</u>	<u>AÑOS</u>
02	Atico	Bellido E.-Narvaez S.	1960
03	Ocoña	Mendivil S.-Castillo W.	1960
04	Pachía y Palca	Wilson J.-García W.	1962
05	Punta de Bombón y Clemesí	Bellido E.-Guevara C.	1963
06	La Yadra-Tacna y Huaylillas	Jaeñ H.-Ortiz G.-Wilson J.	1963
07	Ilo-Locumba	Narvaez S.	1964
08	Sto. de Chuco-Sta. Rosa	Cossío A.	1964
09	Pataz	Wilson J.-Reyes L.	1964
10	Maure-Antajave	Mendivil S.	1965
11	Tarata	Jaeñ H.	1965
12	Pampas	Guizado J.-Landa C.	1966
14	Ichuña	Marocco R.	1966
17	Puemape-Chocope-Otuzco		
	Trujillo-Salaverry-Santa	Cossío A.-Jaeñ H.	1967
18	Huancayo	Mégard F.	1968
19	Mollendo-La Joya	García W.	1968
20	Aplao	Guizado J.	1968
21	Camaná-La Yesera	Pecho V.-Morales G.	1969
23	Characato	Guevara C.	1969
24	Arequipa	Vargas L.	1970
25	Ocongate-Sicuani	Audebaud E.	1973
26	Barranca-Ambar-Oyón		
	Huacho-Huaral-Canta	Cobbing J.-Pitcher W.- Garayar J.	1973
27	Andahuaylas-Abancay		
	Cotabambas	Marocco R.	1975
29	Puquina-Omate-Huaitiri		
	Mazocruz-Pizacoma	García W.	1978
30	San Juan-Acarí-Yauca	Caldas J.	1978
31	Cajamarca-San Marcos- Cajabamba	Reyes L.	1980
32	Bayovar-Sechura-La Redonda		
	Punta La Negra-Lobos de		
	Tierra-Las Salinas.Morrope	Caldas J.	1980
33	Huarmeyt-Huallapampa	Myers J.	1980
34	Jaqui-Coracora-Chala- Chaparra	Olchauski E.	1980
35	Chalhuanca-Antabamba- Sto.Tomás	Pecho V.	1983
36	Matucana-Huarocharí	Salazar H.	1983
37	Pausa-Caravelí	Pecho V-	1983
38	Jayanca-Incahuasi-Cutervo		
	Chiclayo-Chongoyape-Chota	Wilson J.	1984
39	Las Playas.La Tinas-Las Lomas-Ayabaca-San Antonio		
	Chulucanas Morropón-Huan- cabamba-Olmos Pomahuaca	Reyes L. Caldas J.	1987
40	Caylloma	Dávila D.	1988
41	Pacapausa	Dávila D.	1991

42	Chivay-Callalli-Moho-Juliaca- Ilave Juli-Isla Anapia-Picha- cani-Lagunillas-Ocuviri Condo- roma.Puno-Huancané-Isla Soto-Acorao	Klick B.-Ellison B- Palacios O.	1992
43	Lima-Lurín-Chancay-Chosica	Palacios O.-Caldas J. -Vela Ch.	1992
44	Mala-Lunahuaná-Tupe Conai- ca-Chincha-Tantara-Castro- virreyna	Salazar H.-Landa C.	1993
45	Laramate-Santa Ana	Castillo-Barreda J.-Vela Ch.	1993
46	Huambo-Orcopampa	Caldas J.	1993
47	Pisco-Guadalupe Punta Gran- de-Ica Córdova.	Fernández Dávila M.	1993
48	Jauja	Paredes J.	1994
49	Santiago de Chocorvos-Paras	Palacios O.	1994
50	Chuquibamba-Cotahuasi	Olcahuski E.-Dávila D.	1994
51	Chulca-Cayarani	Palacios O.	1994
52	Cuzco-Livitaca	Mendivil S.-Dávila D.	1994
53	Lomitas.Palpa-Nazca-Puquio	Montoya M.-García W.-Caldá J	1994
54	Paita-Piura-Talara-Sullana Lobitos-Qda. Seca-Zorritos Tumbes-Zarumilla	Palacios O.	1994
56	Bagua Grande-Jumbilla- Lonya Grande-Chachapoyas- Rioja-Leimebamba-Bolivar	A. Sánchez	1995
57	Río Santa Agueda-San Ig- nacio-Aramango	J.De la Cruz	1995
58	Velille-Yauri-Ayaviri-Azángaro	N.De la Cruz	1995
59	Culebras-Casma- Chimbote	A. Sánchez	1995.
60	Pallasca-Tayabamba-Corongo Pomabamba-Carhuaz-Huari	Wilson J.; Reyes L.; Garayar J. - W.Morche-Allan C.-F.Cerrón	1995
61	Ayacucho	J.De la Cruz	1995 ..





REPÚBLICA DEL PERÚ
 SECTOR ENERGÍA Y MINAS
 INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO
 INGEMMET

**ESTUDIOS GEODINÁMICOS DE CUENCAS
 1980 - 1995**

- PUBLICADOS
- EN PROCESO DE PUBLICACION
- EN ESTUDIO

