

CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN EL PERÚ  
LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y  
TECNOLÓGICA EN EL PERÚ



507.2  
C76  
V.2

PROGRAMA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
PERÚ - BID

CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN EL PERÚ  
LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA  
Y TECNOLÓGICA EN EL PERÚ

VOLUMEN II

- Las Ingenierías en el Perú
- La Geología y Minería en el Perú
- Las Ciencias de los Materiales en el Perú

LIMA, PERÚ

---

Los 10 estudios sobre el estado de la investigación científica y tecnológica que se publican en esta serie, han sido financiados mediante una donación del Fondo Japonés administrada por el BID, para el desarrollo de la fase preparatoria del Programa de Ciencia y Tecnología del Perú.

---

Derechos de la primera edición:

© Banco Central de Reserva del Perú  
Jr. Miró Quesada 445, Lima  
Telf.: 613 2000 Anex. 2641 2642

© Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - CONCYTEC  
Calle del Comercio 197, San Borja, Lima 41  
Telf.: 225 1150

Editor Científico:  
Javier Verástegui

Diseño y Diagramación:  
IMADIS Comunicadores S.A.C / Carlos González Ramírez

Supervisión Editorial:  
Naldo Balarezo

Cuidado del Texto:  
Víctor Rojas

Hecho el Depósito Legal Nº 1501012004-7788  
ISBN: (Obra completa) 9972-53-045-0  
ISBN: (Volumen II) 9972-53-048-5

Primera edición: 2005  
Impresión: Gráfica Técnica SRL, Telf.: 436-3140

# CONTENIDO GENERAL

- Las Ingenierías en el Perú ..... 9  
Arturo Rojas Moreno
- La Geología y Minería en el Perú ..... 115  
Douglas Arteaga Lucas
- Las Ciencias de los Materiales en el Perú ..... 213  
Walter Estrada López



# LAS INGENIERÍAS EN EL PERÚ

*Arturo Rojas Moreno*



# CONTENIDO

Siglas empleadas.....	13
Resumen Ejecutivo.....	17
a.    Antecedentes.....	17
b.    Evaluación de la capacidad instalada para la investigación.....	17
c.    Definición del rol del Estado en la investigación científica.....	19
d.    Fuentes de financiamiento para el desarrollo de CyT.....	20
e.    Análisis de los problemas existentes.....	20
f.    Estrategias y prioridades en CTI en ingeniería.....	22
g.    Recomendaciones generales.....	22
Introducción al informe.....	25
Delimitación del área temática Ingeniería.....	25
Informe.....	27
1.    Antecedentes.....	27
1.1    Normativa de la CTI en el Perú.....	27
1.2    Esfuerzos anteriores para evaluar la capacidad en CyT.....	29
1.3    Contexto.....	29
1.4    Las carreras en el área temática Ingeniería.....	30
1.5    El sector universitario.....	31
2.    Evaluación de la capacidad instalada para la investigación científica y tecnológica.....	32
2.1    Recursos humanos involucrados.....	32
2.1.1    Principales grupos de investigación en ingeniería.....	32
2.1.2    Producción científica.....	33
2.1.3    Formación de investigadores jóvenes.....	34
2.1.4    Recursos financieros disponibles.....	36
2.1.5    Estudios de postgrado en ingeniería existentes y evaluación de su calidad y desempeño.....	37
2.1.6    Posibilidades de programas de postgrado integrados.....	38
2.1.7    Principales redes de investigación.....	39
2.1.8    Infraestructura (laboratorios y equipamiento disponible).....	40
3.    Definición del rol del Estado en la investigación científica.....	41
3.1    Análisis del rol del Estado y su participación.....	41
3.2    Vinculación del Estado con las universidades y entidades similares.....	43
3.3    Vinculación del Estado con el sector privado.....	43
4.    Fuentes de financiamiento existentes y su contribución al desarrollo de programas de CyT.....	44

4.1	Fuentes de financiamiento existente.....	44
4.2	Contribución de las fuentes al desarrollo de programas de investigación en el área de CyT.....	45
5.	Análisis de los problemas existentes.....	45
5.1	Fortalezas del sistema de investigación científica en ingeniería.....	45
5.2	Debilidades del sistema de investigación científica en ingeniería.....	45
5.3	Amenazas del sistema de investigación científica en ingeniería.....	46
5.4	Oportunidades del sistema de investigación científica en ingeniería.....	47
5.5	Análisis de los problemas existentes empleando la matriz FODA.....	47
5.5.1	La matriz FODA empleada.....	47
5.5.2	Estrategias derivadas del análisis FODA.....	51
5.6	Otras estrategias para el desarrollo de CTI.....	52
6.	Definir las estrategias de desarrollo de CTI, así como las prioridades en CTI en el área temática Ingeniería.....	53
6.1	Clasificación de las estrategias.....	53
6.2	Prioridades en CTI en el área temática Ingeniería.....	54
6.2.1	Listado de prioridades.....	54
6.2.2	Jerarquización de la ejecución de las prioridades.....	58
7.	Conclusiones.....	60
7.1	Con relación a la capacidad instalada para la investigación científica y tecnológica en el área temática Ingeniería.....	60
7.2	Con relación a la definición del rol del Estado en la investigación científica.....	60
7.3	Con relación al análisis de los problemas existentes y matriz FODA.....	61
8.	Recomendaciones.....	61
8.1	Cuando se discuta el otorgamiento del préstamo BID al Perú.....	61
8.2	Recomendaciones para llevar a buen fin las estrategias de CyT en el área temática Ingeniería.....	61
ANEXO 1:	Índice del trabajo de los consultores sobre las capacidades en investigación científica y tecnológica en el Perú.....	62
ANEXO 2:	Capacidades para la investigación científica en las distintas áreas temáticas.....	63
ANEXO 3:	Cuestionario.....	64
ANEXO 4:	Universidades que ofrecen carreras en el área temática Ingeniería.....	66
ANEXO 5:	Resultados del trabajo de campo en el área temática Ingeniería.....	81
ANEXO 6:	Ranking de programas de maestría en el área temática Ingeniería.....	105
ANEXO 7:	Ficha de Enlace (preguntas propuestas por Jim Mullim).....	106
ANEXO 8:	Resumen de los programas de postgrado en el área temática Ingeniería.....	109

## SIGLAS EMPLEADAS

ALCA: Área de Libre Comercio de las Américas  
ADSL: Asymmetric Digital Subscriber Line  
ANR: Asamblea Nacional de Rectores  
APEC: Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico  
ATPA: Ley de Preferencias Arancelarias Andinas  
BID: Banco Interamericano de Desarrollo  
BITNET: Because it's time network  
CAD: Computer Aided Design  
CAN: Corporación Andina de Naciones  
CEE: Comunidad Económica Europea  
CENDICYT: Centro Nacional de Documentación e Información Científica y Tecnológica  
CER: Centro de Energías Renovables  
CIDE: Centro de Investigación y Documentación Educativa  
CITE: Centros de Innovación Tecnológica  
COES: Centro de Operación Económica del Sistema  
COFIDE: Corporación Financiera de Desarrollo  
CONAFU: Consejo Nacional para la Autorización de Funcionamiento de Universidades  
CONCYTEC: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología  
CONEIC: Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería Civil  
CONEIMERA: Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Ramas Afines  
CONEIS: Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería Industrial y de Sistemas  
CONFIEP: Confederación Nacional de Instituciones Empresariales Privadas  
CONIDA: Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial  
CPT: Compañía Peruana de Teléfonos  
CTI: Ciencia, Tecnología e Innovación  
CyT: Ciencia y Tecnología  
CYTED: Ciencia y Tecnología para el Desarrollo  
ENFEN: Estudio Nacional del Fenómeno El Niño  
FAO: Food and Agricultural Organization  
FIEE: Facultad de Ing. Eléctrica y Electrónica  
FIQM: Facultad de Ing. Química y Manufacturera  
FITEL: Fondo de inversión para las telecomunicaciones  
FODA: Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas  
FUNDACYT: Fundación para la Ciencia y la Tecnología, Ecuador  
GPS: Global Positioning Systems  
HVDC: High Voltage Direct Current  
IEEE: Institute of Electrical and Electronic Engineers  
IGP: Instituto Geofísico del Perú  
INADE: Instituto Nacional de Desarrollo  
INADUR: Instituto Nacional de Desarrollo Urbano

INDECOPI: Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual  
 INEI: Instituto Nacional de Estadística e Informática  
 INFES: Instituto Nacional de Infraestructura Educativa y de Salud  
 INICTEL: Instituto Nacional de Capacitación para las Telecomunicaciones  
 INTERCON: Congreso Internacional de Electricidad, Electrónica y Sistemas  
 IPEN: Instituto Peruano de Energía Nuclear  
 ISTECH: Ibero American Science & Technology Education Consortium  
 ITINTEC: Instituto de Investigación Tecnológica y de Normas Técnicas  
 JICA: Japan International Cooperation Agency  
 TLC: Tratado de Libre Comercio  
 MITINCI: Ministerio de Industria, Turismo e Integración  
 NSF: National Science Foundation  
 OSINERG: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía  
 OSIPTEL: Organismo Supervisor de la Inversión Privada en Telecomunicaciones  
 OSITRAN: Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público  
 PAR: Plan de Electrificación Rural  
 PNUD: Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo  
 PRONACEM: Programa Nacional de Electrónica y Microelectrónica  
 PUCP: Pontificia Universidad Católica del Perú  
 PYMES: Pequeñas y Medianas Empresas  
 RDPML: Red de Producción más Limpia  
 RIBEN: Red sobre el Impacto Biológico de los Eventos de El Niño  
 RICOTEL: Red Iberoamericana de Cooperación en Telemática  
 RITOS: Red Iberoamericana de Tecnología de Software  
 RPS: Red Peruana de Soldadura  
 SECIPI: Secretaría de Cooperación Internacional Española  
 SENATI: Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial  
 SENCICO: Servicio Nacional de Normalización, Capacitación e Investigación para la Industria de la Construcción  
 SIMA: Servicio Industrial de la Marina  
 SIN: Sociedad Nacional de Industrias  
 SUNASS: Superintendencia Nacional de Servicios y Saneamiento  
 TIC: Tecnología de Información y de Comunicación  
 UIGV: Universidad Inca Garcilaso de la Vega  
 UL: Universidad de Lima  
 UNI: Universidad Nacional de Ingeniería  
 UNAC: Universidad Nacional del Callao  
 UNALM: Universidad Nacional Agraria La Molina  
 UNFV: Universidad Nacional Federico Villarreal  
 ULIMA: Universidad de Lima  
 UNMSM: Universidad Nacional Mayor de San Marcos  
 UNP: Universidad Nacional de Piura  
 UNSA: Universidad Nacional de San Agustín

UNSAAC: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

UNITRU: Universidad Nacional de Trujillo

UPC: Universidad Peruana de Ciencias

UPCH: Universidad Peruana Cayetano Heredia

USMP: Universidad de San Martín de Porres

USIL: Universidad San Ignaciò de Loyola

WI-FI: Wireless Fidelity



# RESUMEN EJECUTIVO

## A. ANTECEDENTES

Normativa de la CTI en el Perú. (a) El órgano rector de la CyT es el CONCYTEC. (b) Ley Universitaria 23733. (c) Institutos de Investigación: CONIDA y SIMA (Defensa), IGP (Educación), SENCICO (Vivienda, Construcción y Saneamiento), SENATI (Comercio Exterior y Turismo), IPEN (Energía y Minas). (e) Ley 27267 de CITEs. (d) Caso interesante: ITINTEC.

Esfuerzos anteriores para evaluar la capacidad en CyT. (a) 1994-1995: Programa de Ciencia y Tecnología para la Producción (nunca llegó a cristalizarse). (b) 1995: Programa Nacional de Electrónica y Microelectrónica (actualmente inactivo).

Contexto. (a) Acciones de gobierno: Leyes de Modernización del Estado y de Descentralización del país, Plan Nacional de Competitividad, Proyecto de Ley General de Promoción de la CyT para el Desarrollo Nacional, Gobierno Electrónico, Ley de Firmas y Certificados Digitales, y Sistema Electrónico de Adquisiciones y Contrataciones del Estado. (b) Las grandes ciudades del país poseen buenos servicios de telecomunicaciones. (c) Existe potencia eléctrica disponible. A partir del 2004 se usará el gas de Camisea.

Carreras en el área temática Ingeniería: Ingenierías Industrial, Electrónica, Eléctrica, Mecánica-Eléctrica, Mecánica, Mecánica de Fluidos, Civil, Mecatrónica, Química, Textil, Naval, Petróleo y Petroquímica (Anexo 4). Hace 3 años Telecomunicaciones era parte de Electrónica.

El sector universitario. (a) A partir de 1968 se deterioran los sueldos de los docentes. Por ello muchos emigran a las empresas públicas y privadas. (b) La ley universitaria de los 80 exigía grados de Maestro o Doctor a los docentes para ser promovidos. Esto motivó la creación de muchas maestrías, sin tener en cuenta la calidad. (c) En universidades privadas los docentes tienen poco tiempo para investigar porque la carga lectiva es de 20 a 25 horas/semana. En las universidades públicas la carga lectiva es de 12 horas. Como el sueldo es muy bajo (US \$ 300 a 400 mensual), entonces el docente complementa su sueldo con otras tareas, en lugar de hacer investigación. (d) Las actividades del sector universitario son principalmente docencia y prestación de servicios. En varios casos, el ingreso por prestación de servicios cubre del 40 al 60 % del presupuesto de funcionamiento de la universidad. Muy poco (6 %) se destina a CyT. Las universidades privadas dedican muy poco presupuesto para CyT.

## B. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD INSTALADA PARA LA INVESTIGACIÓN

Principales grupos de investigación en Ingeniería. Tales grupos se organizan alrededor de una línea o proyecto de CyT. Las líneas de investigación (ver punto 2.1.1) en los institutos

sectoriales y en los universitarios responden a la misión de cada institución. En las universidades, cada maestría ofrecida refleja una o más líneas de investigación; en otros casos, las líneas de investigación son el reflejo de las especialidades de los investigadores.

**Producción científica en ingeniería.** En general, pobre. Las publicaciones en revistas arbitradas no pasan de 10 por año. Anualmente se elaboran como 20 tesis de maestrías en todo el país, pero en muchos casos sus resultados, resumidos en artículos, no se envían para revisión en las revistas arbitradas por varios motivos: falta de dominio del idioma, bajo nivel científico, carencia de apoyo, falta de interés. No conozco textos publicados a nivel de postgrado en el 2002. La publicación de textos de antegrado tampoco abunda. Existen pocas revistas que publican los trabajos de CyT.

**Formación de investigadores jóvenes.** (a) Las universidades públicas son gratuitas. Los postulantes compiten para ser admitidos. La formación básica mantiene un nivel aceptable. La formación profesional ha disminuido de nivel debido a la baja asignación presupuestal y a la carencia de un sistema de acreditación. Los mejores estudiantes ya no consideran a la docencia y a la investigación como una alternativa. La gran mayoría de los docentes no posee un grado de maestría en su especialidad, (b) La mayoría de las universidades privadas no hacen investigación. En dichas universidades la política es lograr que las tasas de deserción y de desaprobados sea mínima. (c) Existe gran oferta de estudios de maestrías en ingeniería, pero pocas están orientadas a la investigación científica. Existen solo tres programas de doctorado (punto 2.1.5 del informe). (d) La formación de investigadores jóvenes, a nivel de maestría, se intensifica durante la elaboración de sus tesis. Los graduados (que son los menos) tienen muy pocas oportunidades para seguir ejerciendo la investigación. (e) Para contar con una masa crítica de investigadores, son necesarios los programas de maestría y de doctorado (a menor escala). Los educadores deben ser doctores especializados en las áreas prioritarias en CyT.

**Recursos financieros disponibles.** (a) El Estado sólo cubre del 40 al 50% del presupuesto de funcionamiento en muchas de las universidades nacionales, las cuales se ven forzadas a generar recursos propios mediante empresas de servicios. Muy poco de lo que producen tales empresas se destina a investigación. (b) El Estado, dentro del presupuesto para cada universidad, destina un rubro para investigación (6%). En muchas universidades este dinero se reparte entre los docentes como estímulo, a cambio de la presentación de un informe. En pocas facultades del sistema universitario, el dinero se emplea para financiar proyectos de investigación, que en muchos casos no poseen el nivel adecuado. (c) La mayor parte del presupuesto de las universidades privadas se cubre con las pensiones que pagan los alumnos. Muy pocas de tales universidades financian investigación. (d) CONCYTEC otorga becas semestrales por concurso para estudios de maestrías (US \$ 580,00 por semestre). No existe un programa de becas para formar investigadores. CONCYTEC, vía concurso abierto, financia proyectos de CyT (hasta US \$ 10 000 por proyecto), incluyendo el pago a los investigadores. (e) Muy pocas universidades logran usar mecanismos de cooperación internacional en CyT o apoyos directos de empresas.

**Estudios de postgrado en ingeniería existentes y su evaluación.** (a) Las maestrías en ingeniería no son gratuitas y son a tiempo parcial, con una duración de 4 semestres. Su costo varía entre US \$ 2 500 y 5 500 (cuatro semestres). Casi todos los estudiantes trabajan para pagar sus créditos. Ver ranking de maestrías en el Anexo 6. (b) En el país existen tres programas de doctorado: en Ciencias e Ingeniería (a partir del año 2003, en la UNTRU), en Ing. Química (UNMSM), y en Ingeniería (UNFV). El Doctorado en Ing. Química se realiza en 3 años y

tiene un plan de estudios consistente con sus objetivos. El Doctorado en Ingeniería (UNFV) más parece una maestría en Metodología de la Investigación (ver <http://www.unfv-bib.edu.pe/eupg/doctorados/ingenieria.htm>).

**Posibilidades de programas de postgrado integrados.** (a) Universidades interesadas pueden aprovechar vía convenio las maestrías que están funcionando con un nivel adecuado. (b) A pesar de que existen consorcios de universidades privadas y estatales (ver 2.1.7 del informe), los programas de maestría que ofrecen no están integrados. (b) La realización de postgrados integrados entre universidades debería ser reglamentada.

**Principales redes de investigación.** (a) Son pocas: Red de Producción más Limpia (PUCP), Red Peruana de Soldadura (PUCP), Prospectiva Tecnológica (PUCP). CONCYTEC está organizando el CENDICYT. La UDEP se relaciona con las redes Alfa y CYTED. (b) Algunas universidades forman consorcios para compartir recursos. Ejemplos: Alianza Estratégica entre UNI, UNMSM y UNALM; Consorcio de Universidades Privadas (PUCP, UP, UL y UPCH). (c) La UNI, la PUCP y la UPCH integran el consorcio ISTEAC.

**Infraestructura (laboratorios y equipamiento disponible.** Los laboratorios de antegrado en las universidades nacionales poseen equipamiento obsoleto (salvo excepciones). Sin embargo, la tendencia actual es invertir en hardware y software relacionados y no en equipamiento convencional. A nivel de postgrado, o bien se usan los laboratorios de la facultad o universidad, o el equipamiento se realiza partiendo de los proyectos de tesis. El punto 2.1.8 lista los laboratorios existentes.

## C. DEFINICIÓN DEL ROL DEL ESTADO EN LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

**Análisis del rol del Estado y su participación.** (a) En los 80, el Estado intervino fuertemente en la economía y era propietario en el país de grandes empresas de servicio y de producción. (b) En los 90 se cambió el modelo económico y el Estado interviene menos (los precios se liberaron, la desregulación entró en marcha, etc.). El ITINTEC se desactiva (ver 1.1(c) del informe). En este nuevo modelo, la empresa privada no está obligada a invertir en investigación y casi todo se trae llave en mano. Debido a esta política, a la disminución de aranceles y a los impuestos antitécnicos, un gran sector de la industria nacional entró en crisis por no ser competitivos. (c) En estas circunstancias, el Estado reconoce "la gravedad de la situación de la CyT" (Artículo 3º, Cuarta Disposición Transitoria de la Ley N° 27690). (d) Para cumplir su misión, CONCYTEC recibe solo US \$ 3,25 millones. De este dinero, el 58 % va para CyT y el resto para administración. En los institutos sectoriales, entre un 40 y 60 % de sus presupuestos es para administración. (e) Como el Estado no posee una política de CyT, ha encargado esta tarea al CONCYTEC (inciso (n) agregado al Artículo 3º del DL N° 112). (f) Se ha formado una comisión en el Ministerio de Educación para discutir la acreditación universitaria, pero no se aprovecha la acreditación ABET de carreras de ingeniería ofrecida por IEEE-Perú. (g) El Estado, por motivos políticos, sigue promoviendo la creación no planificada de universidades.

**Vinculación del Estado con las universidades y entidades similares.** Es escasa. Las universidades, según ley, poseen autonomía académica y administrativa y se agrupan en la ANR. El Estado solo otorga de 40 al 50 % del presupuesto de funcionamiento de muchas universidades públicas. El Estado cubre el bajo presupuesto de los institutos sectoriales.

**Vinculación del Estado con el sector privado.** (a) En la época del mbox{ITINTEC}, el sector privado daba fondos para la investigación (2 % de las ganancias fiscales) o los podía

usar para realizar investigación propia. Estas empresas podían deducir un porcentaje de sus impuestos en el caso de donaciones para la educación. Tales mecanismos ya no existen. (b) Para regular la actividad privada se han creado OSIPTEL, OSINERG, OSITRAN, SUNASS. Dichas entidades carecen de funciones para promover investigación. (c) En el sector vivienda se promueven los SENCICOS, y la capacitación de personal para las empresas de producción se realiza en el SENATI. La CONFIEP tiene una comisión de CyT, pero solo se limita a hacer propuestas. (d) Entre el 8 y 10 % de la capacidad nacional de investigación y desarrollo se encuentra al interior del sector productivo, mientras que en los países avanzados tecnológicamente tal proporción oscila entre el 50 % y el 80 %.

#### D. FUENTES DE FINANCIAMIENTO PARA EL DESARROLLO DE CYT

Fuentes de financiamiento existentes. (a) El 6 % del presupuesto de las universidades públicas es para investigación. Pocas universidades privadas destinan fondos para proyectos de CyT. (b) CONCYTEC destina fondos concursables para proyectos de CyT (máximo US \$ 10 000 por proyecto). Existe un fondo estatal para el estímulo al investigador (S/ 1 500 a 20 000 mensuales/proyecto) que aún no se concretiza. (c) La empresa privada casi no financia la investigación. En los 80, COFIDE tuvo una línea de fondos no reembolsables para promover la investigación (US \$ 8 000 por proyecto). (d) También por cooperación internacional se apoyan proyectos (Banco Mundial, PNUD). Hay proyectos de CITED, IBEROECA, y de la Comunidad Económica Europea (Alfa, Inco).

Contribución de las fuentes para el desarrollo de programas de CyT. Por lo expuesto, debo concluir que tal contribución es escasa.

#### E. ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS EXISTENTES

Fortalezas del sistema de investigación científica en ingeniería. F1: Motivación por el estudio, F2: La necesidad es un motor empresarial, F3: El bajo costo de la mano de obra calificada, F4: Existencia de problemas de ingeniería nacionales y regionales que requieren de una solución peruana, F5: Acceso a la información, F6: Formación básica aceptable en las universidades públicas, F7: En el CONCYTEC se adjudican subvenciones y becas por concurso.

Debilidades del sistema de investigación científica. D1: Deficiencia en la formación de recursos humanos para CTI, D2: La universidad privada se guía por el principio de la rentabilidad económica, D3: Bajo presupuesto estatal para CyT, D4: Desvinculación del sector académico con el sector empresarial, D5: Carencia de redes y grupos de investigación, D6: Ausencia de políticas públicas de promoción y de incentivo a la CyT, D7: El motor de la economía es el sector multinacional. Este sector hace CyT en sus sedes, D8: Lo poco que se investiga carece de impacto industrial, D9: Equipamiento obsoleto o inexistente para CyT.

Amenazas del sistema de investigación científica. A1: Deterioro de la situación económica, hasta un nivel crítico, A2: El Estado sigue sin involucrarse en CyT, A3: Las empresas nacionales y multinacionales siguen sin involucrarse en CyT, A4: Que continúe la proliferación de universidades, sin tender a la excelencia, A5: Falta de financiamiento externo en CyT, A6: Importación de algunos productos, A7: Discriminación por razones de género, extracción social, discapacidad o poder adquisitivo.

Oportunidades del sistema de investigación científica. O1: Convenios comerciales favorables (ATPA, APEC, TLC), O2: Financiamiento de la CyT, O3: Disponibilidad de becas de estudio y pasantías de investigación, O4: Modernización del Estado, O5: Inflación controlada y tasa de cambio estable, O6: En el país se dispone de productos tecnológicos a bajos precios.

Estrategias derivadas del análisis FODA. E1: Reforzar y acreditar las carreras relacionadas con las prioridades nacionales, E2: Promover el aumento de los presupuestos de INABEC y CONCYTEC, E3: Promover que los programas de regionalización y modernización del Estado se vinculen al desarrollo de CTI, E4: Que los sectores ligados a CTI participen en los convenios comerciales suscritos por el Estado para generar y/o reactivar industrias y empresas tecnológicas, E5: Lograr en el menor tiempo posible un caso de "éxito" en cada área prioritaria, E6: Promover la importación de componentes tecnológicos, sin desmedro de la industria nacional, E7: Promover que se incremente el presupuesto de CyT y que la asignación esté relacionada con los resultados del buen uso de dicho presupuesto en el ejercicio anterior, E8: Mantener los procesos de admisión en las universidades públicas y reforzar la formación básica, E9: Que se asigne a CONCYTEC el financiamiento adecuado para que cumpla eficientemente sus tareas de CTI, E10: Que las universidades y entes de investigación del país gestionen y aprovechen las becas de estudios, pasantías, postdoctorados, y otros, que se ofrecen, E11: Creación del entorno normativo de CyT, E12: Detectar y lograr financiamiento externo reembolsables y no reembolsables para CyT, y con el aval del Estado, E13: Normar el derecho a la educación superior, sin que medien razones de género, extracción social, discapacidades o poder adquisitivo, E14: Normar para que la CyT sea atractiva para las empresas, E15: Creación de redes de investigación. Una de ellas debe permitir el acceso a bases de datos de información en CyT, E16: Financiar el equipamiento de laboratorios relacionados con las líneas de investigación prioritaria.

Otras estrategias para el desarrollo de la CTI. E17: Estudiar las estrategias y los resultados obtenidos con los préstamos BID en otros países de la región, E18: Identificar áreas prioritarias de investigación, E19: Estudiar cómo se han resuelto en el mundo los problemas de las áreas prioritarias, E20: Identificar los grupos de investigación en áreas prioritarias, E21: Identificar las necesidades de CTI de la industria nacional, que lleven a una mejora de su competitividad, E22: Que CONCYTEC use los informes de los consultores y otros estudios relacionados para inventariar la CyT, E23: Formar masa crítica de investigadores para resolver los problemas en las áreas prioritarias, E24: El financiamiento del BID de los proyectos aprobados debe contemplar la remuneración adecuada de los investigadores, E25: El financiamiento del BID debe contemplar el desarrollo de proyectos de infraestructura, los cuales serán compartidos por la comunidad científica, E26: Forzar que los proyectos financiados por el BID o por otra fuente se realicen con la participación de grupos de investigación de diversas regiones, E27: Forzar que las universidades e institutos que reciban financiamiento del BID para proyectos de CyT empleen por lo menos 3 % del bruto de sus recursos para financiar CyT, E28: Fomentar en las áreas prioritarias los spin-off de las instituciones de CyT, otorgando el capital inicial, E29: Que las nuevas privatizaciones de empresas contemplen la obligación de invertir en CyT en el país, E30: Un porcentaje (por ejemplo el 2 %) del presupuesto asignado a la defensa nacional debe servir para llevar a cabo proyectos de CyT en ese sector.

## F. ESTRATEGIAS Y PRIORIDADES EN CTI EN INGENIERÍA

Estrategias con relación al plazo de ejecución. Estrategias de corto plazo: E1, E2, E5, E6, E7, E8, E9, E10, E11, E12, E13, E14, E16, E17, E18, E19, E20, E21, E22, E24. Estrategias de mediano plazo: E3, E4, E15, E23, E24, E25, E26, E27, E28, E29, E30.

Estrategias con respecto a sus contenidos y alcances. Estrategias con recomendaciones específicas: E4, E5, E6, E8, E9, E10, E15, E16, E24, E25, E28. Estrategias de mayor alcance: E1, E2, E3, E7, E11, E13, E14, E23, E26, E27, E29, E30. Estrategias que conllevan las necesidades de información para la toma de decisiones: E12, E17, E18, E19, E20, E21, E22.

Estrategias orientadas a la promoción de CTI y a otros temas. Estrategias orientadas a la promoción de CTI: E1, E2, E3, E5, E7, E9, E11, E12, E14, E15, E16, E24, E25, E27, E29, E30. Estrategias orientadas a otros temas relacionados: E4, E6, E8, E10, E13, E17, E18, E19, E20, E21, E22, E23, E26, E28.

Prioridades en CTI en el área temática Ingeniería. P1: El fenómeno del Niño, P2: Electrificación rural, P3: Agroindustria, P4: Textil, P5: Vías de comunicación, P6: Transporte en Lima Metropolitana, P7: Transporte para geografía agreste, P8: Gas de Camisea, P9: Carbón del Alto Chicama, P10: Automatización de plantas industriales, P11: Elaboración de mapas de corrosividad atmosférica, P12: Empleo de energías no convencionales, P13: Reciclaje, P14: Drenaje y tratamiento de aguas servidas, P15: Prevención y mitigación de desastres, P16: Predicción del estado del tiempo y del clima, P17: Prevención de desastres naturales usando GPSs, P18: Medicina nuclear, P19: Preservación de alimentos por irradiación, P20: Combate de las heladas y friajes, P21: Creación de empresas de producción y transformación, P22: Defensa nacional, P23: Inventario de recursos, P24: Estabilidad y confiabilidad eléctrica, P25: Electromedicina.

Jerarquización de la ejecución de las prioridades. (a) A corto plazo (1 ó 2 años), proyectos enmarcados en P3, P4, P6, P10, P13, P14, P15, P16, P17, P19, P21, P24, P25. (b) A mediano plazo, proyectos de P1, P2, P5, P7, P8, P9, P11, P12, P18, P20, P22, P23, P25. El préstamo del BID sólo cubre el mediano plazo. (c) Proyectos de ejecución prioritaria. En P25: (1) Construcción de equipos médicos de bajo costo, (2) Telemedicina para zonas rurales. En P8: Proyectos relacionados con el gas de Camisea. En P22: Implementación de un sistema para simulación táctica naval de última generación. En P3: Impulsar la tecnificación en productos competitivamente exportables. En P2: (1) Electrificación de zonas rurales inundables (selva y ceja de selva), (2) Aprovechamiento de la inducción de las líneas de alta tensión para generar electricidad.

## G. RECOMENDACIONES GENERALES

Que el BID, como parte de las discusiones relativas al préstamo, proponga: (a) El sistema actual de gratuidad de la enseñanza universitaria debe dar paso a uno nuevo, en el cual se considere que los estudios tienen sus costos. Los que puedan pagar, lo harán. Los que no, recibirán préstamos de riesgo a ser pagados cuando se integren a la masa laboral. (b) Crear un ente acreditador que regule el nivel de la educación. (c) Que la ley universitaria norme que la promoción a cargos de decanos, rectores, directores, etc., debe ser abierta y por concurso de méritos.

Recomendaciones para llevar a buen fin las estrategias de CyT. Para E1 y E16: Otorgar los recursos a las carreras relacionadas con las prioridades nacionales (préstamo BID). Para E2 y E9 y E16: Asignar mayor presupuesto a INABEC y mbox(CONCYTEC). Para E3: Usar parte del préstamo BID para modernización del Estado. Para E4: Que CONCYTEC coordine la representación CIT en los convenios comerciales suscritos por el Estado. Para E5: Financiar con el préstamo del BID, el logro de casos de éxito en el menor tiempo posible. Para E6: Promover bajar aranceles a los insumos tecnológicos usados por empresas tecnológicas. Para E12: Usar la deuda externa peruana en proyectos de CyT que resuelvan problemas nacionales. Para E11, E13, E14, E28 y E29: Que los proyectos relacionados con la legislación en CyT tomen las sugerencias vertidas en dichas estrategias, para su posterior aprobación. Para E15: Que el préstamo del BID financie una Intranet académica con acceso a bases de datos de CyT.



# INTRODUCCIÓN AL INFORME

El presente informe desarrolla un estudio sobre las Capacidades de Investigación Científica y Tecnológica en el Perú en el área temática de Ingeniería. Este informe corresponde a la fase preparatoria del Programa Perú-BID de Ciencia y Tecnología (PE-0203), cuya coordinación general está a cargo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC).

El formato seguido en el cuerpo de este informe toma como referencia el documento "Índice del trabajo de los consultores sobre las capacidades de investigación científica y tecnológica del Perú en cada una de las diez áreas temáticas" (ver Anexo 1).

El cuestionario para realizar el trabajo de campo en las universidades, institutos y centros de investigación, ha sido elaborado tomando como referencia el documento del Anexo 1 y el documento "Capacidades para la investigación científica en las distintas áreas temáticas" (ver Anexo 2). Dicho cuestionario se muestra en el Anexo 3.

La metodología empleada en la elaboración de este informe es la siguiente. Luego de delimitar el ámbito del área temática Ingeniería (este tema se trata a continuación de esta introducción), se elaboró un listado de las universidades, institutos y centros que desarrollan actividades de ciencia y tecnología relacionadas con dicha área temática (ver Anexo 4). De tal listado se ha seleccionado un conjunto de universidades e institutos (instituciones subrayadas), en los cuales se ha realizando el trabajo de campo. Los resultados de este trabajo de campo, los cuales se muestran en el Anexo 5, y mi experiencia personal, han servido para elaborar el informe de Capacidades de Investigación Científica y Tecnológica en el Perú en el área temática de Ingeniería. Este informe concluye con un ranking de los programas de maestría ofrecidos en el país (Anexo 6). Cabe anotar que la parte básica del informe en sí ha sido realizada en conjunto con el Dr. Carlos Sánchez T., consultor del área temática TIC.

## DELIMITACIÓN DEL ÁREA TEMÁTICA INGENIERÍA

El martes 03 de septiembre se realizó una reunión de coordinación en la sala de sesiones del CONCYTEC. En esta reunión participaron los consultores Víctor La Torre, Walter Estrada, Arturo Rojas y Carlos Sánchez. El Sr. Douglas H. Arteaga hizo conocer su inasistencia. Uno de los motivos de dicha reunión fue la delimitación de las áreas temáticas. Así coincidimos que la cobertura del área temática debe ser lo más amplia posible, para que no se deje de lado nichos de investigación. Para evitar en lo posible superposiciones, acordamos delimitar el contenido de las áreas temáticas en la forma que se describe a continuación.

Área temática Ingeniería comprende: Ingenierías Mecánica, Eléctrica, Electrónica (compartida con TIC), Química, Industrial, Petróleo, Petroquímica, Civil, Textil, Naval, Aeronáutica. También: Ingeniería con Energías no Convencionales (no incluye Ingeniería Solar).

Área temática Matemáticas, Física y Química comprende: Ciencias Matemáticas, Física, Química y de la Computación; Astronomía, Inteligencia Artificial, Geofísica (no incluye Oceanografía porque pertenece a Ciencias del Mar).

Área temática Ciencias de los Materiales comprende: Ingenierías Física, Física Médica, y Solar.

Área temática Tecnología de Información y de Comunicación comprende: Ingenierías de Telecomunicaciones, Informática y de Computadoras, y de Sistemas. También redes en tiempo real (para procesos de manufactura) y supercomputadoras (para tareas de simulación, por ejemplo).

En esta reunión también se plantearon las sugerencias siguientes con respecto a otras áreas temáticas. En este sentido: Ingenierías Económica y Administrativa pueden pertenecer al área temática Ciencias Sociales; Genética e Ing. Genética pueden pertenecer al área temática Biología, Biología Molecular y Bioquímica; Arquitectura e Ing. Ambiental y Sanitaria pueden pertenecer a Ciencias Ambientales; temas relacionados con Gestión pueden pertenecer al área temática Ciencias Sociales. Estas sugerencias no fueron consultadas con los consultores respectivos.

Cabe anotar que también se discutieron algunos puntos del documento mostrado en el Anexo 1. En el punto Antecedentes de dicho documento, además de antecedentes, se puede mencionar algo de historia y el estado del arte (situación actual), así como también se pueden emitir juicios. En el punto Grupos de Investigación, debemos entender que se trata de grupos de trabajo que están desarrollando trabajos de CTI. Cabe anotar en este contexto que los productos de muchos de los trabajos tecnológicos y de innovación no necesariamente están orientados para producir artículos para revistas arbitradas. De esta forma se evita dejar de lado grupos de personas que vienen trabajando con anterioridad. Respecto a las Publicaciones Científicas, las publicaciones en revistas indizadas de hecho son parte de la misma. En este caso, existe muy poca producción científica. Por esta razón, también estamos considerando como producción científica los trabajos de relevancia que se envían a los eventos nacionales (prepublicaciones), los trabajos que se publican en revistas técnicas locales y que circulan por diversos medios entre los pares, trabajos revisados por especialistas invitados y la elaboración de textos de postgrado.

# INFORME

## 1. ANTECEDENTES

### 1.1 NORMATIVA DE LA CTI EN EL PERÚ

(a) El órgano rector de la Ciencia y Tecnología (CyT) en el país es el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC) y se rige de acuerdo al Decreto Legislativo 112 y la Ley Modificatoria 27690. Esta ley en su artículo 2º dice que el CONCYTEC tiene como misión el fomento, la coordinación y la orientación de la investigación científica y tecnológica en el Perú. La investigación científica y tecnológica goza de especial atención y su estímulo es prioritario para el Estado, debiendo crear las condiciones necesarias para fortalecer las capacidades de las instituciones y las personas dedicadas al desarrollo de la Ciencia y la Tecnología. Actualmente el mbox[CONCYTEC] ha propuesto al Congreso un nuevo Proyecto de Ley de CyT y un Plan de Emergencia en apoyo a la CyT.

(b) Por otra parte, la Ley Universitaria actual (Ley 23733) establece en su Capítulo 8, Artículo 65º, que la investigación es función obligatoria de la universidad, que la organiza y conduce libremente. Igual obligación tienen los profesores como parte de su tarea académica, en la forma que determine el Estatuto. Su cumplimiento recibe el estímulo y el apoyo de su institución.

(c) Los institutos de investigación sectoriales dependen del ministro del sector. Los institutos relacionados con el área temática Ingeniería son: Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial (CONIDA, Ministerio de Defensa), Instituto Geofísico del Perú (IGP, Ministerio de Educación), el Servicio Nacional de Normalización, Capacitación e Investigación para la Industria de la Construcción (SENCICO, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento), Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial (SENATI, Ministerio de Comercio Exterior y Turismo), Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN, Ministerio de Energía y Minas), Servicio Industrial de la Marina (SIMA, Ministerio de Defensa).

(d) En el país existe también la Ley 27267 de Centros de Innovación Tecnológica (CITE), cuyo Artículo 1º dice que dicha ley tiene por objeto establecer los lineamientos para la creación, desarrollo y gestión de CITEs, con la finalidad de promover el desarrollo industrial y la innovación tecnológica. En su Artículo 2º se define que los CITEs son entidades públicas o privadas que tienen por objeto promover la innovación, la calidad y la productividad, así como suministrar información para el desarrollo competitivo de las diferentes etapas de producción de la industria nacional. Los CITEs brindan servicios de control de calidad y certificación, asesoramiento y asistencia especializada y desarrollan programas de capacitación técnica.

(e) Caso del ITINTEC. La Ley General de Industrias promulgada por el Gobierno Militar en 1970 (D.L. 18350), crea en su artículo 14 el ITINTEC footnote {El punto (e) es un resumen del artículo de Isaías Flit: "Políticas Económicas e Instituciones Tecnológicas – Un Estudio de

Caso: El ITINTEC". *Espacios*. Vol. 15 (1) 1994.) (Instituto de Investigación Tecnológica y de Normas Técnicas), como un organismo público descentralizado de derecho público interno en el sector industria y comercio, cuya finalidad es la investigación tecnológica e industrial y el establecimiento de las normas técnicas industriales. En su Artículo 15, dicha ley establece que toda empresa industrial debe deducir el 2 % de la renta neta para ser empleada en investigación científica y tecnológica para la industria. Este monto era empleado en la ejecución de programas aprobados y controlados por el ITINTEC. Tales programas podían ser ejecutados por las empresas en forma individual o colectiva, utilizando los servicios de las organizaciones de investigación propias, en otras instituciones públicas o privadas dedicadas a este fin, en las universidades o en el ITINTEC. Entre 1974 y 1975, debido al D.L. 20689, el ITINTEC se convierte además en el organismo responsable del registro y protección de los elementos constitutivos de la propiedad industrial y de la revisión, aprobación y registro de los contratos de transferencia de tecnología firmados entre las empresas radicadas en el Perú y personas naturales o jurídicas del extranjero.

En 1980 se inicia el segundo gobierno de Belaúnde, y acontece una primera intención de cerrar el ITINTEC; se llega a comprender su importancia (manifestada públicamente por los empresarios industriales) y sólo se efectúan algunas modificaciones, la más importante de las cuales fue la de quitarle la facultad de proponer la política tecnológica sectorial, que se traslada al Ministerio. Más adelante, el D.L. 171 le añade al ITINTEC las funciones de efectuar actividades de metrología, de asesoría en el control de la calidad y de transferencia de tecnología.

En mayo de 1982 se promulga la nueva Ley General de Industrias, Ley 23407, en la cual se establece, en el artículo 99, la participación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en la aprobación y control de los proyectos empresariales financiados con el 2 % de la renta neta destinada a investigación y desarrollo. Mantiene, sin embargo, la transferencia al ITINTEC de los montos no utilizados por las empresas. Posteriormente, el D.S. 065-82-ITI/IND establece la obligatoriedad para los productos importados de tener un nivel de calidad igual o superior al exigido al producto nacional y obligarlos a una certificación de calidad acreditada por el ITINTEC. En julio de 1985, el Instituto Nacional de Administración Pública estableció en el reglamento único de adquisiciones, que en las bases de licitaciones y concursos públicos de precios se incluya la exigencia de cumplimiento de las normas técnicas nacionales y de la presentación del correspondiente certificado de calidad expedido por el ITINTEC. Las situaciones anteriores trastocaron por completo la función primaria del ITINTEC como promotor y lo hace vulnerable a la crítica pública, sobre todo del sector empresarial afectado, que en situaciones anteriores había defendido al ITINTEC.

Con la toma de posesión del primer gobierno de Fujimori, en julio de 1990, se inicia un proceso acelerado de reajuste económico, liberalización de la economía, apertura del mercado, privatización de la actividad empresarial del Estado y desregulación, que se intensifica a partir del 5 de abril de 1992, día en que el poder ejecutivo disuelve el Congreso Nacional y empieza a legislar por Decretos Leyes, introduciendo cambios sustanciales en el régimen económico y en la estructura del Estado. Para entonces, la imagen del ITINTEC era más la de una institución reguladora que de fomento, y, al influjo de las nuevas reglas de juego, desaparecen sus funciones de control y fiscalización tanto en la industria y el comercio como en el ámbito de la metrología.

La etapa final del ITINTEC se inicia el 30 de junio de 1992, cuando el "Gobierno de Emergencia y Reconstrucción Nacional" promulga el D.L. 25595, mediante el cual declara en

reorganización al ITINTEC y crea una Comisión Reorganizadora del ITINTEC con el objeto de "racionalizarlo y reestructurarlo". El artículo quinto de dicho decreto ley modifica las funciones del ITINTEC, eliminando la de investigación tecnológica. El artículo sexto transfiere los ingresos del 2 % correspondiente a 1991 y 1992 a las universidades nacionales a través del Instituto Nacional de Infraestructura y de Salud (INFES), con el fin de ser aplicados en equipamiento e inversiones que permitan a las universidades propiciar el adelanto tecnológico del país mediante el desarrollo de la investigación científica. Poco después, el D.L. 25705 elimina el mecanismo del 2 % y los equivalentes en otros sectores (pesquería, minería, telecomunicaciones). En cuanto a la comisión reorganizadora, ésta funciona solo cuatro meses y su poca efectiva labor se ve interrumpida el 7 de noviembre de 1992, cuando entra en vigencia el D.L. 25818, que en su primer artículo declara en disolución y liquidación al ITINTEC.

### 1.2 ESFUERZOS ANTERIORES PARA EVALUAR LA CAPACIDAD EN CYT EN EL ÁREA TEMÁTICA INGENIERÍA

En los años 1994-1995, el entonces Ministerio de Industria, Turismo e Integración (MITINCI), junto con la Confederación Nacional de Instituciones Empresariales Privadas (CONFIEP), la Sociedad Nacional de Industrias (SIN), la Asamblea Nacional de Rectores (ANR) y el Programa Bolívar, elaboraron el Programa de Ciencia y Tecnología para la Producción. EL programa contaba con dos líneas de apoyo: una a la innovación y el desarrollo tecnológico del sector productivo (proyectos de innovación y de transferencia tecnológica, y de inversión en infraestructura y servicios) y otra de apoyo al soporte científico y tecnológico de universidades e instituciones sin fines de lucro (proyectos de investigación y desarrollo, de creación de infraestructura tecnológica, capacitación, desarrollo de sistemas de información y difusión de ciencia y tecnología). Este programa nunca llegó a cristalizarse.

En el año 1995 se elaboró el Programa Nacional de Electrónica y Microelectrónica (PRONACEM). Este programa es un mecanismo de concertación creado por el CONCYTEC; es de carácter nacional y está orientado a coordinar y promover la interacción de los grupos de Investigación y Desarrollo (I+D) existentes en el país, así como también para ejecutar proyectos de I+D en electrónica y microelectrónica. Para la creación del PRONACEM se tuvo que realizar una evaluación de la capacidad en CyT en electrónica y microelectrónica. Este trabajo sirvió para formular prioridades y estrategias en estos campos, algunas de las cuales siguen teniendo validez actualmente, pero otras requieren ser reformuladas. Lamentablemente, el PRONACEM no ha caminado en la forma que todos quisiéramos. En la actualidad, este programa está inactivo.

### 1.3 CONTEXTO

En el Perú se han emprendido algunas acciones de gobierno, las cuales considero muy importantes para el desarrollo del país. Así, podemos mencionar las Leyes de Modernización del Estado, las Leyes de Descentralización del país (el domingo 17 de noviembre se eligió por primera vez en el Perú a los presidentes regionales), el Plan Nacional de Competitividad, el Proyecto de Ley General de Promoción de la Ciencia y Tecnología para el Desarrollo Nacional, la Iniciativa de Gobierno Electrónico. A su vez, se han promulgado dispositivos específicos como la Ley de Firmas y Certificados Digitales o el Sistema Electrónico de Adquisiciones y Contrataciones del Estado.

Por otro lado, a nadie escapa el papel preponderante que juegan las telecomunicaciones, la informática y el sector eléctrico en contexto con el área temática Ingeniería. Por ello, analizaremos brevemente la situación actual de cada uno de dichos sectores.

A raíz de la privatización de las empresas públicas de telecomunicaciones y a la demanda insatisfecha, el sector de las telecomunicaciones tuvo un fuerte crecimiento en el país hasta finales del año 2000. A partir de ese año, al igual que en el resto del mundo, el crecimiento se estancó y actualmente se tiene un fuerte decrecimiento en las inversiones. En la actualidad, en lo que se refiere a los servicios de telecomunicaciones, el país se ha modernizado y en las grandes ciudades se cuentan con todos los servicios del mundo moderno: desde los servicios tradicionales y los servicios de banda ancha por ADSL y por cable módem, hasta los nuevos servicios de transmisión de datos y accesos a internet a través de terminales inalámbricos celulares o de WI-FI.

En el sector eléctrico también se cuenta con un escenario favorable. La potencia eléctrica disponible en el sistema eléctrico del Perú es aproximadamente 45 % mayor que la demanda. En el corto plazo, el gas de la reserva de Camisea también será usado por la industria, por las empresas de generación eléctrica en reemplazo del petróleo y por un sector de la población para el uso doméstico, lo que redundará en el ahorro de divisas, ya que el petróleo extraído en el Perú sólo cubre un 10 % de su demanda. Es necesario anotar que el 60 % de la generación eléctrica actual proviene de plantas hidroeléctricas (la generación de electricidad con plantas hidroeléctricas es la más económica).

A diferencia de lo que ocurre con los sectores telecomunicaciones y energía, no existe un ministerio que esté claramente identificado con el sector informática. En lo que se refiere a la industria del software se supone que el Ministerio de la Producción debería encargarse de este sector, pero dicho ministerio no ha fijado aún políticas claras para el mismo. Casi todas las empresas del sector son simples comercializadoras de productos, en su gran mayoría relacionados con la gestión comercial, por lo que su referencia podría ser el Ministerio de Comercio, Turismo e Integración o el INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual), por los problemas derivados de la protección a los derechos de autor. Por Ley, el órgano rector en lo que se refiere a los sistemas de información del sector estatal es el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), pero debido a su nivel en la organización del Estado, no cuenta con los mecanismos necesarios para hacer efectiva esa función, y su labor se ha restringido a la coordinación, acopio de información y a la propuesta de recomendaciones a las diferentes entidades del Estado.

En conclusión, en el Perú casi no existe una industria del software para el apoyo de las ingenierías. Por ejemplo, no existen empresas que puedan crear sistemas expertos para optimizar la producción de una planta, o empresas que desarrollen sistemas encapsulados (chips de propósito especial que combinan hardware y software). En estos ejemplos, la solución tendría que venir del exterior.

#### 1.4 LAS CARRERAS EN EL ÁREA TEMÁTICA INGENIERÍA

Tradicionalmente, las carreras más ligadas al área temática Ingeniería fueron Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Civil, Ingeniería Industrial, Ingeniería de Minas, Ingeniería de Petróleo e Ingeniería Química. En el año 1965 se introduce la carrera de Ingeniería Electrónica en la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) y posteriormente en

otras universidades, convirtiéndose en la carrera preferida de los jóvenes por muchos años. Debe resaltarse que la Ing. de Telecomunicaciones era considerada como una especialidad de Ing. Electrónica. En la actualidad, en el Perú ya existe la carrera de Ing. de Telecomunicaciones, así como también maestrías en telecomunicaciones en dos universidades (ver informe del área temática TIC).

Es preciso anotar también que muchas de las carreras de Ing. Electrónica que se imparten actualmente, consideran en sus planes de estudios cursos relacionados con las especialidades de Telecomunicaciones, Telemática, Control y Circuitos Electrónicos. Por esta razón, los egresados de Ing. Electrónica pueden encontrar fuentes de trabajo en dichas especialidades, y remarcablemente, también en la especialidad de informática. Cada vez más, los cursos relacionados con Informática y Gestión están formando parte de los planes de estudio de las carreras de ingeniería, especialmente en las que se imparten en las universidades privadas. La razón que se alude es que el futuro egresado también debe saber formar (generar) empresas.

Debido a la creación no planificada de universidades nacionales y privadas, y a las pocas ofertas de trabajo por la situación de recesión en el país, la demanda de puestos de trabajo en ingeniería sobrepasa con creces a la oferta.

Actualmente en el Perú se imparten las siguientes carreras conducentes al título de Ingeniero, dentro del contexto del área temática Ingeniería: Ing. Industrial, Ing. Electrónica, Ing. Eléctrica, Ing. Mecánica - Eléctrica, Ing. Mecánica, Ing. Mecánica de Fluidos, Ing. Civil, Ing. Mecatrónica, Ing. Química, Ing. Textil, Ing. Naval, Ing. de Petróleo, Ing. Petroquímica. El Anexo 4 de este informe lista las universidades que ofrecen estas carreras.

### 1.5 EL SECTOR UNIVERSITARIO

Antes del gobierno militar iniciado en 1968, los sueldos de los docentes en universidades e institutos de investigación del Estado eran competitivos con respecto al promedio. Esto hacía que los mejores alumnos tuvieran interés en ser docentes. Los docentes en ese tiempo realizaban vida universitaria (jornada laboral íntegramente en la universidad). Era remarcable que un alto porcentaje de los docentes que salían al extranjero a estudiar regresaban al Perú a trabajar. Sin embargo, en el gobierno militar (a partir de 1968) se empezaron a deteriorar los sueldos de los docentes. Por otra parte, las empresas públicas (Petróleos del Perú, Telefónica del Perú, etc.) fueron reforzadas. Por esta razón los docentes comenzaron a emigrar a las empresas públicas y privadas.

Durante el gobierno militar se introdujo el departamentalismo en el sistema universitario. En los 80, la nueva ley universitaria reestableció el sistema de Facultades. Esta ley establecía, entre otros requisitos, que los docentes deberían tener grados de Maestro o Doctor (no se especificaba especialidad) para poder ser promovidos. Esto motivó la creación de muchos programas de maestría en todas las áreas temáticas, sin tener en cuenta la calidad de los mismos, ante la inexistencia de un sistema de acreditación. No obstante, tales programas proveían los grados requeridos para fines de promoción.

En la mayoría de las universidades privadas, los docentes a tiempo completo tienen una carga lectiva semanal mayor de 20 horas, sin contar las tareas no lectivas. Esta situación deja al docente sin tiempo para investigar. En las universidades públicas la carga lectiva es de 12 horas, pero como el sueldo de un docente a tiempo completo es muy bajo (US \$ 400,00 para un profesor principal), entonces éste necesita enseñar en diferentes centros para complementar

su sueldo. Por tanto, su tiempo para investigación resulta nulo. Cabe resaltar que en algunas universidades nacionales, las horas de dictado de clases de maestría se consideran el doble, debido al mayor esfuerzo que se requiere para preparar las clases. Este es el caso de la UNI.

Las actividades del sector universitario peruano son principalmente docencia y prestación de servicios. La prestación de servicios en las universidades públicas es fundamental, pues con los ingresos que genera dicha actividad, se cubre entre un 40 y 60 % del presupuesto requerido por dichas universidades para funcionar. Las actividades de investigación y transferencia de tecnología en las universidades nacionales y en el área temática Ingeniería son muy pocas comparadas con las actividades anteriores, debido a la escasa asignación presupuestal. Las universidades privadas también dedican muy poco presupuesto para investigación en el área temática Ingeniería. Estos últimos puntos serán discutidos más adelante.

## 2. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD INSTALADA PARA LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

### 2.1 RECURSOS HUMANOS INVOLUCRADOS

#### 2.1.1 Principales grupos de investigación en ingeniería

En general, consideraremos que los grupos de investigación se organizan alrededor de una determinada línea de investigación (o también alrededor de un proyecto de investigación). Las redes de investigación se originan con la participación de grupos de diferentes instituciones que intercambian experiencias sobre temas afines (ver el punto 2.1.4).

Las líneas de investigación están bien definidas en los institutos de investigación sectoriales (por ejemplo, el IGP, el IPEN) y los centros de investigación de las universidades (por ejemplo, el Centro de Energías Renovables de la UNI). Tales líneas de investigación responden a la misión de cada institución. En las universidades, la determinación de las líneas de investigación responde a varios aspectos. En primer lugar, las maestrías ofrecidas responden a una o más líneas de investigación. En muchos casos, las líneas de investigación son el reflejo de las especialidades de los investigadores. No he encontrado algún caso, salvo omisión, en que definida una línea de investigación (luego de un estudio de prioridades y de su importancia para el desarrollo nacional, por ejemplo), se contrate al grupo de investigadores para su desarrollo y ejecución. En el Anexo 5 (Resultados del Trabajo de Campo del Área Temática Ingeniería), se describen las líneas y redes de investigación de las universidades e institutos de investigación encuestados.

Las principales líneas de investigación en Ingeniería Eléctrica y Electrónica son: instrumentación, automatización industrial, control de robots, inteligencia artificial, sistemas flexibles en corriente alterna, transmisión HVDC en corriente continua, calidad de la energía, energías renovables, desarrollo de software y métodos computacionales para ingeniería, manufactura flexible, automatización de edificios, desarrollo de productos (prototipos), instrumentación industrial, tratamiento digital de la voz, tratamiento digital de imágenes, procesadores digitales de señales, aplicaciones telemáticas (por ejemplo, teleprocesamiento y redes de comunicaciones), homologación y certificación de equipos, bioingeniería, desarrollo de equipos médicos y sistemas de bajo costo, microelectrónica.

Las principales líneas de investigación en Ingeniería Civil son: transporte de sedimentos por agua y aire, flujo de lodos y contaminación de corriente, hidrología de cuencas sin datos, defensas ribereñas, diseño asistido por computadora, optimización de sistemas de abastecimiento de agua y desagües, rentabilidad de proyectos de inversiones, optimización de edificios de albañilería para edificios multifamiliares, procedimientos de análisis y diseño sismorresistente, diseño asistido por computadora, comportamiento de estructuras de acero, comportamiento de estructuras de otros materiales, diseño de cimentaciones, deslizamientos y huaicos, microzonificación sísmica, estabilidad de taludes, suelos especiales, diseño de pavimentos, estudios especiales de tránsito, drenaje y protección de vías.

Las líneas de investigación en Ing. Mecánica son: energías renovables (solar, eólica, etanol a partir de la caña de azúcar, etc.), biocombustibles (biomasa, aceite de palma, aceite de soya, etc.), contaminación del ambiente, fabricación de máquinas especializadas para la industria, explotación del carbón de piedra del Alto Chicama como combustible, empleo del gas en el parque automotor, proyectos eólicos, proyecto carbón.

Las líneas de investigación en Ing. Química son: desarrollo de nuevos materiales, racionalización de la energía, biotecnología, corrosión, automatización y control de procesos, protección ambiental y tecnologías limpias, catálisis y adsorbentes, aprovechamiento de los recursos naturales, electroquímica, manejo y tratamiento de aguas residuales y de residuos peligrosos, manejo y tratamiento de la contaminación sonora, tratamiento del agua potable, determinación de mapas de corrosividad.

Las líneas de investigación en Ing. Textil son: química textil y análisis textil, reciclaje, desarrollo de nuevas tecnologías textiles. Líneas de investigación en Ing. Industrial: gestión de la calidad, automatización de procesos, desarrollo de software. Líneas de investigación en Ing. de Petróleo y Petroquímica: gas natural, certificación de combustibles y aceites, elaboración de normas.

Las líneas de investigación en Ing. Biomédica son: evaluación de tecnología en salud, telemedicina, diseño de sistemas y equipos biomédicos, informática médica, sistemas de calibración de equipos médicos, física médica.

Líneas de investigación del CONIDA: percepción remota por satélite para observar los recursos naturales, la polución ambiental, los bosques y las cuencas marítimas; tecnología de coherencia; teledetección; estudios espaciales (ver detalles en el Anexo 4).

Las líneas de investigación del IGP caen en los campos de la aeronomía, de la gravimetría, del magnetismo, de la predicción numérica del tiempo y clima, de la sismología, de la tectonofísica, de la vulcanología y del empleo de los GPS para determinar la deformación de la corteza terrestre (ver detalles en el Anexo 4).

Las líneas de investigación del IPEN están orientadas a las siguientes aplicaciones nucleares: medicina nuclear (a través del Centro de Energía Nuclear), irradiación de alimentos, aplicaciones industriales, monitoreo de trazadores, ensayos no destructivos e hidrología isotópica (ver detalles en el Anexo 4).

### 2.1.2 Producción científica

Lamentablemente, la producción científica en el área temática Ingeniería es muy pobre. Las publicaciones en revistas arbitradas anualmente se pueden contar con los dedos de la mano. Anualmente se elaboran alrededor de 20 tesis de maestrías en todo el país, pero en muchos casos sus resultados, resumidos en artículos técnicos, no se envían para revisión en

las revistas arbitradas por varios motivos: falta de dominio del idioma técnico (inglés preferentemente), carencia de un nivel científico adecuado, carencia de apoyo institucional, falta de interés. En el año 2001, salvo omisión, se publicó un libro de postgrado: *Control avanzado – Diseño y aplicaciones en tiempo real*. Arturo Rojas Moreno, ISBN 9972-9318-0-3. No conozco la de publicación de textos a nivel de postgrado en el año 2002. La publicación de textos a nivel de pregrado tampoco es abundante.

Son muy pocas las revistas que publican los trabajos tecnológicos y de investigación que se realizan en las universidades y centros de investigación. Entre estas revistas están por ejemplo *Tecnia* de la UNI, *Sciendo* de la UNITRU (Universidad Nacional de Trujillo) y *Revista Peruana de Química e Ing. Química* de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM). Estas revistas sólo se publican dos veces por año debido a la falta de asignación presupuestal. Solo la revista *Tecnia* ha logrado su acreditación a nivel iberoamericano como publicación científica.

Es digno de mencionar el esfuerzo que ponen docentes y alumnos de antegrado para preparar proyectos tecnológicos que luego se presentan y difunden en diferentes eventos estudiantiles como CONEIMERA (Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Ramas Afines), INTERCON (Congreso Internacional de Electricidad, Electrónica y Sistemas), CONEIS (Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería Industrial y de Sistemas) y CONEIC (Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería Civil). Tales proyectos concursan por premios que en realidad no son de gran valor. Lo que mueve a los investigadores en potencia es ganar el concurso por razones de prestigio. En este contexto, es meritorio el apoyo que brindan algunas universidades privadas (U. Católica, U. Peruana de Ciencias, U. de Piura, etc.) a los investigadores en potencia. Por otro lado, son pocas las universidades públicas (por ejemplo la UNI, la U. San Agustín, etc.), que apoyan este tipo de actividades empleando el rubro del presupuesto asignado a investigación.

En el Anexo 5 (Resultados del Trabajo de Campo del Área Temática Ingeniería), se describe la producción científica de las universidades e institutos de investigación encuestados.

### 2.1.3 Formación de investigadores jóvenes

Hasta hace pocos años, en el Perú había pocos postgrados (maestrías), y todos ellos en carreras tradicionales (maestrías en Ing. Eléctrica, Ing. Electrónica, etc.). No existían postgrados en nuevas especialidades (por ejemplo, Ingeniería de Telecomunicaciones), las cuales sí eran ofrecidas por universidades foráneas, razón por la cual los futuros investigadores tenían que viajar al extranjero (en la mayoría de los casos, gracias a la cooperación internacional).

En las universidades estatales en la actualidad (todas son gratuitas), lo mejor son sus estudiantes, ya que ellos compiten para ser admitidos. Felizmente, la formación básica para las carreras de ingeniería que se imparten en dichas universidades mantiene un nivel aceptable. Sin embargo, la formación universitaria para las carreras de ingeniería ha disminuido de nivel. Alguna de las razones son: disminución del presupuesto otorgado por el estado (lo cual se traduce en la falta de equipamiento, de bibliotecas, de profesores de nivel, etc.) y falta de un sistema de acreditación. No obstante, podemos afirmar que las universidades públicas albergan a la mayor cantidad de investigadores potenciales en el campo de la ingeniería. Desafortunadamente, los mejores estudiantes de ingeniería ya no consideran a la

docencia y a la investigación como una alternativa. Muchos egresados prefieren seguir maestrías en Gestión, Administración y Marketing en lugar de maestrías en ingeniería para poder conseguir mejores puestos de trabajo. Por otro lado, la gran mayoría de los docentes en las carreras de ingeniería de las universidades públicas no están preparados como para afrontar retos actuales, ya que sólo un porcentaje reducido de docentes posee un grado de maestría en su especialidad. Por otra parte, el sueldo bajo de los docentes a tiempo completo los obliga a enseñar en diferentes instituciones, o a dedicarse a otras actividades no relacionadas con la investigación (trabajan en empresas de servicios, hacen proyectos de ingeniería, etc.). Por ello, su tiempo para dedicarse a la investigación es nulo.

Una de las razones por la que se hace muy poca investigación en ingeniería en las universidades privadas, es que no es un tema prioritario para ellas. Allí, los docentes a tiempo completo tienen una carga lectiva y no lectiva semanal que no les deja tiempo para investigar. Por otro lado, debido a la proliferación de universidades particulares, el proceso de selección (examen de ingreso) prácticamente no existe en aquellas. En algunas universidades incluso, en varias carreras de ingeniería, el número de vacantes excede al número de postulantes. Como las universidades privadas básicamente funcionan con las pensiones de los alumnos, entonces en muchas de ellas –lo cual es comprensible en las actuales circunstancias– existe la política de lograr que las tasas de deserción y de desaprobados sean las menores posibles.

La oferta de estudios de maestrías en ingeniería en la actualidad se ha incrementado notablemente. Existen sólo cuatro programas de doctorado para las ingenierías (ver punto 2.1.5). La demanda para estudios de maestría orientados a la investigación en ingeniería es poca, debido a que la industria nacional no demanda profesionales con ese perfil. Sin embargo, existe demanda para estudios de especialización tecnológica o de gestión técnica de corta duración, por ejemplo, los “postgrados” que ofrece el Instituto Nacional de Capacitación para las Telecomunicaciones (INICTEL).

La formación de investigadores jóvenes, a nivel de maestría, se intensifica durante el tiempo en que los estudiantes elaboran sus tesis. Sin embargo, luego de que los educandos reciben el grado de maestro (que son los menos), existen muy pocas oportunidades para seguir ejerciendo la investigación. En la mayoría de los casos, las empresas los absorben y dejan de hacer investigación. En otros casos, tales egresados se dedican únicamente a la docencia. Cabe anotar que muchos estudiantes de maestría en ingeniería en el Perú (por ejemplo, las maestrías ofrecidas en la UNI), sólo culminan los cursos del programa pero no elaboran sus tesis. Por consiguiente, tales alumnos nunca recibirán su grado de Maestro.

Para poder contar con la masa crítica necesaria para afrontar con éxito la satisfacción de las prioridades en CyT listadas más abajo, me parece que son necesarios tanto los programas de maestría como los programas de doctorado (a menor escala). De todas maneras, la masa crítica que debe formar a los investigadores necesita estar compuesta por doctores que posean especialidades en las áreas prioritarias. Según mi opinión, mientras los países del tercer mundo no posean los recursos humanos, tecnológicos y financieros que les permitan el desarrollo y adaptación de tecnologías, así como también para crear tecnologías de punta, para las cuales se requerirían doctores para hacer investigación industrial, los doctores deben dedicarse principalmente a actividades de formación de investigadores y de investigación en las universidades e institutos de investigación.

#### 2.1.4 Recursos financieros disponibles

El Estado sólo cubre del 40 al 50 % del presupuesto de funcionamiento de las universidades. Alrededor de un 6 % del presupuesto de funcionamiento de la universidad se destina para investigación. Por lo expuesto, las universidades nacionales se ven forzadas a generar recursos propios; para ello crean empresas de diversa índole. El caso de la UNI es remarcable; allí se han creado empresas de ingeniería de régimen privado (UNIPETRO, PETROUNI, UNIEMPRESA, SERVIUNI, AMBIENTE INGENIEROS, etc., ver [www.uni.edu.pe](http://www.uni.edu.pe)). Lamentablemente, muy poco de lo que producen las empresas se destina a investigación. Cabe mencionar que el Estado obsequió el pozo petrolero que la UNI está explotando mediante su empresa UNIPETRO.

El Estado, dentro del presupuesto para cada universidad, destina un rubro para investigación. En muchas universidades estatales este dinero se emplea para estimular la investigación; en realidad, dicho dinero se reparte entre los docentes investigadores. A cambio, los docentes que reciben este estímulo se comprometen a presentar un escrito o informe correspondiente al tema de investigación que se han comprometido a desarrollar. En contadas facultades, el dinero presupuestado para financiar proyectos de investigación, realmente se emplea para tal fin (por ejemplo, ocurre en las Facultades de Ing. Eléctrica y Electrónica y de Ing. Civil de la UNI). Sin embargo, en muchos casos, los llamados proyectos de investigación no poseen el nivel científico-tecnológico adecuado para ser considerados como tales:

En las universidades privadas, la mayor parte del presupuesto de funcionamiento es cubierta por las pensiones que pagan los alumnos. Son muy pocas las universidades privadas que destinan presupuestos para investigación en ingeniería (ejemplos: Pontificia Universidad Católica, Universidad de Piura).

El CONCYTEC otorga becas semestrales por concurso para estudiar maestrías (US \$ 580 por semestre). No existe un programa de becas para formar investigadores. Asimismo, el CONCYTEC, vía concurso abierto, financia proyectos de investigación (máximo US \$ 10 000 por proyecto), financiamiento que también considera el pago de honorarios a los investigadores.

Por otro lado, muy pocas universidades logran emplear los mecanismos de cooperación internacional o apoyos directos de empresas para financiar proyectos de investigación o infraestructura tecnológica. En las universidades públicas dichos mecanismos no se aprovechan en muchos casos por desconocimiento y falta de interés. En este contexto, las universidades privadas sacan mayor provecho de tales mecanismos, debido a que poseen personal ad hoc para realizar las gestiones del caso. Algunos casos ilustrativos del aprovechamiento de la cooperación se detallan a continuación.

Intel Corporation, empresa líder fabricante de chips y productos para computadoras, en el marco del programa "Tecnología para la Educación 2000", donó a la UNI un laboratorio completo para el desarrollo de contenido digital para internet. El laboratorio está compuesto por una red interconectada de 20 estaciones de trabajo gráficas con monitores CAD (Computer Aided Design), discos rígidos ultrarrápidos, tarjetas de video con procesadores gráficos, y todas conectadas a un servidor basado en arquitectura Intel. La contribución es parte del compromiso de Intel de promover la expansión de internet a través de la cooperación proactiva con la educación y el desarrollo de contenido digital local para internet en el Perú.

La Secretaría de Cooperación Internacional Española (SECIPI) está financiando el proyecto: Electrificación Rural con Energía Solar en el Departamento de Piura. El ejecutor es la Universidad de Piura.

Gracias a los Gobiernos Vasco y de Navarra, la Escuela Tecnológica Superior de la Universidad de Piura cuenta desde 1998 con un moderno edificio dentro del campus de la Universidad. Este edificio posee aulas bien equipadas y un centro de cómputo dotado con 30 computadoras personales de última generación. Mediante un proyecto de cooperación internacional con el Gobierno Italiano se están implementando los laboratorios de telecomunicaciones de alta tecnología relacionados con internet y redes locales, inalámbricas y telécomandos. También se instalarán módulos de laboratorio para centrales telefónicas, con tecnología de gran interés para el desarrollo tecnológico de las telecomunicaciones. Para ello cuenta con el apoyo de Telefónica del Perú.

Los proyectos de aeronomía del Instituto Geofísico del Perú son financiados por la NSF (National Science Foundation, USA) a través de la Universidad de Cornell de USA (ver Anexo 5).

#### 2.1.5 Estudios de postgrado en ingeniería existentes y evaluación de su calidad y desempeño

En el gobierno militar, a partir del año 1968, se empezaron a deteriorar los sueldos de los docentes universitarios, originando que ellos emigraran a las empresas privadas y públicas (estas últimas fueron reforzadas en ese entonces). Durante el gobierno militar se introdujo el departamentalismo en el sistema universitario. Luego, en los 80, la nueva ley universitaria restableció el sistema de Facultades. Esta ley establecía que los docentes deberían poseer grados de Maestro o Doctor para poder ser promovidos. Esto motivó la creación no planificada de programas de postgrado, sin tener en cuenta la calidad de los mismos ante la inexistencia de un sistema de acreditación.

Las maestrías en ingeniería no son gratuitas y son a tiempo parcial, con una duración de 4 semestres. El costo del creditaje de una maestría de 4 semestres, dependiendo de la especialidad, varía entre US \$ 2 500 y 5 500. Como las maestrías en ingeniería no son gratuitas, entonces casi todos los estudiantes se ven obligados a trabajar para pagar sus créditos. Este hecho naturalmente pone en desventaja a tales alumnos en comparación con alumnos que sólo se dedican a estudiar, tal como ocurre en las maestrías afines que se ofrecen en el primer mundo.

Las maestrías en el área temática Ingeniería que se ofrecen son: M. en Ing. Hidráulica y Ambiental, M. en Ing. de Recursos Hídricos, M. en Recursos Hídricos y Medio Ambiente, M. en Ing. Sísmica y Estructuras, M. en Química, M. en Ing. Química Ambiental, M. en Química Industrial, M. en Ing. Química, M. en Gestión de la Producción, M. en Motores de Combustión Interna, M. en Electricidad Industrial, M. en Ing. Estructural, M. en Ing. Hidráulica, M. en Ing. Geotécnica, M. en Ing. de Transportes, M. en Tecnología de la Construcción, M. en Gestión y Administración de la Construcción, M. en Automática e Instrumentación, M. en Telemática, M. en Sistemas de Potencia, M. en Procesamiento de Señales, M. en Ing. Industrial, M. en Tecnología y Gestión del Gas natural, M. en Energética, M. en Diseño de Máquinas, M. en Ing. Aeronáutica: Motores de Turbinas a Gas, M. en Ing. Naval, M. en Ing. de Procesos, M. en Ing. Biomédica, M. en Ingeniería de Control y Automatización, M. en Ing. Mecánica,

Maestría en Ing. Aeronáutica: Vehículos No Tripulados (convenio UNI-CONIDA), M. en Energía Nuclear (convenio UNI-IPEN). El Anexo 4 de este informe lista las universidades que ofrecen estas maestrías y el Anexo 6 presenta un ranking de los programas de maestría ofrecidos.

Sólo se ofrecen tres programas de doctorado: Doctorado en Ciencias e Ingeniería (a partir del año 2003, Universidad Nacional de Trujillo), Doctorado en Ing. Química (Universidad Nacional Mayor de San Marcos) y Doctorado en Ingeniería (Universidad Nacional Federico Villarreal, ver en el Cuadro 1 su plan de estudios para 48 créditos en 4 semestres). Los doctorados en Medio Ambiente y en Ing. Química se realizan en 3 años y tienen un plan de estudios consistente con sus objetivos. El plan de estudios del Doctorado en Ingeniería más parece el de un programa de maestría en Metodología de la Investigación. Huelgan comentarios al respecto (ver [www.unfv-bib.edu.pe/eupg/doctorados/ingenieria.htm](http://www.unfv-bib.edu.pe/eupg/doctorados/ingenieria.htm)).

Como un dato adicional, me parece interesante mencionar que para el primer semestre del año 2003, han ingresado 134 alumnos a este último programa de doctorado. Las preferencias por especialidades son: 12 en Ing. de la Construcción, 17 en Ing. de Sistemas, 6 en Ing. Agroalimentaria, 6 en Ing. Industrial, 59 en medio Ambiente y Desarrollo Sostenible y 34 en Gerencia de la Construcción.

CUADRO 1: PLAN DE ESTUDIOS DEL DOCTORADO EN INGENIERÍA (UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL)

I CICLO	CRÉD.
Epistemología de Ciencias Naturales y Tecnología	6
Modelos Avanzados de Procesos en Ingeniería	6
II CICLO	CRÉD.
Metodología de la Investigación Científica I	6
Investigación II	6
III CICLO	CRÉD.
Tópicos Avanzados I	6
Investigación III	6
VI CICLO	CRÉD.
Tópicos Avanzados II	6
Investigación IV	6

En el Anexo 8 de este informe se presenta un resumen detallado de cada uno de los programas de postgrado mencionados anteriormente.

#### 2.1.6 Posibilidades de programas de postgrado integrados

Una primera forma de realizar programas de postgrado integrados es que universidades interesadas aprovechen los programas de maestría en ingeniería que están funcionando actualmente con un nivel adecuado. Para ser específico, la Universidad Nacional del Centro (UNC) indagó la posibilidad de lanzar la maestría en telecomunicaciones para la región central del país con el apoyo de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI). Si tal posibilidad

se hubiera concretado, entonces el convenio marco hubiera contemplado los acuerdos siguientes: el grado sale a nombre de las dos universidades; ambas universidades proporcionan los docentes (en una primera instancia, la mayoría de los profesores serían de la UNI); la UNC proporciona el local y la administración del programa; las ganancias se reparten previo acuerdo de porcentajes; las tesis se realizan preferentemente en la región central; etc.

A pesar de que existen consorcios de universidades privadas y estatales (ver 2.1.7), los programas de maestría que ofrecen dichos consorcios no están integrados. Los principios de constitución de dichos consorcios, sin embargo, pregonan la integración y el apoyo mutuo. Por ejemplo, la UNI ofrece desde 1996 la maestría en telecomunicaciones; la UNMSM también ofrece una maestría en telecomunicaciones desde hace dos años. Ambas universidades pertenecen al consorcio denominado Alianza Estratégica. Actualmente, la UNI y la UNMSM, con el apoyo de OSIPTEL, están discutiendo la formación de un nuevo programa (el tercero) de maestría en telecomunicaciones. En mi opinión, si ambas universidades desean apoyarse mutuamente, entonces deberían ofrecer un solo programa de maestría en telecomunicaciones, recogiendo lo mejor de las maestrías existentes y enriqueciéndolas adecuadamente. Las ventajas serían múltiples: los alumnos tendrían un abanico de cursos por escoger, se aprovecharía la infraestructura de ambas universidades, se reducirían los costos administrativos y de local, mayor disponibilidad de profesores para asesorar tesis, etc.

Otra forma de realizar postgrados integrados entre universidades (especialmente entre universidades ubicadas en una misma región), es que esta posibilidad esté reglamentada en una nueva ley universitaria. Las razones: evitar la superposición de esfuerzos, empleo eficiente de los recursos, etc. La reglamentación en este sentido debe contemplar también que si existen varios programas de maestría de una determinada especialidad en diferentes puntos del país, entonces cada uno de estos programas debe ser fuerte en un determinado campo de dicha especialidad, y todos los programas deben tener la obligación de cooperar unos con otros. Por ejemplo, si la especialidad de la maestría es automatización, entonces un programa debería ser fuerte en manufactura flexible, otro en robótica, otro en control de plantas químicas, otro en control de sistemas de potencia, etc. Las universidades privadas también podrían acogerse a este tipo de cooperación.

### 2.1.7 Principales redes de investigación

Existen muy pocas redes de investigación en el área temática Ingeniería en el país. Cabe mencionar las siguientes redes de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP): Red de Producción Más Limpia (RDPML, para articular a los diferentes actores que trabajan o quieren trabajar en temas relacionados con la Producción Más Limpia); Red Peruana de Soldadura (RPS, para promover la integración entre los profesionales vinculados al campo de la soldadura); Prospectiva Tecnológica (formada en mayo del 2002, para difundir y capacitar a miembros de la comunidad universitaria en el ejercicio de Prospectiva Tecnológica). Actualmente, la red Prospectiva Tecnológica forma parte del Consorcio de Investigación en Prospectiva Tecnológica Nacional.

No conozco otros casos de redes nacionales en ingeniería, salvo omisión. Sin embargo, existen grupos de investigación que se integran a redes internacionales del área temática TIC (me refiero a esta área temática porque es muy importante para las ingenierías), como por ejemplo a la Red Iberoamericana de Cooperación en Telemática (RICOTEL) y a la Red

Iberoamericana de Tecnología de Software (RITOS). El CONCYTEC está organizando el Sistema de Información e Interconexión Telemática en Ciencia, Tecnología e Innovación (CENDICYT). La Universidad de Piura tiene relaciones estrechas con las redes Alfa y CYTED. Cabe mencionar el proyecto OEA-CONCYTEC: "Prevención y Mitigación de Desastres de Origen Natural, Cooperación y Asistencia Mutua en Zonas de Frontera entre Chile, Ecuador y Perú"; la red RIBEN (Red sobre el Impacto Biológico de los Eventos de El Niño).

La Universidad Nacional Mayor de San Marcos ha establecido relaciones con las redes siguientes: redes de investigación BITNET E INTERNET; Centro de Investigación y Documentación Educativa (CIDE) del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España; FUNDACYT (Fundación para la Ciencia y la Tecnología, Ecuador); Fitología y Producción Vegetal con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO); Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza; Red de Américas PATH (AMPATH); Consejo Mexicano de Investigación Educativa; centros, grupos y redes de investigación en Educación Matemática; Facultad de Ciencias de la Universidad de Valladolid; Redes de Investigación TELEGLOBE; Centro de Estudios Hispánicos de la Université Catholique de Louvain. (UCL).

A nivel institucional, algunas universidades se están agrupando en consorcios. La idea es compartir recursos humanos y tecnológicos para el apoyo efectivo de tareas, entre las cuales se encuentran aquellas relacionadas con la investigación. Un ejemplo es la Alianza Estratégica entre las universidades públicas UNI, Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) y Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). El otro ejemplo es el consorcio formado por las siguientes universidades privadas: la PUCP, la Universidad de Ciencias Aplicadas, la Universidad San Ignacio de Loyola y la Universidad Cayetano Heredia.

Tres universidades peruanas (UNI, PUCP, Universidad Cayetano Heredia) forman parte del consorcio internacional Ibero American Science & Technology Education Consortium (ISTEC, [www.istec.org](http://www.istec.org)).

Cabe mencionar que en el Perú está en marcha el proyecto Huascarán, mediante el cual se deben conectar a internet en cinco años 5 000 colegios del país, y a la vez impulsar esa infraestructura para potenciar los programas educativos y la gestión de la educación escolar en el país.

### 2.1.8 Infraestructura (laboratorios y equipamiento disponible)

Los laboratorios de antegrado para las carreras de ingeniería en las universidades nacionales poseen equipamiento obsoleto (salvo excepciones). Sin embargo, debo hacer hincapié que actualmente la tendencia es invertir en hardware y software relacionados y no en equipamiento convencional. Por ejemplo, actualmente se cuenta con estaciones de trabajo que poseen osciloscopios, fuentes de poder, generadores de señales y otros dispositivos, pero virtuales. Tales estaciones de trabajo se pueden emplear como laboratorios de circuitos eléctricos, de sistemas digitales, de circuitos integrados, etc. Por consiguiente, hoy en día conviene equipar a los laboratorios desde cero, dejando de lado gran parte del equipamiento antiguo.

A nivel de postgrado (maestrías en ingeniería), o bien se usan los laboratorios o centros de investigación de la facultad o universidad donde se desarrolla un determinado postgrado, o el equipamiento se realiza partiendo de los proyectos de tesis de maestría.

Las universidades que ofrecen carreras en el área temática Ingeniería cuentan con los laboratorios siguientes por especialidad (ver el Anexo 5). En Ing. Química: Lab. de Química Orgánica, Lab. de Físico-Química, Lab. de Química Analítica, Lab. de Control y Automatización Industrial, Lab. de Procesos y de Catálisis, Lab. de Química Aplicada, Lab. de Operaciones Unitarias, Lab. de Química General, Laboratorio de Análisis Químicos Especiales. En Ing. Textil: Lab. de Ing. Textil. En Ing. Eléctrica y Electrónica: Lab. de Electrónica, Lab. de Telecomunicaciones, Lab. de Desarrollo de Contenidos Digitales, Laboratorio de Electrónica y Sistemas de Control, Lab. de Electrotecnia, Lab. de control, Lab. de sistemas digitales, Lab. de Tecnología electrónica. En Ing. Mecánica: Lab. de Combustión Interna, Lab. de Diseño Mecánico, Lab. de Máquinas Térmicas, Lab. de Soldadura, Lab. de Análisis Instrumental, Laboratorio de Energía, Laboratorio de Metalotecnia y Corrosión, Laboratorio de Tecnología Mecánica, Lab. de Metrología.

En Ing. Civil: Lab. de Resistencia de Materiales, Lab. de hidráulica, lab. de Pavimentos y Transporte, Lab. de Mecánica de Suelos, Lab. de Materiales, Gabinete de Hidráulica, Lab. de Topografía, Lab. Nacional de Hidráulica, Lab. de Geotecnia y Mecánica de Suelos, Lab. de Estructuras y Materiales, Lab. de Estructuras, Lab. de Materiales, Lab. de Estructuras y Ensayo de Materiales, IHHS (Instituto de Hidráulica, Hidrología e Ingeniería Sanitaria), Lab. de Hidráulica e Hidrología, Lab. de Termofluidos. Lab. de Termohidráulica. En Ing. de Petróleo y Petroquímica: Lab. Ing. de Petróleo y Gas, Lab. de Certificación, Lab. de Octanaje (en proceso). En Ing. Industrial: Lab. de Manufactura Flexible (en la Universidad Ricardo Palma, en la PUCP, en la Universidad de Lima y en la Universidad Nacional de Piura), Lab. de CAD, CDTs-CAD/CAM, Lab. de Máquinas y Herramientas, Lab. de Diseño Estructural (por implementar), Lab. de Automatización de Procesos.

Los laboratorios del IPEN (Instituto Peruano de Energía Nuclear) son: Lab. de Tratamiento y Acondicionamiento de Muestras Ambientales; Lab. de Radiometría (Radiometría Gamma, Radiometría Beta); Lab. de Radioquímica Ambiental; Lab. de Calibraciones; Lab. de Dosimetría; Lab. de Análisis por Activación Neutrónica; Lab. de Análisis por Fluorescencia de Rayos X (xrf), Lab. Secundario de Calibración Dosimétrica (LSCD) de la Dirección General de Seguridad Radiológica del IPEN.

### 3. DEFINICIÓN DEL ROL DEL ESTADO EN LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

#### 3.1 ANÁLISIS DEL ROL DEL ESTADO Y SU PARTICIPACIÓN

Hasta la década del 80, el Estado intervino fuertemente en la economía y era propietario de grandes empresas de servicios y de producción en el país. Para atender las necesidades tecnológicas de dichas empresas se crearon institutos asociados fuera del ámbito universitario. Las mismas empresas del Estado consideraron una de sus funciones invertir y promover investigación (ejemplo: diseño de microcentrales, uso de la energía solar, diseño de un prototipo de TV peruano, diseño de una central telefónica, diseño de un concentrador digital, etc.)

En la década de los 90 se cambió el modelo económico y el Estado consideró que debería intervenir menos en la economía (los precios se liberaron, la desregulación entró en marcha, se crearon universidades sin ninguna evaluación, etc.). Por otro lado, al ocurrir la privatización de las empresas, el Estado no obligó a los nuevos dueños a invertir en

investigación, como sí ocurrió en Brasil (por ejemplo, allí el Estado obligó a la Telefónica a seguir apoyando a la institución oficial dedicada a las investigaciones en telecomunicaciones). En este nuevo modelo, la empresa privada no está obligada a invertir en investigación y casi todo se trae llave en mano. Debido a esta política y a la disminución de aranceles, un gran sector de la industria nacional entró en crisis. En unos casos por ejemplo, los productos importados eran muy baratos debido a su mala calidad (el caso de los calzados), y en otros, parte de la industria nacional, por ser obsoleta en sus procedimientos de producción, no podía competir con la industria extranjera. Tradicionalmente, la industria nacional no ha concentrado sus esfuerzos en la investigación y la innovación.

Debemos anotar también que las exportaciones nacionales resultaban caras por los impuestos antitécnicos, tales como: el IES (Impuesto Extraordinario de Solidaridad) que grava en 2 % a los ingresos; el anticipo del Impuesto a la Renta que grava con 1 % a los activos de las empresas; la alta tasa del IGV (Impuesto General a las Ventas) que es del 19 % y que al parecer de los técnicos debería de ser 12 ó 15 % y sin exoneraciones; aranceles demasiado altos que se pagan por la importación de insumos y maquinarias que no se fabrican ni siquiera en la región (en el Perú está fijado en 12 %, mientras que en otros países andinos como Ecuador, Colombia y Venezuela se desembolsa entre 2 % y 5 %); el ISC (Impuesto Selectivo al Consumo) que grava por ejemplo al combustible Diesel con 40 % (uno de los más altos en la región) y a las gaseosas y cervezas con 45 %; el impuesto al patrimonio vehicular aplicado a vehículos con menos de 5 años de antigüedad, etc.

Como consecuencia de esta realidad, el ITINTEC fue desactivado (ver punto 1.1(c)) y los institutos de investigación sectoriales minimizaron sus actividades relacionadas con CTI. En estas circunstancias, el Estado ha tenido que reconocer "la gravedad de la situación de la ciencia y tecnología en el país" (Artículo 3º, Cuarta Disposición Transitoria de la Ley N° 27690 que modifica las funciones del CONCYTEC para atender la emergencia en ciencia y tecnología). Esta Ley, expedida en el mes de marzo de este año, encargó al CONCYTEC elaborar el Plan Nacional de Emergencia en Apoyo de la Ciencia, Tecnología e Innovación. Este plan para el período 2002-2003 ya ha sido presentado y requiere de 84 millones de soles, de los cuales 45 millones deben venir del erario nacional (cosa que aún no acontece) y 39 millones de la cooperación internacional. Entre sus considerandos enuncia que el Perú invierte apenas el 0,08 % de su PBI, mientras que el promedio latinoamericano es de 0,7 % (por ejemplo, Costa Rica invierte 1,13 %, Canadá 1,50 % y Estados Unidos 2,5 %). También menciona que las universidades estatales enfrentan restricciones fiscales que las han llevado a desarrollar diversas actividades generadoras de ingresos con los que en la actualidad cubren más de 30 % del total de su gasto, sin embargo, sólo un 6 % de su presupuesto total lo dedican a la promoción de la investigación científica y el desarrollo experimental (ya mencionamos que muchas universidades usan el dinero destinado a investigación, para repartirlo entre sus docentes, a manera de incentivo).

Otra consecuencia es la baja asignación presupuestal anual que recibe el CONCYTEC (3,25 millones de dólares U.S.A en el año 2003, por ejemplo), comparada con la asignación presupuestal de la década pasada (entre 4 y 5 veces mayor). De estos 3,25 millones, el 58 % va para CyT y el resto para todo lo relacionado con administración (ver <http://ap.concytec.gob.pe/concytec/cifras/transparencia/transparencia2002.htm>).

Del mismo modo, los institutos sectoriales reciben presupuesto del Estado, pero entre un 40 y 60 % de dicho presupuesto es también para el rubro administración (sueldos, bienes de

servicio, gastos corrientes, gastos de capital). Esta información se puede encontrar bajo Transparencia Económica en la siguiente dirección electrónica: [http://www.mef.gob.pe/misc/transparencia/relacion\\\_entidades\\\_du035.htm](http://www.mef.gob.pe/misc/transparencia/relacion\_entidades\_du035.htm)

En la actualidad el Estado no posee una política de ciencia y tecnología. Por este motivo, la Ley N° 27690, que modifica las funciones del CONCYTEC para atender la emergencia en ciencia y tecnología, agrega al Artículo 3° del Decreto Legislativo N° 112 (Ley del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) el inciso siguiente:

“n) Con participación de instituciones públicas y privadas; diseñar, elaborar, ejecutar, controlar, evaluar y coordinar un Plan Nacional que articule los Planes Institucionales de Investigación Científica y Tecnológica, que definan los objetivos, áreas prioritarias, estrategias, políticas de apoyo, programas de repatriación de científicos, programas de articulación entre el Estado, Empresa y Universidades”.

La ausencia por mucho tiempo de un plan nacional de CTI ha motivado que las actividades de investigación e innovación tecnológica en el área temática Ingeniería en el Perú sean en muchos casos esfuerzos aislados de los investigadores o grupos de investigadores.

Por otra parte, recién se ha formado una comisión en el Ministerio de Educación para discutir el tema de la acreditación universitaria. No se está aprovechando la acreditación de carreras de ingeniería que se puede conseguir mediante la IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers). Ver lanzamiento ABET Perú en <http://www.ewh.ieee.org/r9/peru/index.html>

Además, el Estado, en algunos casos por motivos políticos, ha promovido (y sigue promoviendo) la creación no planificada de universidades. Algunos ejemplos de universidades de reciente creación y cuyos proyectos de desarrollo institucional aún no han sido presentados al CONAFU (Consejo Nacional para la Autorización de Funcionamiento de Universidades) son: Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía de Pucallpa, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Universidad Nacional Tecnológica del Cono Sur de Lima, etc.

### 3.2. VINCULACIÓN DEL ESTADO CON LAS UNIVERSIDADES Y ENTIDADES SIMILARES

Hemos mencionado que en muchas universidades nacionales, el Estado otorga en promedio 40 al 50 % del presupuesto para su funcionamiento. El Estado cubre íntegramente el presupuesto de los institutos sectoriales. Algunos de estos institutos reciben además un porcentaje de las ventas que hacen las empresas del sector asociado.

Las universidades, según ley, poseen autonomía académica y administrativa. Estas universidades se agrupan en la Asamblea Nacional de Rectores (ANR). La vinculación del Estado con las universidades es escasa. En algunas oportunidades, el Estado se asesora con las universidades en áreas específicas. Sin embargo, debemos mencionar que por ley existe rebaja de aranceles para la importación de equipos dedicados a la educación. Un caso particular de vinculación Estado-Universidad es la donación de un pozo petrolero (de baja producción) a la UNI.

### 3.3 VINCULACIÓN DEL ESTADO CON EL SECTOR PRIVADO

En la época del ITINTEC, el sector privado daba fondos para la investigación (2 % de las ganancias fiscales). El sector privado también podía usar esos fondos para realizar investigación

propia, previa aprobación del ITINTEC. También existía el mecanismo que permitía a las empresas deducir un porcentaje de sus impuestos cuando estas realizaban donaciones a entidades educativas. Tales mecanismos ya han desaparecido.

Actualmente, algunos de los institutos sectoriales reciben, además del presupuesto estatal, un porcentaje de las ventas que realizan las empresas del sector asociado. Para regular la actividad privada en ciertos sectores de la economía, se crearon los órganos reguladores (OSIPTEL, OSINERG, OSITRAM, SUNASS), o fondos especiales (FITEL) derivados de un porcentaje de las ventas de las empresas del sector. Sin embargo, en dichas entidades no está dentro de sus funciones el promover la investigación.

En el sector vivienda se promueven los SENCICOS, y la capacitación calificada de personal para las empresas de producción se realiza principalmente vía el SENATI. La CONFIEP tiene una comisión de ciencia y tecnología, pero solo se limita a hacer propuestas.

Se estima que actualmente sólo entre el 8 y 10 % de la capacidad nacional de investigación y desarrollo se encuentra al interior del sector productivo, mientras que en los países más avanzados tal proporción oscila entre el 50 % y el 80 % (fuente: Ministerio de la Producción).

#### 4. FUENTES DE FINANCIAMIENTO EXISTENTES Y SU CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO DE PROGRAMAS DE CYT

##### 4.1 FUENTES DE FINANCIAMIENTO EXISTENTES

El Estado contempla en el presupuesto de las universidades públicas un rubro para investigación (se ha estimado que esta asignación corresponde a alrededor del 6 % del presupuesto de funcionamiento de una universidad pública, ver punto 3.1). Cada universidad recibe este dinero y lo reparte entre sus facultades atendiendo a propios criterios (número de alumnos por facultad, etc.). Algunas universidades nacionales, incluso facultades, destinan sus recursos propios (aunque en un porcentaje pequeño) para apoyar la investigación, así sea incipiente.

Algunas universidades privadas como la Universidad de Lima y la Universidad Católica destinan dinero para apoyar directamente proyectos de investigación en ingeniería. Sin embargo, muchos de tales proyectos, tal como se observa en las páginas web correspondientes, son proyectos de ingeniería (ver por ejemplo [www.ulima.edu.pe](http://www.ulima.edu.pe)).

El Estado, a través de CONCYTEC, destina fondos concursables para apoyar proyectos de investigación (máximo US \$ 10 000), que incluye el pago a los investigadores. También se destinó un fondo para el estímulo al investigador (alrededor de S/ 1 500 mensuales, sin sobrepasar los S/ 2 000). Sin embargo, hasta la fecha el gobierno no da luz verde a este programa.

En los 80, COFIDE tuvo una línea de fondos no reembolsables para promover la investigación (alrededor de US \$ 8 000,00 por proyecto). También por cooperación internacional se apoyan proyectos (Banco Mundial, PNUD). Existen también proyectos de CITED, IBEROECA, y de la Comunidad Económica Europea (Alfa, Inco).

Cabe anotar que hasta el año 1993 se disponía del 2 % de las utilidades netas de las empresas del sector industrial para investigación. Este fondo era administrado por ITINTEC (Instituto Tecnológico Industrial y de Normas Técnicas), tal como se detalló en el punto 1.1(c).

La empresa privada normalmente no está financiando la investigación.

## 4.2 CONTRIBUCIÓN DE LAS FUENTES AL DESARROLLO DE PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN EN EL ÁREA DE CYT

Por lo expuesto en los puntos 3 (definición del rol del Estado en la investigación científica) y 4.1, lamentablemente tengo que concluir que la contribución de las fuentes de financiamiento al desarrollo de CTI en el país es escasa. Conviene recalcar que en el país se ha dictado una Ley para atender la emergencia en ciencia y tecnología (ver punto 3.1). Los trabajos en CyT en la mayoría de los casos son el producto de los esfuerzos aislados de los investigadores.

## 5. ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS EXISTENTES

### 5.1 FORTALEZAS DEL SISTEMA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN INGENIERÍA

F1: *Motivación por el estudio.* En la sociedad peruana aún se cree que la educación universitaria es una manera para superarse y seguir avanzando en la vida ("quien estudia triunfa"). Las carreras de ingeniería siguen teniendo preferencia con respecto a las de otros campos.

F2: *La necesidad es un motor empresarial.* Existe una gran cantidad de egresados en ingeniería que no consiguen puestos de trabajo. Muchos de estos egresados podrían ser reclutados para realizar proyectos de investigación. Por otro lado, la escasez de trabajo ha impulsado que los egresados formen empresas (la necesidad es madre del ingenio).

F3: *El bajo costo de la mano de obra calificada.* Cabe anotar que un alto porcentaje de la población económicamente activa en el país es joven.

F4: *Existencia de problemas de ingeniería nacionales y regionales, que por sus particularidades requieren de una solución peruana.*

F5: *Acceso a la información.* En el Perú se ha creado y expandido una cultura y modelo de socialización de acceso a la internet gracias a las cabinas.

F6: *Buen nivel en la formación básica para las carreras de ingeniería en las universidades públicas.* La formación en ciencias básicas en universidades públicas todavía se mantiene en un buen nivel, pues los que acceden a estas han tenido que pasar por un riguroso proceso de admisión.

F7: *En el ente rector de la CyT (CONCYTEC) existe la tradición de adjudicación de subvenciones y becas mediante concurso abierto.*

### 5.2 DEBILIDADES DEL SISTEMA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN INGENIERÍA

D1: *Deficiencia en la formación de recursos humanos para investigación e innovación en el área temática Ingeniería.* Esto se debe a la carencia de centros de capacitación de excelencia y debidamente acreditados y a la carencia de programas de formación de investigadores. También existe poco espíritu empresarial o emprendedor en los investigadores (baja autoestima).

D2: *La universidad privada, en general, se guía básicamente por el principio de la rentabilidad económica.* Esto provoca que los docentes tengan una carga lectiva excesiva (en promedio más de 20 horas). La carga lectiva en universidades privadas es aproximadamente el doble que la carga lectiva en las universidades estatales. En conclusión, los docentes no

tienen tiempo para investigar. Otro aspecto relacionado con esta debilidad es la proliferación de universidades privadas, donde el principal objetivo es el lucro. Esto ha dado lugar a una competencia marcada por el precio y no por la calidad. Es remarcable que las universidades particulares destinan gran esfuerzo y recurso en el aspecto marketing, con el fin de captar estudiantes. En la actualidad, el ingreso a las universidades particulares es prácticamente sin selección, y en muchos casos, el número de vacantes excede al número de postulantes.

D3: *Bajo presupuesto estatal para CyT.* Se refiere a los presupuestos de investigación en las universidades e institutos. Esto origina que gran parte del presupuesto en las universidades nacionales se cubra con recursos propios, pero éstos no se destinan a investigación. Un 70 % del presupuesto destinado a los institutos sectoriales sirve para cubrir planillas.

D4: *Desvinculación del sector académico con el sector empresarial.* Esto se manifiesta en ausencia de actividades de CyT e innovación por parte de la empresa. Cabe destacar que la industria nacional por mucho tiempo ha sido casi monopólica, sin cultura de competitividad y de aseguramiento de la calidad de lo producido.

D5: *Carencia de redes y grupos de investigación.* Salvo marcadas excepciones, no se dispone de información técnica, ni acceso a redes de información. Es remarcable la existencia de endogamia en los grupos de investigación. Existe investigación que no se publica y carencia de una cultura orientada a publicar resultados. Una debilidad relacionada con la información es la falta de dominio de lenguas extranjeras. Otra debilidad relacionada es que el servicio de internet no es considerado prioritario por el ente administrador de cada universidad (ofrecen un mal servicio).

D6: *Ausencia de políticas de promoción y de incentivo a la CyT por parte del Estado.* Por ejemplo, a pesar de que el presupuesto asignado a la defensa nacional ha sido y es significativo, muy poco (o casi nada) se destina a CyT relacionada con la defensa. No existen indicadores de la productividad de la investigación en ciencia y tecnología (por ejemplo, impacto de la investigación en la industria, eficiencia en llegar a los resultados, cantidad de recursos empleados para lograr resultados, etc.). La falta de una política para evitar la fuga de talentos origina que la tasa de retorno de estudiantes de postgrado en el exterior sea muy baja. Además, es remarcable la desvinculación entre los investigadores peruanos en el extranjero y sus congéneres en el país. Por otro lado, no se han establecido áreas prioritarias de investigación. Las actividades de CyT en el Estado se ven obstaculizadas por los trámites engorrosos (por ejemplo, para la adquisición de equipamiento).

D7: *El motor de la economía es el sector multinacional.* Sin embargo, este sector hace CyT en sus casas matrices y no en el Perú. Por ejemplo, la industria de extracción exporta principalmente materia prima con poco valor agregado.

D8: *En general, lo poco que se investiga en ingeniería no tiene ningún impacto industrial.* Hay carencia de verdaderos casos de éxito en CyT que sirvan de paradigma para emprender con ímpetu nuevos proyectos.

D9: *Equipamiento para CyT obsoleto o inexistente.* Nuevo equipamiento resulta en costos excesivos de acuerdo a los estándares económicos del país.

### 5.3 AMENAZAS DEL SISTEMA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN INGENIERÍA

A1: *Deterioro de la situación económica, hasta un nivel crítico.* Las consecuencias serían pérdida del poder adquisitivo de los sueldos en universidades nacionales e institutos sectoriales, posible paralización de universidades y centros de investigación, alza en las tarifas de los servicios.

A2: *El Estado sigue sin involucrarse en CyT.* Por ejemplo, no se ha cambiado el entorno normativo en CyT, el Estado continúa sin destinar los recursos necesarios para CyT, ausencia de capital de riesgo para promover CyT por parte del Estado, ausencia de mecanismos efectivos para garantizar la propiedad intelectual, rigidez en la asignación presupuestal que no permite planificar gastos.

A3: *Las empresas nacionales y multinacionales continúan sin involucrarse en CyT.* Por ejemplo, las empresas multinacionales siguen importando tecnología desde sus casas matrices, mientras es notoria la ausencia de capital de riesgo para promover CyT por parte de las empresas.

A4: *Continúa la proliferación de universidades indiscriminadamente, sin tender a la excelencia.*

A5: *Falta de financiamiento externo en CyT.*

A6: *Importación de algunos productos.*

A7: *Discriminación por razones de género, extracción social, discapacidad o poder adquisitivo.*

#### 5.4 OPORTUNIDADES DEL SISTEMA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN INGENIERÍA

O1: *Convenios comerciales potencialmente favorables, tales como ATPA y APEC.* El ATPA puede propiciar la proliferación de PYMES.

O2: *Financiamiento de la CyT.* El financiamiento del BID, proyectos financiados por la CEE, el fondo de incentivo al investigador creado últimamente, la cooperación internacional, y los fondos del canon de producción en las regiones.

O3: *Disponibilidad de becas de estudio y pasantías de investigación en ingeniería.* En el exterior, becas de estudios para maestrías y doctorados, postdoctorados, estudios de especialización (tipo JICA). En el ámbito nacional, becas que otorga el CONCYTEC. Las universidades deberán imitar lo que hace la UNI: todos sus docentes pueden seguir cursos de maestría que se dictan en la UNI sin costo alguno. Actualmente muchas universidades públicas generan sus recursos propios y parte de ello se destina para la enseñanza.

O4: *Modernización del Estado.* Se manifiesta en el incremento de la cobertura de los servicios (energía, telecomunicaciones, saneamiento, etc.). Pronto se iniciará el proceso de regionalización para descentralizar la economía. La expansión masiva de internet mediante cabinas es una consecuencia del incremento de la cobertura de los servicios.

O5: *Inflación controlada y tasa de cambio estable.* Permite planificar y programar las actividades de CyT.

O6: Disponibilidad en el país de muchos productos de tecnología, tanto en hardware como en software, a bajos precios. Muchos de estos productos son asiáticos.

#### 5.5 ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS EXISTENTES EMPLEANDO LA MATRIZ FODA

##### 5.5.1 La matriz FODA empleada

La estructura de la matriz FODA a emplear se muestra en el Cuadro 2. El objetivo general de este análisis es definir cómo inciden las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas en la CTI (ciencia, tecnología e innovación), y a partir de ello potenciar las posibilidades,

tratando de aprovechar las oportunidades, potenciar las fortalezas, contrarrestar las amenazas y disminuir las debilidades.

CUADRO 2: MATRIZ FODA

Matriz FODA	Análisis Externo	
	Oportunidades	Amenazas
<b>Análisis Interno</b>		
<b>Fortalezas</b>	"Oportunidades aprovechables para las fortalezas"	"Amenazas contrarrestadas por las fortalezas"
<b>Debilidades</b>	"Oportunidades que sea provecharán si se superan las debilidades"	"Amenazas que no se podrán contrarrestar mientras no se superen las debilidades"

El listado de estrategias derivadas del análisis FODA se encuentra al final de la siguiente lista.

F1-O2: Aprovechar O2 para potenciar F1. Estrategia E1.  
 F1-O3: Aprovechar O3 para potenciar F1. Estrategia E2.  
 F1-O4: Aprovechar O4 para potenciar F1. Estrategia E3.  
 F2-O1: Aprovechar O1 para aprovechar F2. Estrategia E4.  
 F2-O2: Aprovechar O2 para aprovechar F2. Estrategia E5.  
 F2-O4: Aprovechar O4 para aprovechar F2. Estrategia E3.  
 F2-O6: Aprovechar O6 para aprovechar F2. Estrategia E6.

F3-O1: Aprovechar O1 para emplear F3. Estrategia E4.  
 F3-O2: Aprovechar O2 para emplear F3. Estrategia E5.  
 F3-O4: Aprovechar O4 para emplear F3. Estrategia E3.  
 F3-O6: Aprovechar O6 para emplear F3. Estrategia E6.

F4-O1: Aprovechar O1 para resolver F4. Estrategia E4.  
 F4-O2: Aprovechar O2 para resolver F4. Estrategia E5.  
 F4-O4: Aprovechar O4 para resolver F4. Estrategia E3.  
 F4-O5: Aprovechar O5 para resolver F4. Estrategia E7.  
 F4-O6: Aprovechar O6 para resolver F4. Estrategia E6.

F5-O2: Aprovechar O2 para potenciar F5. Estrategia E5.  
 F5-O4: Aprovechar O4 para potenciar F5. Estrategia E3.  
 F5-O6: Aprovechar O6 para potenciar F5. Estrategia E7.

F6-O2: Aprovechar O2 para potenciar F6. Estrategia E8.  
 F7-O2: Aprovechar O2 para potenciar F7. Estrategia E9.  
 F7-O3: Aprovechar O3 para potenciar F7. Estrategia E10.

F1-A1: Contrarrestar A1 para potenciar F1. Estrategia E7.

F1-A2: Contrarrestar A2 para potenciar F1. Estrategias E1 y E11.

F1-A4: Contrarrestar A4 para potenciar F1. Estrategias E1 y E11.

F1-A5: Contrarrestar A5 para potenciar F1. Estrategia E12.

F1-A7: Contrarrestar A7 para potenciar F1. Estrategia E13.

F2-A1: Contrarrestar A1 para potenciar F2. Estrategia E7.

F2-A2: Contrarrestar A2 para potenciar F2. Estrategias E11 y E14.

F2-A3: Contrarrestar A3 para potenciar F2. Estrategia E14.

F2-A5: Contrarrestar A5 para potenciar F2. Estrategia E12.

F2-A6: Contrarrestar A6 para potenciar F2. Estrategia E6.

F3-A1: Contrarrestar A1 para emplear F3. Estrategia E7.

F3-A2: Contrarrestar A2 para emplear F3. Estrategias E11 y E14.

F3-A3: Contrarrestar A3 para emplear F3. Estrategia E14.

F3-A5: Contrarrestar A5 para emplear F3. Estrategia E12.

F4-A1: Contrarrestar A1 para resolver F4. Estrategia E7.

F4-A2: Contrarrestar A2 para resolver F4. Estrategia E11.

F4-A3: Contrarrestar A3 para resolver F4. Estrategia E14.

F4-A5: Contrarrestar A5 para resolver F4. Estrategia E12.

F4-A6: Contrarrestar A6 para resolver F4. Estrategia E6.

F5-A1: Contrarrestar A1 para potenciar F5. Estrategia E7.

F5-A2: Contrarrestar A2 para potenciar F5. Estrategias E11 y E14.

F5-A3: Contrarrestar A3 para potenciar F5. Estrategia E14.

F6-A1: Contrarrestar A1 para potenciar F6. Estrategia E7.

F6-A2: Contrarrestar A2 para potenciar F6. Estrategia E11.

F6-A4: Contrarrestar A4 para potenciar F6. Estrategias E1 y E11.

F6-A5: Contrarrestar A5 para potenciar F6. Estrategia E12.

F7-A1: Contrarrestar A1 para potenciar F7. Estrategia E7.

F7-A2: Contrarrestar A2 para potenciar F7. Estrategias E9 y E11.

F7-A5: Contrarrestar A5 para potenciar F7. Estrategia E14.

D1-O2: Aprovechar O2 para disminuir D1. Estrategias E1, E8 y E11.

D1-O3: Aprovechar O3 para disminuir D1. Estrategia E10.

D1-O5: Aprovechar O5 para disminuir D1. Estrategia E7.

D2-O2: Aprovechar O2 para revertir D2. Estrategia E11.

D2-O3: Aprovechar O3 para revertir D2. Estrategia E11.

D2-O5: Aprovechar O5 para revertir D2. Estrategia E7.

D3-O2: Aprovechar O1 para revertir D3. Estrategias E11 y E12.

- D3-O3: Aprovechar O3 para revertir D3. Estrategia E10.  
D3-O5: Aprovechar O5 para revertir D3. Estrategia E7.  
D3-O6: Aprovechar O6 para revertir D3. Estrategia E7.
- D4-O1: Aprovechar O1 para disminuir D4. Estrategias E4 y E14.  
D4-O2: Aprovechar O2 para disminuir D4. Estrategias E5 y E14.  
D4-O4: Aprovechar O4 para disminuir D4. Estrategias E3 y E14.  
D4-O5: Aprovechar O5 para disminuir D4. Estrategias E3.  
D5-O2: Aprovechar O2 para disminuir D5. Estrategia E15.  
D5-O4: Aprovechar O4 para disminuir D5. Estrategias E3 y E15.
- D6-O2: Aprovechar O2 para disminuir D6. Estrategia E11.
- D7-O2: Aprovechar O2 para revertir D7. Estrategia E14.  
D7-O4: Aprovechar O4 para revertir D7. Estrategias E3 y E14.
- D8-O2: Aprovechar O2 para revertir D8. Estrategias E9, E11 y E14.  
D8-O3: Aprovechar O3 para revertir D8. Estrategias E9 y E14.  
D8-O6: Aprovechar O6 para revertir D8. Estrategias E9 y E14.
- D9-O2: Aprovechar O2 para disminuir D9. Estrategia E17.  
D9-O6: Aprovechar O6 para disminuir D9. Estrategia E6.
- D1-A1: Contrarrestar A1 para disminuir D1. Estrategias E7 y E11.  
D1-A2: Contrarrestar A2 para disminuir D1. Estrategia E11.  
D1-A4: Contrarrestar A4 para disminuir D1. Estrategia E11.  
D1-A5: Contrarrestar A5 para disminuir D1. Estrategia E12.  
D2-A2: Contrarrestar A2 para revertir D2. Estrategia E11.  
D2-A4: Contrarrestar A4 para revertir D2. Estrategia E11.  
D2-A7: Contrarrestar A7 para revertir D2. Estrategia E13.
- D3-A1: Contrarrestar A1 para revertir D3. Estrategia E7.  
D3-A5: Contrarrestar A5 para revertir D3. Estrategias E7 y E12.
- D4-A2: Contrarrestar A2 para disminuir D4. Estrategias E11 y E14.  
D4-A3: Contrarrestar A3 para disminuir D4. Estrategia E14.
- D5-A2: Contrarrestar A2 para disminuir D5. Estrategias E11 y E15.  
D5-A3: Contrarrestar A3 para disminuir D5. Estrategias E11 y E14.  
D5-A5: Contrarrestar A5 para disminuir D5. Estrategia E12.
- D6-A2: Contrarrestar A2 para disminuir D6. Estrategia E11.  
D6-A3: Contrarrestar A3 para disminuir D6. Estrategias E11 y E14.
- D7-A2: Contrarrestar A2 para revertir D7. Estrategias E11 y E14.

D7-A3: Contrarrestar A3 para revertir D7. Estrategia E11.

D8-A2: Contrarrestar A2 para revertir D8. Estrategias E9, E11 y E14.

D8-A3: Contrarrestar A3 para revertir D8. Estrategias E9, E11 y E14.

D9-A2: Contrarrestar A2 para disminuir D9. Estrategias E11 y E16.

D9-A3: Contrarrestar A3 para disminuir D9. Estrategias E14 y E16.

D9-A5: Contrarrestar A5 para disminuir D9. Estrategia E12.

### 5.5.2 Estrategias derivadas del análisis FODA

*Estrategia E1:* Reforzar aquellas carreras que el sistema universitario ofrece y que estén relacionadas con las prioridades nacionales. Estas carreras deben ser acreditadas.

*Estrategia E2:* Promover el aumento de los presupuestos de INABEC y CONCYTEC y parte de ellos orientarlos al aprovechamiento y difusión de becas y pasantías ofrecidas por el exterior.

*Estrategia E3:* Promover que los programas de modernización del Estado y la regionalización del país se vinculen al desarrollo de CTI.

*Estrategia E4:* Que los sectores ligados a CIT participen activamente en los convenios comerciales suscritos (APEC, ATPA, CAN, ALCA) para generar nuevas industrias y empresas tecnológicas y propiciar que se reactiven las existentes.

*Estrategia E5:* Con el fin de crear un paradigma nacional, concentrar los esfuerzos en lograr en el menor tiempo posible un caso de "éxito" (calidad, rentabilidad) en cada área prioritaria.

*Estrategia E6:* Promover la importación de componentes tecnológicos, sin desmedro de la industria nacional (es decir, afectar con altos aranceles a los productos terminados que pueden ser producidos en el país, en cambio, reducir los aranceles para las partes). Estos componentes pueden ser los insumos para empresas tecnológicas.

*Estrategia E7:* Promover que se incremente el presupuesto de CyT y que la asignación esté relacionada con los resultados del buen uso de dicho presupuesto en el ejercicio anterior. La Contraloría General de la República, en coordinación con los entes de CyT involucrados, debe crear los mecanismos de control para el buen uso del presupuesto asignado.

*Estrategia E8:* Mantener los procesos de admisión en las universidades públicas y reforzar la formación básica.

*Estrategia E9:* Que se le asigne el financiamiento adecuado a CONCYTEC para que siga fomentando, promoviendo y apoyando actividades relacionadas con CTI, pero con énfasis en los campos que se definan como prioritarios.

*Estrategia E10:* Que las universidades y entes de investigación del país gestionen y aprovechen las becas de estudios (maestrías y doctorados), pasantías, postdoctorados, estudios especializados y otros, que se ofrecen tanto en el ámbito nacional como internacional.

*Estrategia E11:* Creación del entorno normativo de CyT financiado: promulgar una mejor ley universitaria, y que la nueva Constitución recalque que la educación y la CyT son imprescindibles para salir del subdesarrollo.

*Estrategia E12:* Detectar y lograr financiamiento externo reembolsable y no reembolsable para CyT, con el aval del Estado, si fuera necesario.

*Estrategia E13:* Normar el derecho a la educación superior, sin que medien razones de género, extracción social, discapacidades o poder adquisitivo.

*Estrategia E14:* Normar para que la CyT sean atractivas para las empresas (financiamiento de proyectos, deducción de impuestos por CyT, etc.). Normar para que en los proyectos de investigación en ingeniería y en las áreas prioritarias, la empresa participe activamente. Por ejemplo, con asignación de recursos humanos o financieros, uso de equipamiento e instalaciones de la firma, proporcionando información técnica de la empresa, etc.

*Estrategia E15:* Creación de redes de investigación. Por ejemplo, hacer una intranet académica, incrementando el ancho de banda de acceso en cada universidad e instituto que conformen la red. Fomentar el acceso a la información técnica, tanto en medios físicos como virtuales. Un proyecto financiado por el BID sería contratar el acceso a bases de datos de información en CyT para todas las universidades e institutos sectoriales del país.

*Estrategia E16:* Financiar el equipamiento de laboratorios relacionados con las líneas de investigación prioritaria, empleando la cooperación internacional y los recursos propios generados por las instituciones de CyT.

## 5.6 OTRAS ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO DE LA CTI

*Estrategia E17:* Hacer un estudio de las estrategias empleadas y los resultados obtenidos con los préstamos BID en otros países de la región.

*Estrategia E18:* Identificar áreas prioritarias de investigación (ejemplo: protección del medio ambiente).

*Estrategia E19:* Hacer un estudio de cómo se han resuelto en el mundo (o en la región) los problemas de las áreas prioritarias identificadas.

*Estrategia E20:* Identificar los grupos de investigación en dichas áreas prioritarias (se puede usar el resultado de los informes de consultoría).

*Estrategia E21:* Identificar las necesidades de CTI de la industria nacional, que lleven a una mejora de su competitividad.

*Estrategia E22 (ver estrategias E17, E18, E19, E20 Y E21):* Que CONCYTEC use los resultados de los informes evacuados por los consultores de las áreas temáticas y de otros estudios relacionados para inventariar la CyT (por ejemplo, inventariar las áreas prioritarias de investigación, los grupos de investigación, necesidades de CTI de la industria, solución empleada en otros países para las áreas prioritarias de investigación, etc.).

*Estrategia E23:* Formación de la masa crítica de investigadores para resolver los problemas en las áreas prioritarias. Una forma es seleccionar los programas de postgrado que puedan garantizar una formación adecuada. Es posible que estos postgrados necesiten ser repotenciados (capacitar a sus profesores, equipando sus laboratorios, trayendo profesores visitantes, contratando nuevos docentes, asociándose con otras maestrías nacionales e internacionales, usando o formando consorcios footnote (en el país no existen consorcios de programas de postgrado, pero sí existe un consorcio de universidades públicas y otro de universidades privadas (ver punto 2.1.6.) de programas de postgrado, etc.). Si no los hubiera, hacer un estudio costo-beneficio para decidir si se crean nuevos programas o se envían a los investigadores al exterior a capacitarse.

*Estrategia E24:* El financiamiento por el BID de los proyectos aprobados debe contemplar la remuneración adecuada (de acuerdo a estándares de la región) de los investigadores durante el tiempo que dure el proyecto, y en concordancia con la dedicación al mismo.

*Estrategia E25:* El financiamiento del BID debe contemplar además el desarrollo de proyectos de infraestructura, seleccionados vía concurso. Una condición es que la infraestructura implementada debe ser compartida por la comunidad científica.

*Estrategia E26:* Forzar que los proyectos financiados por el BID o por otra fuente sean realizados con la participación de grupos de investigación de instituciones de diversas regiones.

*Estrategia E27:* Forzar que las universidades e institutos que reciban financiamiento del BID para proyectos de CyT empleen por lo menos 3 % del bruto de sus recursos propios (si no lo están haciendo) para financiar proyectos de investigación.

*Estrategia E28:* Fomentar en las áreas prioritarias los *spin-off* de las instituciones de CyT, subvencionando el capital inicial.

*Estrategia E29:* Que las nuevas privatizaciones de empresas contemplen la obligación de invertir en CyT en el país, un porcentaje de la inversión. Esto puede materializarse mediante proyectos propios o mediante apoyo financiero a centros de investigación nacionales.

*Estrategia E30:* Un porcentaje (por ejemplo el 2 %) del presupuesto asignado a la defensa nacional debe servir para llevar a cabo proyectos de CyT que resuelvan problemas de CyT de carácter militar y de defensa nacional. Los institutos militares deben trabajar más con el ámbito civil en materia de CyT.

## 6. DEFINIR LAS ESTRATEGIAS DE DESARROLLO DE CTI, ASÍ COMO LAS PRIORIDADES EN CTI EN EL ÁREA TEMÁTICA INGENIERÍA

### 6.1 CLASIFICACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS

Las estrategias de CyT pueden ser clasificadas atendiendo a diversos criterios. Atendiendo al plazo de su ejecución, las estrategias bien pueden ser de corto y mediano plazo (hasta 4 años, que es el plazo ya definido para la ejecución de los proyectos con financiamiento del BID). Las estrategias también pueden ser diferenciadas en términos de sus contenidos y alcances; así se tienen estrategias que constituyen recomendaciones específicas, estrategias de mayor alcance, y estrategias que conllevan las necesidades de información para la toma de decisiones. Otro criterio no menos importante es definir las estrategias orientadas a la promoción de CTI y aquellas orientadas a otros temas. Estos son los criterios de clasificación de estrategias que usaremos a continuación.

#### Estrategias con relación al plazo de ejecución

*Estrategias de corto plazo:* Estrategias E1, E2, E5, E6, E7, E8, E9, E10, E11, E12, E13, E14, E16, E17, E18, E19, E20, E21, E22, E24.

*Estrategias de mediano plazo:* Estrategias E3, E4, E15, E23, E24, E25, E26, E27, E28, E29, E30.

#### Estrategias con respecto a sus contenidos y alcances

*Estrategias con recomendaciones específicas:* E4, E5, E6, E8, E9, E10, E15, E16, E24, E25, E28.

*Estrategias de mayor alcance:* E1, E2, E3, E7, E11, E13, E14, E23, E26, E27, E29, E30.

*Estrategias que conllevan las necesidades de información para la toma de decisiones:* E12, E17, E18, E19, E20, E21, E22.

Estrategias orientadas a la promoción de CTI y a otros temas

*Estrategias orientadas a la promoción de CTI:* E1, E2, E3, E5, E7, E9, E11, E12, E14, E15, E16, E24, E25, E27, E29, E30.

*Estrategias orientadas a otros temas relacionados:* E4, E6, E8, E10, E13, E17, E18, E19, E20, E21, E22, E23, E26, E28.

## 6.2 PRIORIDADES EN CTI EN EL ÁREA TEMÁTICA INGENIERÍA

### 6.2.1 Listado de prioridades

Estas prioridades han sido establecidas gracias al trabajo de campo realizado (Anexo 5 de este informe). Se debe entender que las prioridades abajo descritas son de característica multidisciplinaria y multisectorial. No sólo el área temática Ingeniería está involucrada, sino muchas áreas más. Por ejemplo, el área temática TIC debe intervenir proporcionando información técnica, comunicación, etc.

Este listado de prioridades no toma en cuenta los proyectos de inversión que coordina y conduce el Instituto Nacional de Desarrollo (INADE) en áreas estratégicas y prioritarias del Perú. Estos proyectos están relacionados con: el aprovechamiento de los recursos hídricos para riego, drenaje y defensas fluviales; generación de energía hidroeléctrica, incorporar tierras para la agricultura, establecer sistemas tecnológicos productivos con criterios de conservación y mantenimiento del medio ambiente, mejorar y rehabilitar caminos vecinales, y gestión de la oferta de agua en las cuencas de gestión (ver detalles en <http://www.inade.gob.pe/general.htm>). La ejecución de los proyectos de inversión del INADE se otorga a las empresas ganadoras de un concurso público abierto. Como el presupuesto de INADE es siempre insuficiente para poder llevar a cabo todos los proyectos, mi recomendación es que algunos proyectos que por su naturaleza requieran de la CyT para su elaboración y ejecución, podrían también ser financiados con el préstamo del BID (por ejemplo, proyectos que empleen técnicas de riego y drenaje no convencionales).

P1: El fenómeno El Niño. Con Resolución Ministerial N° 120-77-PM/ONAJ de fecha 7 de junio 1977, se constituyó el Comité Multisectorial encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN, <http://www.senamhi.gob.pe/enfen>). Con R.M N° 761-97-PE, de fecha 26 de noviembre de 1997, se aprueba el Reglamento Interno del Comité (ENFEN). Sin embargo, creo que se deben reforzar los estudios de investigación multidisciplinarios para mejorar la capacidad de pronóstico de El Niño.

P2: Electrificación rural. Por ley, lo ejecuta el Ministerio de Energía y Minas. Para ello cuenta con un Plan de Electrificación Rural (PAR) y el Fondo de Electrificación Rural (ver <http://www.dep.miem.gob.pe/>). Debo mencionar que las necesidades de electrificación rural en el Perú sobrepasan largamente las obras de electrificación rural que se llevan a cabo. Por otra parte, muchas zonas rurales no aparecen en el PAR por varias razones: poca densidad de población, ubicación lejana a una central eléctrica, falta de financiamiento, etc. Para esas

zonas se puede investigar la aplicación de otras alternativas: microcentrales hidráulicas, centrales eólicas, centrales solares, centrales mareomotrices (instalar en los lechos de los ríos generadores eléctricos que emplean la corriente hidráulica), etc.

En las zonas de selva y ceja de selva es muy caro realizar las obras civiles para instalar postes o torres de transmisión eléctrica. Para estos casos se debe investigar el empleo de la tecnología de transmisión de corriente *light*, la cual consiste en emplear cables subterráneos para el transporte del fluido eléctrico continuo en lugar del empleo de cables aéreos para el transporte de corriente alterna. Brasil ya está haciendo avances para emplear esta tecnología.

También se debe investigar el aprovechamiento de la inducción de las líneas de alta tensión para generar electricidad. Esta tecnología produce una energía eléctrica de mejor calidad comparada con la energía producida empleando un transformador.

P3: Agroindustria. Impulsar la tecnificación en productos que puedan ser competitivamente exportables. Debemos aprovechar el invernadero natural de nuestra costa para producir en todas las estaciones aquellos frutos y vegetales que son muy pedidos en el mundo. Dar valor agregado a los productos propios agrarios propios del país (papa, maca, yacón, oca, café de algarrobo, etc.).

P4: Textil. Además de hacer eficiente la productividad de los insumos clásicos (algodón, lana) y de los autóctonos (lanas de vicuña, alpaca y otros), tecnificar la producción de confecciones, incluso de alta costura.

P5: Vías de comunicación. El problema de las vías de comunicación en el Perú sigue siendo prioritario. En principio, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones es el responsable del buen estado de las vías. Sin embargo, falta mucho por hacer. Vías de comunicación para zonas de selva y otras zonas agrestes son casos por investigar. Se carece de un sistema de mantenimiento de las vías de comunicación existentes. Con respecto a la licitación de carreteras por parte del Estado, se debe reglamentar el proceso de construcción, ya que por ganar una licitación, los postores tienden a bajar los costos de construcción. La consecuencia resulta en carreteras que duran poco, o presentan fallas luego de un corto período de uso.

P6: Problema del transporte de pasajeros en Lima metropolitana. Este problema lleva muchos años sin resolverse, a pesar de las muchas propuestas que existen y de los muchos gobiernos municipales provinciales de Lima que las han tenido como proyecto. Este problema tiene varias consecuencias: hace perder muchas horas-hombre, provoca la polución de la atmósfera, es causa de muchos accidentes de tránsito, etc. El proyecto de los corredores viales para buses acoplados que funcionan con gas que emprende la Municipalidad de Lima ya está en marcha y esperamos que funcione.

P7: Transporte para geografía agreste. La geografía peruana es muy accidentada y son muchos los casos en que se requiere transportes del tipo funiculares, teleféricos, con puentes colgantes y otros. No se ha hecho casi nada al respecto. El diseño, construcción y puesta en operación de tales medios de transporte, constituye un reto tecnológico. Cabe anotar que son muy pocas las empresas en el mundo que dominan esta tecnología. Por esta razón sus productos resultan caros.

P8: Gas de Camisea. La llegada del gas de Camisea a la costa peruana está cambiando el panorama energético en una gran zona del Perú. Ya se debe masificar el cambio de petróleo por gas natural en las empresas de generación eléctrica y en la industria. Posteriormente, el parque automotriz usará en el futuro gas en lugar de gasolina o petróleo, las casas podrán tener también suministro de gas, etc. Debemos estar preparados para el cambio.

P9: Carbón del Alto Chicama. El carbón actualmente explotable contiene alrededor de 1,5 % de contenido de azufre. Sin embargo, el carbón del Alto Chicama contiene alrededor del 15 %. Investigadores de universidades alemanas y japonesas están dispuestos a trabajar en forma gratuita (tales investigadores son pagados por sus universidades) con la Universidad Nacional de Trujillo para desarrollar una tecnología adecuada para la utilización de este carbón. Lo que se requiere es el financiamiento para la creación de un centro de investigación ad hoc. Estos yacimientos de carbón se pueden usar para generar electricidad en las zonas rurales, donde no es posible, o es muy cara, la generación de electricidad por otros medios. Además, puede ser usado por la industria, siempre que se tenga cuidado de preservar el medio ambiente.

P10: Automatización de plantas industriales. Muchas plantas industriales requieren ser automatizadas atendiendo a los motivos de productividad y a la calidad de lo producido, a fin de que sean competitivas. Estos procesos de automatización pueden ser realizados en la actualidad por empresas peruanas, resultando mucho más económicos que las soluciones llave en mano traídas del exterior. Automatización de procesos complejos se pueden realizar con la cooperación de las universidades.

P11: Elaboración de mapas de corrosividad atmosférica. Esto es importante para poder tomar medidas con relación a la preservación del medio ambiente. Estos mapas son muy necesarios actualmente en zonas densamente pobladas, y ubicadas cerca de los centros de producción (minas, fábricas, etc.).

P12: Empleo de energías no convencionales. En muchas zonas del Perú resulta necesario emplear energías no convencionales para satisfacer necesidades primordiales de la población (energía, electrificación, comunicaciones, entretenimiento, etc.). En este contexto se cuenta principalmente con la energía solar, la energía eólica y la energía de biomasa. También entran en esta categoría el empleo de sustitutos de combustibles, tales como el alcohol de la caña de azúcar (en Brasil esta alternativa está muy difundida), el aceite de palma, el aceite de soya, etc.

P13: Reciclaje. Se ha hecho muy poco en este aspecto. El reciclaje tecnificado es una fuente de trabajo y de generación de ganancias, además que se colabora con la preservación del medio ambiente.

P14: Drenaje y tratamiento de aguas servidas. El problema del drenaje de las aguas servidas es ya un problema grave en Lima y en otras ciudades del país. También las grandes irrigaciones, principalmente en el norte del Perú, han ocasionado que se incremente tremendamente la capa freática en el subsuelo, constituyendo un peligro potencial para las viviendas de las poblaciones. Cada ciudad o región requiere de una solución ad hoc a sus problemas de drenaje y tratamiento de las aguas servidas. Por ejemplo, las aguas servidas de Lima muy bien pueden ser usadas, previamente tratadas, para crear bosques en zonas desérticas (tener en cuenta que Lima está ubicada en una zona desértica).

P15: Prevención y mitigación de desastres. Para todos es conocido que el Perú está ubicado en una zona de riesgo sísmico. Por otra parte, cada cierto tiempo nos visita "El Niño". Es necesario anotar que la prevención de desastres en esta prioridad se refiere a cómo los desastres afectan la parte estructural de edificaciones (riesgo sísmico).

P16: Predicción del estado del tiempo y del clima. Esta predicción es importante para resolver los problemas de planificación económica y desarrollo sostenible. El Instituto Geofísico del Perú (IGP) está trabajando al respecto.

P17: Prevención de desastres naturales empleando dispositivos GPS (Global Positioning Systems). Es necesario remarcar que en este caso la prevención de desastres se relaciona con el peligro sísmico. Esto se logra vigilando los desplazamientos de la corteza terrestre, gracias al empleo de los dispositivos GPS. El IGP está trabajando en este proyecto.

P18: Medicina nuclear. Una forma de medicina nuclear se refiere a los diagnósticos y tratamiento a pacientes con cáncer empleando radioisótopos y radiofármacos producidos con técnica nuclear. El Centro de Medicina Nuclear del IPEN (Instituto Peruano de Energía Nuclear) brinda actualmente dichos servicios. En este sentido, se debe reforzar la actividad del IPEN en dicho campo e investigar en otros relacionados, dado que ya se cuenta con una infraestructura ad hoc.

P19: Preservación de alimentos por irradiación. La irradiación de alimentos es un proceso físico de tratamiento de alimentos comparable con la pasteurización por calor, el enlatado o el congelado. El proceso consiste en la exposición del alimento, empacado o a granel, a uno de los tres tipos de energía ionizante: rayos gamma, aceleradores de electrones o rayos X. Los principales beneficios que permite esta tecnología para que los productos se conserven por un mayor tiempo son: la inhibición de brotes como en bulbos y tubérculos, la desinfección en alimentos eliminándoles la salmonela y otras bacterias patógenas, la desinfección principalmente en granos y cereales eliminándoles insectos y parásitos, y la esterilización para el tratamiento final de los productos de uso médico. El IPEN opera desde 1966 una Planta de Irradiación Multiuso empleando para ello Cobalto 60. Considero necesario extender esta tecnología a varios puntos del país.

P20: Combate de las heladas y friajes. La helada es un fenómeno de geodinámica externa que consiste en la solidificación de lluvias que cubre generalmente campos y lagunas cuando la temperatura baja más allá de lo normal. En algunos lugares, dependiendo de la topografía del terreno, las heladas pueden registrarse a alturas menores de 3 000 metros. En otros lugares de la sierra, la selva y la vertiente occidental de los Andes, las temperaturas pueden bajar debajo de lo normal sin llegar a cero grados. En la Selva peruana, estas bajas de temperatura tienen el nombre particular de fríos de San Juan o friaje. Las heladas son muy perjudiciales para la agricultura y ganadería. Se debe investigar la forma técnica de mitigar sus efectos, por ejemplo, empleando riego tecnificado.

P21: Impulso y promoción a la creación de empresas de producción y transformación. Este proyecto propuesto por el INADUR (Instituto Nacional de Desarrollo Urbano, <http://www.inadur.gob.pe/pages/0423.html>) debe reforzarse y descentralizarse en el Perú. El problema a resolver es la existencia de unidades de producción con bajos niveles de producción y nula competitividad, falta de incentivos para la creación de empresas, y potenciales locales no aprovechados. El propósito del proyecto es impulsar la generación de micro y pequeñas empresas, orientar y promover niveles de inversión de productores emergentes en actividades prometedoras de empleo e ingresos, y aprovechar los potenciales locales para incorporarlos plenamente a los mercados locales y regionales de consumo. Cabe anotar que la red de CITEs existentes (Centros de Innovación Tecnológica del cuero y calzado, de la madera, de la vid, de confecciones, y próximamente de frutas y plantas, [http://www.produce.gob.pe/industria/cites/index/\\_cites.php](http://www.produce.gob.pe/industria/cites/index/_cites.php)) brinda servicios a las empresas para elevar la capacidad de innovación y alcanzar mayor competitividad y productividad. Por consiguiente, considero que los esfuerzos de INIDE, de las CITES y otros deben complementarse.

P22: Defensa nacional. El sector defensa constituye un nicho de proyectos tecnológicos y de investigación que debe ser tomado en cuenta. Yo particularmente estoy conduciendo dos proyectos de investigación relacionados con simulación táctica naval, los cuales están siendo ejecutados por alumnos de la maestría en Telecomunicaciones de la UNI. Los proyectos se llevan a cabo en el Centro de Entrenamiento Táctico Naval de la Marina de Guerra del Perú, y el problema a resolver es reemplazar un simulador táctico digital ya obsoleto por otro de última generación y realizado íntegramente en el país. Cuando este proyecto se concluya en su totalidad (lo que significa terminar varias tesis de maestría), el Estado va a ahorrar alrededor de 1 millón de dólares, que es el costo actual de un sistema simulador táctico de las mismas características. Otro tema que me parece prioritario es el desarrollo de la coherencia nacional. Ya se tiene una cierta infraestructura y experiencia con la Comisión Nacional de Desarrollo Espacial (CONIDA), que debe ser aprovechada.

P23: Inventario de los recursos. Se debe tener una base de datos de los recursos de agricultura, minería, fauna, flora y otros para que pueda ser usada por toda la comunidad. Es importante hacer mapas georreferenciados. Este inventario se puede aplicar, por ejemplo, para emplear eficientemente nuestro potencial de producción y de exportación.

P24: Problemas de estabilidad y confiabilidad en el sistema eléctrico. Este problema es generado por la diversidad de centrales de generación eléctrica, por la ubicación de las mismas, y por la gama de potencia eléctrica que entregan tales centrales al sistema interconectado. La solución de los problemas de estabilidad y confiabilidad es importante porque está relacionada directamente con la calidad de la energía eléctrica que proporciona el sistema nacional interconectado. Las empresas de generación eléctrica no se ocupan de estos problemas, porque la función principal de las mismas es producir electricidad. El COES (Centro de Operación Económica del Sistema) sí tiene esta tarea. Actualmente contratan empresas especializadas para realizar tales trabajos. En mi opinión, estos trabajos se pueden realizar empleando los recursos humanos nacionales. Lo que se debe reforzar es la parte de recursos tecnológicos. Por ejemplo, adquirir programas especializados para resolver problemas de estabilidad en sistemas de potencia y repotenciar los laboratorios de alta tensión existentes en las universidades.

P25: Electrónica y medicina. Esta prioridad tiene varios aspectos. Uno de ellos es la construcción de equipos médicos de bajo costo y de igual calidad con relación a equipos similares ofrecidos en el mercado. La Pontificia Universidad Católica está haciendo avances en este aspecto. Se están desarrollando los siguientes equipos: incubadoras para neonatos de alto riesgo, y ventiladores pulmonares.

Otro aspecto importante es la telemedicina, es decir, la transmisión y el procesamiento de datos médicos empleando diversos medios: internet, radiocomunicación, satélites, etc. La aplicación de la telemedicina para el diagnóstico y curación de enfermedades resulta de mayor importancia en las zonas rurales alejadas.

### 6.2.2 Jerarquización de la ejecución de las prioridades

En mi opinión, en el país existen los recursos humanos (en mayor o menor grado, según el caso) para poder llevar a cabo y con éxito (que es lo preponderante) proyectos de CyT relacionados con las prioridades listadas arriba. En este sentido, y siempre que se cuente con el financiamiento de los recursos humanos y tecnológicos correspondientes, se sugiere

la siguiente jerarquización de prioridades (cabe anotar que en este nivel, casi todos los proyectos de CyT son multidisciplinarios): a corto plazo, a mediano plazo y de ejecución inmediata.

### Ejecución de prioridades a corto y mediano plazo

Los proyectos de CyT que pueden ejecutarse a corto plazo (1 ó 2 años) corresponden a las siguientes prioridades: P3, P4, P6, P10, P13, P14, P15, P16, P17, P19, P21, P24, P25. Los proyectos de CyT que pueden ejecutarse a mediano plazo (3 ó 4 años), corresponden a las siguientes prioridades: P1, P2, P5, P7, P8, P9, P11, P12, P18, P20, P22, P23, P25. Cabe anotar que algunos proyectos de CyT correspondientes al mediano plazo, muy bien pueden pasar para su ejecución, al corto plazo, y viceversa, siempre que las condiciones lo ameriten. No estoy considerando el largo plazo, porque el préstamo del BID sólo cubre una programación de mediano plazo. Evidentemente, muchas de estas prioridades pueden cubrir el largo plazo, atendiendo a su magnitud.

### Prioridades factibles y viables en el corto plazo

Muchos proyectos relacionados con las prioridades arriba listadas, además de ser importantes para el país, son factibles de ser realizados con los medios tecnológicos y humanos con que se cuenta actualmente. Tales proyectos corresponden a las siguientes prioridades (para cada proyecto se sugiere, atendiendo a sus capacidades, la universidad o instituto ejecutor):

**P25: Electrónica y medicina.** (a) Construcción de equipos médicos de bajo costo y de igual calidad con relación a equipos similares ofrecidos en el mercado. Ejecutores: Pontificia Universidad Católica (tecnología electrónica) y Universidad Peruana Cayetano Heredia (tecnología médica). (b) Telemedicina para las zonas rurales. Ejecutores: Universidad Nacional de Ingeniería (tecnología de procesamiento de señales) y Universidad Nacional Mayor de San Marcos (tecnología médica).

**P8: Gas de Camisea.** Diversos proyectos relacionados con la llegada del gas de Camisea a los centros de consumo de la costa peruana: cambio de petróleo por gas natural en las empresas de generación eléctrica y en la industria, adaptación del parque automotriz al combustible gas, distribución del gas para consumo doméstico, etc. Ejecutores: Universidad Nacional de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú.

**P22: Defensa nacional.** Diseño e implementación de un sistema para simulación táctica naval de última generación para reemplazar el sistema actual. Ejecutores: Universidad Nacional de Ingeniería (tecnologías electrónica, de telecomunicaciones y telemática) y el Centro de Entrenamiento Táctico Naval de la Marina del Perú (tecnología táctica naval).

**P3: Agroindustria.** Impulsar la tecnificación en productos que puedan ser competitivamente exportables. Ejecutores: Universidad Nacional Agraria La Molina (zona central), Universidad San Agustín de Arequipa (zona sur), Universidad de Piura (zona norte).

**P2: Electrificación rural.** (a) Electrificación de zonas rurales inundables (selva y ceja de selva) mediante centrales mareomotrices (generadores eléctricos instalados en los lechos de los ríos para aprovechar la corriente hidráulica) y transmisión de la energía mediante líneas *light* de transmisión subterránea de la energía. Ejecutor: Universidad Nacional de

Ingeniería (tecnología eléctrica). (b) Aprovechamiento de la inducción de las líneas de alta tensión para generar electricidad para las zonas rurales de la sierra alejadas de los centros de consumo. Ejecutor: Universidad Nacional de Ingeniería (tecnología eléctrica).

## 7. CONCLUSIONES

### 7.1 CON RELACIÓN A LA CAPACIDAD INSTALADA PARA LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN EL ÁREA TEMÁTICA INGENIERÍA

Una buena fuente de recursos humanos jóvenes la conforman aquellos universitarios que destacan en sus estudios de ingeniería en las universidades estatales y privadas, a pesar del nivel no óptimo de formación que proporcionan. Sin embargo, tales estudiantes ya no consideran a la docencia y a la investigación como una alternativa de trabajo cuando egresen.

Existe una "fuga de talentos" remarcable debido a que los científicos o potenciales científicos no encuentran oportunidades en el país para desarrollarse. Por esta razón, los estudiantes que salen a hacer maestrías y doctorados en ingeniería, casi no retornan al país. Lamentablemente, la formación de una masa crítica de investigadores no se hace en corto tiempo.

La gran mayoría de docentes universitarios de las carreras de ingeniería no está preparada para afrontar tareas de C y T. Muchos docentes ingresan a la vida universitaria debido a la falta de oportunidades en el medio laboral. Los sueldos en las universidades privadas son mayores que los sueldos en las universidades públicas (en muchos casos llega hasta el triple).

La demanda para estudiar maestrías en ingeniería orientadas a la investigación es poca, debido a que la industria nacional no demanda profesionales con ese perfil. Las maestrías en el Perú no son gratuitas. Cabe anotar que las maestrías en ingeniería no son negocios atractivos porque se requiere invertir en laboratorios y software de última generación, libros y revistas especializadas, y profesores investigadores. Existen tres doctorados en ingeniería (ver el Anexo 4). En mi opinión, sólo deberíamos de tener en cuenta, previo reforzamiento de los mismos, los doctorados ofrecidos en la Universidad de Trujillo.

En la mayoría de las universidades privadas se hace muy poca investigación porque no es un tema prioritario para ellas. En las universidades públicas el presupuesto asignado para investigación es muy pequeño y la mayoría de los proyectos concluidos no son de buen nivel.

Muy poco de los recursos propios de una universidad pública se destina para CyT. La empresa privada no está financiando investigación.

Los fondos para investigación que destina el Estado al CONCYTEC son muy pocos, de modo tal que no le permiten cumplir a cabalidad con sus funciones.

En el Perú existen muy pocas redes de investigación en el área temática Ingeniería. El CONCYTEC está haciendo un gran esfuerzo al respecto.

El equipamiento en los laboratorios en la gran mayoría de universidades públicas es obsoleto. En estas circunstancias, y si existiera la oportunidad, convendría equiparlas desde cero.

### 7.2 CON RELACIÓN A LA DEFINICIÓN DEL ROL DEL ESTADO EN LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

No existe una política de CTI. Tampoco se promueve la acreditación de universidades y centros de investigación. El Estado está poco vinculado a las universidades debido a que

éstas poseen autonomía académica y administrativa. En pocas oportunidades el Estado solicita asesoría a las universidades en temas específicos.

No se cuenta con un mecanismo que permita a las empresas deducir un porcentaje de sus impuestos cuando éstas realizan donaciones a entidades educativas.

### 7.3 CON RELACIÓN AL ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS EXISTENTES Y MATRIZ FODA

No cabe duda que el análisis derivado de la interrelación de las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas con relación al área temática Ingeniería, nos obliga a realizar tremendos esfuerzos en CTI. La asignación de fondos para CTI no es suficiente. Paralelamente, es necesario introducir cambios (leyes, normas, etc.) que faciliten el despegue de la CyT en el país.

## 8. RECOMENDACIONES

### 8.1 CUANDO SE DISCUTA EL OTORGAMIENTO DEL PRÉSTAMO BID AL PERÚ

Sería conveniente que el BID, como parte de las discusiones relativas al préstamo, proponga los siguientes puntos:

Partiendo de la premisa de que estudiantes con condiciones deben acceder a estudios universitarios (por ejemplo, los que ingresan mediante el examen de admisión que se toman en las universidades estatales), opino que el sistema actual de la gratuidad de la enseñanza universitaria debe dar paso a un nuevo mecanismo para solventar el pago de los estudios. Este mecanismo, que por supuesto debe ser materia de análisis y debates profundos, debe contemplar que el Estado siga aportando con el presupuesto de las universidades, pero en calidad de capital de riesgo. En este sentido, tal como funciona en otras universidades de la región, los estudios van a tener sus costos. Los estudiantes que puedan pagar, lo harán de acuerdo a sus condiciones económicas. Y los que no puedan, recibirán préstamos a ser pagados luego de dos o tres años de terminados sus estudios, que es el tiempo estimado para que se integren a la masa laboral.

Tal como existen entes reguladores de la actividad privada en ciertos sectores de la economía (OSIPTEL, OSINERG, OSITRAN, SUNASS), debería ser tema de discusión la creación de un ente que regule y controle permanentemente el nivel de la educación en el Perú (por ejemplo, un ente acreditador).

Una nueva ley universitaria debe contemplar que la promoción a cargos universitarios (decanos, rectores, directores, etc.) tiene que ser abierta y por concurso de méritos. Además, en el caso de decanos y rectores se debe exigir que tengan experiencia en gestión de enseñanza e investigación.

### 8.2 RECOMENDACIONES PARA LLEVAR A BUEN FIN LAS ESTRATEGIAS DE CYT EN EL ÁREA TEMÁTICA INGENIERÍA

Para E1 y E16: Proporcionar prioritariamente los recursos humanos, tecnológicos y financieros a las carreras relacionadas con las prioridades nacionales (préstamo del BID).

Para E2, E9 y E16: Asignación de mayor presupuesto a INABEC y CONCYTEC. Se debe discutir cómo lograr efectivamente esta mayor asignación presupuestal. Por ejemplo, ver cómo funcionaba ITINTEC antes de su cierre.

Para E3: Usar parte del préstamo BID para modernización del Estado, con el fin de crear grupos de investigación en tecnologías relacionadas con gobierno electrónico, y una intranet estatal. En este contexto, es conveniente la utilización de una economía de escala para abaratar el costo del ancho de banda.

Para E4: Que CONCYTEC coordine la representación CIT en los convenios comerciales suscritos, tales como APEC, ATPA, CAN, ALCA.

Para E5: Financiar prioritariamente con el préstamo del BID, algunos casos de éxito, cuyos resultados se puedan ver en el menor tiempo posible.

Para E6: Bajar aranceles a los componentes tecnológicos que pueden ser los insumos para empresas tecnológicas.

Para E12: Por ejemplo, usar la deuda externa peruana en proyectos de CyT para resolver problemas nacionales. Un caso actual es la deuda con Italia.

Para E11, E13, E14, E28 y E29: Que los proyectos relacionados con la legislación en CyT y presentados al Congreso, contemplen las sugerencias vertidas en dichas estrategias, para su posterior aprobación.

Para E15: Que el préstamo del BID asigne financiamiento para la creación de una intranet académica con accesos a bases de datos de CyT.

## ANEXO 1 PERÚ

### Programa de Ciencia y Tecnología PE-0202

Índice del trabajo de los consultores sobre las capacidades en investigación científica y tecnológica en el Perú en cada una de las diez áreas temáticas

1. Antecedentes
2. Evaluación de la capacidad instalada para la investigación científica y tecnológica en el Perú
  - 2.1 Recursos humanos involucrados
    - 2.1.1 Principales grupos de investigación
    - 2.1.2 Producción científica
    - 2.1.3 Formación de investigadores jóvenes
    - 2.1.4 Recursos financieros disponibles
    - 2.1.5 Estudios de postgrado existentes y evaluación de su calidad y desempeño
  - 2.2 Laboratorios
  - 2.3 Redes de investigación
  - 2.4 Equipamiento disponible

- 2.5 Bibliotecas
- 2.6 Revistas científicas
- 2.7 Otros aspectos importantes
  
3. Definición del rol del Estado en la investigación científica
  - 3.1 Análisis del rol del Estado y su participación
  - 3.2 Vinculación del Estado con las universidades y entidades similares
  - 3.3 Vinculación del Estado con el sector privado
  
4. Fuentes de financiamiento existentes y evaluación de su contribución al desarrollo de programas de investigación en el área de ciencia y tecnología
  - 4.1 Fuentes de financiamiento existentes
  - 4.2 Contribución de las fuentes al desarrollo de programas de investigación en el área de ciencia y tecnología
  
5. Análisis de los problemas existentes
  - 5.1 Análisis de los problemas existentes en ciencia y tecnología
  - 5.2 Fortalezas del sistema de investigación científica en el Perú
  - 5.3 Debilidades del sistema de investigación científica en el Perú
  
6. Definir estrategias de desarrollo de la investigación científica en el mediano plazo
  
7. Resultados esperados
  - 7.1 Informe del estado y nivel de desarrollo del área científica.
  - 7.2 Matriz o similar, detallando la situación actual, las fortalezas y debilidades del sistema de investigación científica en el Perú.
  - 7.3 Informe que presente y sustente las posibles estrategias de desarrollo de la investigación científica en el Perú
  
8. Conclusiones
  
9. Recomendaciones

## ANEXO 2

Capacidades para la investigación científica en las distintas áreas temáticas

Características generales de cada una de las áreas de investigación en el Perú

- Estimación del número de investigadores del área
- Formación de los investigadores (porcentaje con estudios de postgrado)
- Cantidad y afiliación institucional de los grupos de investigación independientes

Descripción de las principales líneas de investigación del área

- Cuáles son los temas de mayor desarrollo en cada área

- Cuáles son temas de desarrollo incipiente
- Cómo describiría las fortalezas del área

Financiamiento del área de investigación

- Cuáles son las principales fuentes de financiamiento de las investigaciones que se realizan en el área (CONCYTEC, financiamiento con recursos de las universidades, cooperación internacional)

Productos de la investigación

- Estadísticas sobre la evolución del volumen de publicaciones del área en los últimos años

Impactos: relevancia y principales impactos de la investigación que se realiza en el área

- Impactos en el desarrollo de la propia disciplina
- Resolución de problemas de relevancia social o económica
- Impactos en el sistema educativo y en la formación de recursos humanos

Cooperación y vinculación. Describir las principales vinculaciones de los grupos de investigación del área, cubriendo, entre otros, los siguientes aspectos:

- Cooperación entre grupos de investigación de diversas instituciones peruanas
- Participación en proyectos de cooperación internacional
- Proyectos de cooperación con el sector privado
- Proyectos de cooperación con el sector público

Relaciones interdisciplinarias

- Participación de los grupos de investigación del área en proyectos interdisciplinarios o multidisciplinarios que involucren otras áreas temáticas.

Potencialidad del área

- Describa las principales capacidades de los grupos de investigación del área para resolver problemas o encarar proyectos que tengan relevancia para el desarrollo del país.

### ANEXO 3: CUESTIONARIO

#### CAPACIDADES PARA LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN EL ÁREA TEMÁTICA INGENIERÍA

Universidad / Instituto:

Ingenierías ofrecidas (pregrado):

Ingenierías ofrecidas (postgrado):

## Actividades en Ingeniería (para Institutos)

Leyenda. BS: Bachiller en Ciencias; MS: Master/Maestro/Magíster en Ciencias; Ph.D.: Doctor of Philosophy en...Otros grados, especificarlos.

### Definiciones

Área Temática: cada Ingeniería (Eléctrica, Mecánica, Naval, Civil, etc.)

Campo: para cada Área Temática. Por ejemplo, Ingeniería Electrónica posee los campos de Control, Microelectrónica, Telemática, etc., siempre que estos campos no formen un área temática.

Línea de Investigación: referida al campo. Por ejemplo: dentro del campo Microelectrónica, aplicaciones de los dispositivos CPLC.

Grupo de Investigación: generalmente el grupo de investigadores para una línea o campo de investigación.

1. Características de cada una de las áreas temáticas de investigación en el Perú
  - 1.1 Estimación del número de investigadores del área
  - 1.2 Lista, formación y campos de interés de los investigadores. Ejemplo: Rojas Moreno Arturo, BS en Ing. Mecánica y Eléctrica (UNI, Perú 1972), Ing. Mecánico Electricista (UNI, Perú 1973), MS en Ingeniería Electrónica (UNI, Perú 1979), Ph.D. en Ingeniería Eléctrica (Utah State University, USA, 1995). Campos: Control, Procesamiento de Señales, Inteligencia Artificial, Mecatrónica.
  - 1.3 Cantidad y afiliación institucional de los grupos de investigación independientes
2. Descripción de las principales líneas de investigación
  - 2.1 Cuáles son los temas de mayor desarrollo en cada línea de la investigación
  - 2.2 Cuáles son temas de desarrollo incipiente
  - 2.3 Cómo describiría las fortalezas del área
3. Redes lógicas de investigación nacionales e internacionales
  - 3.1 ¿Pertenecen a alguna red de investigación o consorcio de universidades?
4. Financiamiento del área de investigación
  - 4.1 Cuáles son las principales fuentes de financiamiento de las investigaciones que se realizan en el área (CONCYTEC, financiamiento con recursos de las universidades, cooperación internacional, otros)
5. Bibliotecas (libros, hemeroteca)
  - 5.1 Virtudes y falencias de sus bibliotecas en su rol de apoyo a la investigación
  - 5.2 ¿Sus bibliotecas están interconectadas entre sí y con otros sistemas de bibliotecas?
6. Laboratorios y equipamiento disponible para apoyar la investigación
  - 6.1 Virtudes y falencias de sus laboratorios (o no los poseen)
  - 6.2 Virtudes y falencias de los equipos de laboratorios

7. Productos de la investigación

7.1 Estadísticas sobre la evolución del volumen de publicaciones del área en los últimos 5 años

7.2 ¿Poseen revistas propias para publicar sus investigaciones?

8. Impactos: relevancia y principales impactos de la investigación que se realiza en el área

8.1 Impactos en el desarrollo de la propia disciplina

8.2 Resolución de problemas de relevancia social o económica

8.3 Impactos en el sistema educativo y en la formación de recursos humanos

9. Cooperación y vinculación. Describir las principales vinculaciones de los grupos de investigación del área, cubriendo, entre otros, los siguientes aspectos:

9.1 Cooperación entre grupos de investigación de diversas instituciones peruanas

9.2 Participación en proyectos de cooperación internacional

9.3 Proyectos de cooperación con el sector privado

9.4 Proyectos de cooperación con el sector público

10. Relaciones interdisciplinarias

10.1 Participación de los grupos de investigación del área en proyectos interdisciplinarios o multidisciplinarios que involucren otras áreas temáticas.

11. Potencialidad del área

11.1 Describa las principales capacidades de los grupos de investigación del área para resolver problemas o encarar proyectos que tengan relevancia para el desarrollo del país.

## ANEXO 4

### UNIVERSIDADES PERUANAS QUE OFRECEN CARRERAS EN EL ÁREA TEMÁTICA INGENIERÍA

Los listados de universidades que se muestran a continuación no consideran aquellas en proceso de institucionalización (o reconocimiento definitivo).

#### A4.1 UNIVERSIDADES PÚBLICAS

Leyenda: Fac. = Facultad; Ing. = Ingeniería; M. = Maestría/Magíster

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS (UNMSM) Lima

RECTOR: Dr. MANUEL BURGA DÍAZ

VICERRECTOR ACADÉMICO: Dr. RAÚL IZAGUIRRE MAGUIÑA

VICERRECTORA ADMINISTRATIVA: Dra. BEATRIZ HERRERA GARCÍA

SECRETARIO GENERAL: Dr. JOSÉ LUQUE BARBA

Ciudad Universitaria, Biblioteca Central 3er. Piso - Jr. Germán Amezaga s/n, Lima

Central telefónica: 6197000  
Telefax: 4526912  
E-mail: [rectunmsm@unmsm.edu.pe](mailto:rectunmsm@unmsm.edu.pe)  
Web: <http://www.unmsm.edu.pe>

Fac. de Ing. Industrial ofrece Ing. Industrial.  
Fac. de Ing. Electrónica ofrece Ing. Electrónica, Ing. Eléctrica.  
Fac. de Química e Ing. Química ofrece Ing. Química  
Fac. de Ciencias ofrece Ing. Hidráulica.

Unidad de Postgrado de Química e Ing. Química ofrece Maestría en Ing. Química y Doctorado en Ing. Química

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO (UNSAAC)  
RECTOR: Ing. JOSÉ ARTEMIO OLIVARES ESCOBAR  
VICERRECTOR ACADÉMICO: Ing. DANTE ASTETE CANAL  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: Ing. ALCIDES CASTILLO PEÑA  
SECRETARIO GENERAL: Ing. TOMÁS CONCHA TUPA MOÑA

Calle Tigre N° 127. Cusco  
Central Telefónica: 084 243 836  
Teléfono: 084 222 271, 222 512  
Fax: 084 238 156, 228 661, 238 192  
E-mail: [rektorado@unsaac.edu.pe](mailto:rektorado@unsaac.edu.pe)  
Web: <http://www.unsaac.edu.pe>  
Oficina en Lima: calle Héctor Rubio N° 121. Urb. Rosario de Villa, Chorrillos  
Telefax: 467 5444 - 888 3464

Fac. de Ing. Química e Ing. Metalúrgica ofrece: Ing. Química  
Fac. de Ing. Civil ofrece: Ing. Civil.  
Fac. de Ing. Eléctrica, Mecánica y de Minas ofrece: Ing. Eléctrica, Ing. Mecánica

La Escuela de Postgrado de la UNSAAC ofrece M. en Ing. Civil con menciones en Recursos Hídricos y Medio Ambiente, Geotecnia y Vías Terrestres, Ing. Sísmica y Estructuras, Gerencia de la Construcción

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO (UNITRU) La Libertad  
RECTOR: Mg. HÚBER EZEQUIEL RODRÍGUEZ NOMURA  
VICERRECTOR ACADÉMICO: Dr. PEDRO DE LA CRUZ RODRÍGUEZ  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: Mg. FELIPE TEMOCHE RUMICHE  
SECRETARIO GENERAL: Mg. SEGUNDO RONCAL SALDAÑA

Jr. Independencia N° 381. Trujillo  
Teléfono: 044 243 721, 242 122, 256 656  
Fax: 044 256 629

Central telefónica: 044 233 050, 233 383, 232 930 (Ciudad Universitaria)

E-mail: rector@chanchan.unitru.edu.pe

Web: <http://www.unitru.edu.pe>

Fac. de Ingeniería ofrece Ing. Industrial.

Fac. de Ing. Química ofrece Ing. Química.

Sección de Postgrado de la Fac. de Ing. ofrece: M. en Ing. Industrial con mención en Gerencia de Operaciones, M. en Ing. Industrial con mención en Industria y Desarrollo ("Global Management"), Doctorado en Ciencias e Ingeniería (en preparación). La Fac. de Ing. Química ofrece: M. en Ing. Química, M. en Ing. Química Ambiental, M. en Recursos Hídricos.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN (UNSA) Arequipa

RECTOR: Dr. ROLANDO CORNEJO CUERVO

VICERRECTOR ACADÉMICO: Ing. AKIRA ROBERTO KOSAKA MASUNO

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: Dr. BENJAMÍN PAZ ALIAGA

SECRETARIO GENERAL: Dr. LEONCIO VALDIVIA TORRES

Santa Catalina N° 117. Arequipa. Apdo. 23

Telefax: 054 237 808, 229 830, 224 839

E-mail: rcornejo@unsa.edu.pe

Web: <http://www.unsa.edu.pe>

Fac. de Ing. Civil ofrece Ing. Civil.

Fac. de Ing. de Procesos ofrece Ing. Química.

Fac. de Ing. de Producción y Servicios ofrece: Ing. Industrial, Ing. Mecánica, Ing. Eléctrica, Ing. Electrónica.

Fac. de Ing. Civil ofrece M. en Ing. Hidráulica y Ambiental.

Fac. de Ing. de Producción y Servicios ofrece M. en Gestión de la Producción, M. en Motores de Combustión Interna, M. en Electricidad Industrial. También ofreció M. en Automatización (una promoción).

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Lima

RECTOR: Ing. ROBERTO MORALES MORALES

PRIMER VICERRECTOR: Ing. PADILLA

SEGUNDO VICERRECTOR:

SECRETARIO GENERAL: Dr. RAFAEL MUÑOZ SOTO

Av. Túpac Amaru N° 210. Rímac. Apdo. 1301

Telefax: 481 1035, 482 4665, 481 9830

Central telefónica : 481 1070

E-mail: webmaster@uni.edu.pe

Web: <http://www.uni.edu.pe>

Fac. de Ing. Civil ofrece Ing. Civil con Menciones en Construcción, Estructuras, Geotecnia, Hidráulica, Transportes.

Fac. de Ing. Eléctrica y Electrónica ofrece Ing. Eléctrica, Ing. Electrónica, Ing. de Telecomunicaciones.

Fac. de Ing. Industrial y de Sistemas ofrece Ing. Industrial, Ing. Naval, Ing. Mecatrónica.

Fac. de Ing. de Petróleo y Petroquímica ofrece Ing. de Petróleo, Ing. Petroquímica.

Fac. de Ing. Química y Manufacturera ofrece Ing. Química, Ing. Textil.

#### Secciones de Postgrado de la UNI

Sección de Postgrado de Ing. Civil ofrece M. en Ing. Estructural, M. en Ing. Hidráulica, M. en Ing. Geotécnica, M. en Ing. de Transportes, M. en Gestión Tecnológica de la Construcción, M. en Gestión y Administración de la Construcción. También ofrece Segunda Especialización en Ingeniería Sismorresistente.

Sección de Postgrado de Ing. Eléctrica y Electrónica ofrece M. en Automática e Instrumentación, M. en Telemática, M. en Sistemas de Potencia, M. en Telecomunicaciones, M. en Procesamiento de Señales. También ofrece segundas especializaciones en Automática e Instrumentación, Telemática, Sistemas de Potencia, Telecomunicaciones, Procesamiento de Señales.

Sección de Postgrado de Ing. Industrial y de Sistemas ofrece M. en Ing. Industrial.

Sección de Postgrado de Ing. Mecánica ofrece M. en Tecnología y Gestión del Gas natural, M. en Impacto Industrial, M. en Energética, M. en Diseño de Máquinas, M. en Ing. Aeronáutica: Motores de Turbina a Gas, M. en Ing. Aeronáutica: Vehículos no Tripulados, M. en Ing. Naval, M. en Ing. Nuclear.

Sección de Postgrado de Ing. Química y Manufacturera ofrece M. en Ing. Química, M. en Ing. de Procesos.

Fac. de Ciencias ofrece segunda especialización en Energía Solar.

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA Ayacucho

RECTOR: Ing. CÉSAR CRUZ CARBAJAL

VICERRECTOR ACADÉMICO: Dr. VÍCTOR ALEGRÍA VALERIANO

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: Dr. JOSÉ YARLEQUE MUJICA

SECRETARIO GENERAL: Sr. ALFREDO GARCÍA HUAYTA

Portal Independencia N° 57. Ayacucho, Apdo. 220

Central telefónica: 064 812 510, 812 230

Telefax: 064 812 522, 813 434,

E-mail: rect@unsch.edu.pe unsch@peru.com

www.universia.edu.pe/unsch/unsch.htm

Oficina en Lima: Av. Nicolás de Piérola N° 966, Of. 201, Cercado de Lima  
Teléfono: 426 0760

Fac. de Ing. de Minas, Geología y Metalurgia ofrece Ing. Civil.  
Fac. de Ing. Química y Metalurgia ofrece Ing. Química

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA  
RECTOR: Dr. RAFAEL CAPARO HIDALGO  
VICERRECTOR ACADÉMICO: Dr. FAUSTINO CASTILLA TORRES  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: Ing. VICTOR CAICEDO BUSTAMANTE  
SECRETARIO GENERAL: C.D. MARÍA E. HUAMÁN BONIFAZ

Prolongación Ayabaca C-9 Urb. San José. Ica  
Central Telefónica: 034 226 036  
Telefax: 034 235 911  
E-mail: webmaster@unica.edu.pe  
Página Web: <http://www.unica.edu.pe>

Fac. de Ing. Civil ofrece Ing. Civil.  
Fac. de Ing. Mecánica y Eléctrica ofrece Ing. Mecánica y Eléctrica, Ing. Electrónica.  
Fac. de Ing. Química ofrece Ing. Química.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO Puno  
RECTOR: Dr. JUAN BAUTISTA ASTORGA NEIRA  
VICERRECTOR ACADÉMICO: Dr. FERNANDO CÁCEDA DÍAZ  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: Dr. ADOLFO DEL CÓNDOR Y CONDORI  
SECRETARIO GENERAL: Dr. ALBERTO ZUÑIGA ÁLVAREZ

Av. Ejército N° 329, Puno, Apdo 291  
Telefax: 054 368590, 353471, 352206, 368590 (Secretaria)  
Web: <http://www.unap.edu.pe>  
Oficina en Lima: Av. Nicolás de Piérola N° 742, Of. 204, Cercado de Lima  
Teléfono: 423 8271  
No se pudo recabar información.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
RECTOR: Dr. EDWIN VEGAS GALLO  
VICERRECTOR ACADÉMICO: Mat. SAÚL CÉSPEDES LOMPARTE  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: Ing. RICARDO DILLON LONG  
SECRETARIO GENERAL: Ing. VÍCTOR TULLUME CAPUÑAY

Esquina Tacna con Apurímac s/n. Piura, Apdo. 295  
Central Telefónica: 074 343 181  
Telefax: 074 323184, 343 349  
E-mail: edwinvegasgalo@hotmail.com - rector@tallan.unp.edu.pe

Web: <http://www.unp.edu.pe>

Oficina en Lima: Andrés Luna Seminario N° 256, Urb. Aurora Este, Surquillo.

Telefax: 449 4977

Fac. de Ing. Industrial ofrece: Ing. Industrial, Ing. Mecatrónica.

Fac. de Ing. de Minas ofrece: Ing. Geológica, Ing. de Petróleo, Ing. Química.

Fac. de Ing. Civil ofrece: Ing. Civil.

Postgrado: M. en Ing. Industrial.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ Huancayo - Junín

RECTOR: Mg. JUAN CAMARGO PALACIOS

VICERRECTORA ACADÉMICA: Mg. VICTORIA ANCASI CONCHA

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: Ing. VÍCTOR CERRÓN VILLAVERDE

SECRETARIO GENERAL (e): Lic. NICOLÁS SUÁREZ SÁNCHEZ

Calle Real N° 160. Huancayo, Apdo.138

Central telefónica: 064 248152

Teléfono: 064 233 032, 236 041

Fax: 064 235 981

E-mail: [jcamargo@uncp.edu.pe](mailto:jcamargo@uncp.edu.pe)

Web: <http://www.uncp.edu.pe>

Fac. de Ing. Eléctrica y Electrónica ofrece Ing. Eléctrica.

Fac. de Ing. Mecánica ofrece Ing. Mecánica.

Fac. de Ing. Química ofrece Ing. Química.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

RECTOR: Dr. ELIO DELGADO AZAÑERO

VICERRECTOR ACADÉMICO: Prof. DÁMASO MEDINA SALAZAR

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: Ing. M.Sc. CARLOS TIRADO SOTO

SECRETARIO GENERAL: Ing. RAÚL GUERRA VILLANUEVA

Av. Atahualpa N° 1050, Ciudad Universitaria, Cajamarca

Telefax: 044 822 796, 822 516, 825 844

E-mail: [rectorado@unc.edu.pe](mailto:rectorado@unc.edu.pe)

Web: <http://www.unc.edu.pe>

Oficina en Lima: calle Aldabas N° 337, Las Gardenias. Surco

Teléfono: 2754608 anexo 2006

Fac. de Ingeniería ofrece Ing. Civil.

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL (UNFV) Lima

RECTOR: Dr. JOSÉ MARÍA VIAÑA PÉREZ

VICERRECTOR ACADÉMICO: Dr. ISAAC ROBERTO ÁNGELES LAZO

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: Dr. VÍCTOR TAQUIA VILA

SECRETARIO GENERAL: Dr. ARTEMIO VILLALOBOS DÁVILA

Calle Carlos González N° 285. San Miguel

Teléfono: 464 1424, 464 1301

Telefax: 464 0007, 464 1270, 561 2781

E-mail: rector@unfv-rec.edu.pe

Web: <http://www.unfv-bib.edu.pe>

Fac. de Ing. Electrónica e Informática ofrece Ing. Electrónica, Ing. Informática, Ing. de Telecomunicaciones.

Fac. de Ing. Civil ofrece Ing. Civil.

Fac. de Ing. Industrial y de Sistemas ofrece: Ing. Industrial, Ing. de Sistemas, Ing. Agroindustrial, Ing. de Transportes.

Fac. de Ing. Química ofrece Ing. Química.

Escuela Universitaria de Postgrado ofrece maestrías en Gerencia de la Construcción Moderna, Gerencia de Proyectos de Ingeniería, Ingeniería Industrial con mención en Gestión de Operaciones y Productividad.

Escuela Universitaria de Postgrado ofrece un Doctorado en Ingeniería.

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN Huánuco

RECTOR (e): Mg. ARTURO RIVERA y CALDAS

VICERRECTOR ACADÉMICO: Mg. SADY MAJINO BERNARDO

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: M.Sc. MIGUEL ZEVALLOS CUSQUE

SECRETARIO GENERAL: LIC. WÍLMER RAMOS GILES

Av. Universitaria N° 601 - 607, Cayhuayna. Huánuco , Apdo. 278

Teléfono: 513 144, 513 363, 513 890

Telefax: 064 513360 - 512 342, 513 144, 513 363, 513 890

Central telefónica: 064 512341

E-mail: unheval@hotmail.com

Web: <http://www.unheval.edu.pe>

No se pudo recabar información.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO (UNAC) Callao

RECTOR: Ing. ALBERTO ARROYO VIALE

VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN: Ing. GLORIA SÁENZ ORREGO

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: CPC. VÍCTOR MEREJA LLANOS

SECRETARIO GENERAL: Lic. PABLO ARELLANO UBILLUZ

Av. Sáenz Peña N° 1060. Callao, Apdo. 138

Teléfono: 429 1600

Telefax: 429 6607, 453 6387, 453 3035

Central telefónica: 429 9740, 429 9049 (Ciudad Universitaria)

E-mail: webmaster@unac.edu.pe ccom@unac.edu.pe

Web: <http://www.unac.edu.pe>

Fac. de Ing. Eléctrica y Electrónica ofrece Ing. Eléctrica, Ing. Electrónica.

Fac. de Ing. Mecánica ofrece Ing. Mecánica.

Fac. de Ing. Industrial y de Sistemas ofrece: Ing. Industrial, Ing. de Sistemas.

Fac. de Ing. Química ofrece Ing. Química.

Escuela de Postgrado ofrece maestría en Ing. Química.

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN Huacho-Lima

RECTORA: Dra. ZOILA HONORIO DURAND

VICERRECTORA ACADÉMICA: Mg. CARMEN ARANDA BAZALAR

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: Mg. FRANCISCO CASTILLO MORE

SECRETARIA GENERAL: Lic. HERMILA DÍAZ PILLASCA

Ciudad Universitaria: Av. Mercedes Indacochea s/n. Huacho

Telefax: 232 1323

Central telefónica: 232 4298, 239 4010, 232 2773

E-mail:

Web:

No se pudo recabar información.

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO Lambayeque

RECTOR: Ing. M.Sc. JORGE CUMPA REYES

VICERRECTOR ACADÉMICO: Ing. JOSÉ PONCE AYALA

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: Ing. M.Sc. PEDRO ARBULÚ DÍAZ

SECRETARIA GENERAL: Arq. HAYDEE DEL PILAR CHIRINOS CUADROS

Calle Juan XXIII N° 391. Lambayeque

Telefax: 074 283 146, 282 069

E-mail: [jorge\\_cumpa@terra.com.pe](mailto:jorge_cumpa@terra.com.pe)

Web: <http://www.unprg.edu.pe>

Oficina en Lima: Av. Abancay N° 210, Of. 604. Cercado de Lima

Teléfono: 427 0735

La Universidad estuvo cerrada cuando la visité. Su portal no permite acceso. Requiere clave de ingreso.

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO Huaraz- Áncash

RECTOR: Mg. FRANCISCO HUERTA BERRÍOS

VICERRECTOR ACADÉMICO: Dr. JOSÉ NÚÑEZ CALDERÓN

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: Lic. CARLOS REYES PAREJA

SECRETARIO GENERAL: Eco. WILMER SICCHA CUSTODIO

Av. Centenario N° 200. Huaraz, Apdo. 70

Central telefónica: 044 721 452

Telefax: 044 721 393, 722 916, 722 085

E-mail: [jrondanr23@yahoo.com](mailto:jrondanr23@yahoo.com)

Web: <http://www.unasam.edu.pe>

Fac. de Ing. Civil ofrece Ing. Civil.

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN Tacna  
RECTOR: Dr. VICENTE CASTAÑEDA CHÁVEZ  
VICERRECTOR ACADÉMICO: M.Sc. DANTE MANZANARES CÁCERES  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: Mg. LEONCIO MOLINA VÁSQUEZ  
SECRETARIO GENERAL: Mg. RAÚL PAREDES MEDINA

Alto de Lima N° 1594. Tacna, Apdo. 316  
Telefax: 054 745 036, 714 911, 714 090, 714 088  
Central telefónica: 054 72 1385 (Edificio Rectorado)  
E-mail: vcast@unjbg.edu.pe  
Web: <http://www.unjbg.edu.pe>

Fac. de Ing. de Minas ofrece Ing. Civil, Ing. Geológica-Geotecnia.  
Fac. de Ing. Metalúrgica ofrece Ing. Mecánica.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES  
RECTOR: Q. F. GINO MORETTI OTOYA  
VICERRECTOR ACADÉMICO: Ing. VÍCTOR CARRIL FERNÁNDEZ  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: Dr. ADAN ALVARADO BERNUY  
SECRETARIO GENERAL: Lic. ALCIDES IDROGO VÁSQUEZ

Av. Bolognesi N° 194, Apdo. 157, Centro Cívico, 3er. Piso. Tumbes  
Telefax: 074 523 081, 525 007, 525 317  
E-mail: rectorunt@latinmail.com  
No se pudo recabar información.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA Chimbote - Áncash  
RECTOR: Biól. ESTEBAN HORNA BANCES  
VICERRECTOR ACADÉMICO: M.Sc. ERNESTO CEDRÓN LEÓN  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: M.Sc. DAMIÁN MANAYAY SÁNCHEZ  
SECRETARIA GENERAL: Mg. AMÉRICA ODAR ROSARIO

Av. Pacífico N° 508 Urb. Buenos Aires. Nuevo Chimbote, Apdo. 10  
Teléfono: 044 311 249, 315 690  
Telefax: 044 311 556, 312 639, 311 650  
E-mail: ehorna@uns.edu.pe  
No se pudo recabar información.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA  
RECTOR: Lic. JUAN HUAYLLANI MOSCOSO  
VICERRECTOR ACADÉMICO: Mg. HONORATO VILLAZANA RASUHUAMAN  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: Dr. OMAR BURGA MOSTACERO  
SECRETARIO GENERAL: Lic. ALEJANDRO RODRIGO QUILCA CASTRO

Ciudad Universitaria Paturpampa. Huancavelica  
Telefax: 064 751 551, 751 121, 753126

E-mail: [jhm-runh-@terra.com](mailto:jhm-runh-@terra.com)  
Web: <http://www.unh.edu.pe>

Fac. de Ciencias e Ingeniería ofrece Ing. Electrónica.

#### A4.2 UNIVERSIDADES PRIVADAS

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ Lima  
RECTOR: Dr. SALOMÓN LERNER FEBRES  
VICERRECTOR ACADÉMICO: Ing. LUIS GUZMÁN-BARRÓN SOBREVILLA  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: Dr. MARCIAL RUBIO CORREA  
SECRETARIO GENERAL: Dr. RENÉ ORTIZ CABALLERO

Av. Universitaria cdra. 18 s/n. San Miguel  
Central telefónica: 460 2870  
Fax rectorado: 460 2605  
Fax: 461 1785  
E-mail: [webmaster@pucp.edu.pe](mailto:webmaster@pucp.edu.pe)

Fac. de Ciencias e Ing. ofrece Ing. Civil, Ing. Electrónica, Ing. Industrial,  
Ing. Mecánica. Próximamente Ing. de Telecomunicaciones.

Escuela de Graduados ofrece M. en Ing. Biomédica, M. en Ing. Civil, M. en Ingeniería de  
Control y Automatización, M. en Ing. Mecánica.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA Arequipa  
RECTOR: Dr. LUIS CARPIO ASCUÑA  
VICERRECTOR ACADÉMICO: Dr. JULIO ERNESTO PAREDES NÚÑEZ  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: Dr. MANUEL VÁSQUEZ HUERTA  
SECRETARIO GENERAL: Dr. JORGE URDAY ZÚÑIGA

Samuel Velarde N° 320. Umacollo, Apdo. 1350  
Teléfono: 054 251 112, 252 964  
Fax rectorado: 054 252 542  
Central telefónica: 054 251 210  
Central Fax: 054 251 213  
E-mail: [webmaster@ucsm.edu.pe](mailto:webmaster@ucsm.edu.pe) [ucsm@ucsm.edu.pe](mailto:ucsm@ucsm.edu.pe)  
Web: <http://www.ucsm.edu.pe>

Fac. de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales ofrece Ing. Industrial, Ing. Civil, Ing.  
Mecánica, Ing. Electrónica.

UNIVERSIDAD DE LIMA (ULIMA)  
RECTORA: Dra. ILSE WISOTZKI LOLI  
VICERRECTOR: Dr. AUGUSTO FERRERO COSTA

SECRETARIO GENERAL: Mg. GERMÁN RAMÍREZ-GASTÓN BALLÓN

Av. Javier Prado Este s/n, Monterrico. Surco, Apdo. 852

Teléfono: 435 1689, 437 6767

Fax: 435 6552, 437 8066

E-mail: [webmaster@ulima.edu.pe](mailto:webmaster@ulima.edu.pe)

Web: <http://www.ulima.edu.pe>

Fac. de Ing. Industrial ofrece Ing. Industrial.

Escuela de Postgrado ofrece M. en Ing. Industrial.

UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES (USMP) Lima

RECTOR: Ing. JOSÉ ANTONIO CHANG ESCOBEDO

VICERRECTORA: Dra. RITA CASTRO RAMOS

SECRETARIO GENERAL: Dr. RODOLFO GAVILANO OLIVER

Av. Las Calandrias s/n. Santa Anita

Teléfono: 478 0498

Central telefónica: 362 0064 - 362 3835 - 3627605

Telefax: 478 2300

E-mail: [jchang@usmp.edu.pe](mailto:jchang@usmp.edu.pe)

Web: <http://www.usmp.edu.pe>

Fac. de Ing. y Arquitectura ofrece Ing. Industrial, Ing. Electrónica.

Escuela de Postgrado ofrece M. en Ing. Industrial.

UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA (UIGV) Lima

RECTOR: Dr. BENJAMÍN BOCCIO LA PAZ

VICERRECTOR ACADÉMICO: Dr. LUIS CERVANTES LIÑÁN

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: Dr. ABRAHAM ZAMBRANO SAYAVERDE

SECRETARIO GENERAL: Dr. JESÚS NÚÑEZ PACHECO

Av. Bolívar Nº 165. Pueblo Libre

Teléfono: 463 2626

Telefax: 463 5260

E-mail: [postmast@uigv.edu.pe](mailto:postmast@uigv.edu.pe)

Web: <http://www.uigv.edu.pe>

Fac. de Ing. Administrativa ofrece Ing. Industrial.

Escuela de Postgrado ofrece M. en Ing. Industrial.

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA (URP) Lima

RECTOR: Dr. ELIO IVÁN RODRÍGUEZ CHÁVEZ

VICERRECTOR ACADÉMICO: Dr. HÉCTOR HUGO SÁNCHEZ CARLESSI.  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: Arq. ROBERTO EUGENIO CHANG CHAOI  
SECRETARIO GENERAL: Lic. SAMUEL GERARDO CHOQUE MARTÍNEZ

Av. Benavides N° 5440, Urb.  
Las Gardenias. Surco  
Teléfono: 275 0454, 275 0460, 275 0450  
Fax: 275 0468  
E-mail: rector@li.urp.edu.pe  
Web: <http://www.urp.edu.pe>

Fac. de Ingeniería ofrece Ing.  
Civil, Ing. Industrial, Ing. Informática.

Escuela de Postgrado ofrece M. en Ing. Industrial.

UNIVERSIDAD DE PIURA (UDEP)  
RECTOR: Dr. ANTONIO MABRES TORELLO  
VICERRECTORA: Dra. ISABEL GÁLVEZ ARÉVALO  
VICERRECTOR: Arq. ERNESTO MAVILA UGARTE  
SECRETARIO GENERAL: Mg. PAÚL CORCUERA GARCÍA

Avda. Ramón Mujica 131, Urb. San Eduardo. Piura, Apdo. 353  
Teléfono: 074 30 8800  
Fax: 074 308 888  
Central telefónica: 074 307 777  
E-mail: [webmaster@udep.edu.pe](mailto:webmaster@udep.edu.pe) [rector@udep.edu.pe](mailto:rector@udep.edu.pe)  
Web: <http://www.udep.edu.pe>  
Oficina en Lima: Av. Pardo N° 223, 7mo.piso. Miraflores  
Teléfonos: 241 0364  
Fax: 446 4818  
E-mail: [oficlina@udep.edu.pe](mailto:oficlina@udep.edu.pe)

Fac. de Ingeniería ofrece Ing. Civil, Ing. Industrial y de Sistemas, Ing. Mecánica Eléctrica.

Fac. de Ingeniería ofrece Maestría en Ing. Civil.

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ Juliaca-Puno  
RECTOR: Dr. FREDY PASTOR ANDÍA ANGULO  
VICERRECTOR ACADÉMICO: Abog. RICARDO CUBA SALERNO  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: Mg. Sc. JUAN LUQUE MAMANI  
SECRETARIO GENERAL: Prof. BENEDICTO HERRERA SALINAS

Edificio El Campín, 3° piso, Pasaje de la Cultura - Plaza de Armas. Juliaca  
Central telefónica: 054 322 213

Telefax: 054 321 142  
E-mail: [imageninst@uancv.edu.pe](mailto:imageninst@uancv.edu.pe)  
Web: <http://www.uancv.edu.pe>

Fac. de Ingeniería y Ciencias Puras ofrece Ing. Civil, Ing. Mecánica Eléctrica.

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES Huancayo - Junín  
RECTOR: MV. CIRILO ORTEGA GARCÍA  
VICERRECTOR ACADÉMICO: Dr. OSWALDO TORRES RODRÍGUEZ  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: JULIÁN QUIÑONES HINOSTROZA  
SECRETARIO GENERAL: Lic. VÍCTOR PACHECO ARREA

Av. Giráldez N° 230. Huancayo  
Teléfono: 064 224 479  
Fax: 064 223 848  
E-mail: [webmaster@upla.edu.pe](mailto:webmaster@upla.edu.pe) [rector@upla.edu.pe](mailto:rector@upla.edu.pe)  
Web: <http://www.upla.edu.pe>

Fac. de Ingeniería ofrece Ing. Civil, Ing. Electrónica.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
RECTOR: Dr. AUGUSTO CORREA CASTRO  
VICERRECTORA ACADÉMICA: Mg. CARMEN ARÁOZ FERNÁNDEZ  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: Eco. HUGO FLORES YÁBAR  
SECRETARIA GENERAL: Lic. DI YANIRA BRAVO GONZALES

Prolong. Av. de la Cultura s/n, Urb. Ingenieros, Larapa Grande, San Gerónimo.  
Cusco, Apdo. 430  
Telefax: 084 271 438, 271 437  
E-mail: [acorrea2000@mixmail.com](mailto:acorrea2000@mixmail.com)  
Web: <http://www.universia/uandina.edu.pe>  
No se pudo recabar información.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES Abancay- Apurímac  
RECTOR: Dr. SEGUNDO GONZALES MIREZ  
VICERRECTOR ACADÉMICO: Ing. ROBERTO PACHECO ORTIZ  
SECRETARIO GENERAL: Lic. JUVENAL PINARES TOMAYLLA

Av. Perú N° 700. Abancay  
Teléfono: 084 321 559, 321 362  
Telefax: 084 321 181  
Web: <http://www.utea.edu.pe>  
No se pudo recabar información.

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
RECTOR: Mg. JOSÉ BERAÚN BARRANTES

VICERRECTOR ACADÉMICO: Mg. GUIDO ALARCÓN MONTOYA  
SECRETARIO GENERAL: R. P. BERNABÉ MATO CORI

Jr. Hermilio Valdizán N° 871. Huánuco  
Teléfono: 064 511 113, 512 564, 516082, 514040  
Telefax: 064 513 154  
E-mail: uh.ocv@terra.com.pe  
No se pudo recabar información.

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
RECTOR (i): Mg. OMAR EYZAGUIRRE REYNOSO  
VICERRECTORA ACADÉMICA (i): Mg. MARÍA ANGÉLICA GUTARRA HIDALGO  
SECRETARIA GENERAL: Mg. YOLANDA TERRONES SALINAS

San Martín N° 361. Tacna, Apdo. 746  
Central telefónica: 054 72 7212, 74 2016  
Telefax: 054 72 6881  
E-mail: webmaster@heroica.edu.pe rectorado@heroica.upt.edu.pe  
Web: <http://www.heroica.upt.com>  
No se pudo recabar información.

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN PEDRO Chimbote - Áncash  
RECTOR: Dr. JORGE ARTURO BENÍTES ROBLES  
VICERRECTOR ACADÉMICO: M. Sc. JULIO BECERRA ROJAS  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: M Sc. JAVIER AZPARRENT TAIPE  
SECRETARIO GENERAL: Dr. JORGE MORALES CHINCHA

Urb. Laderas del Norte, Mz. H - 11. Apdo. 340, Chimbote  
Teléfono: 044 341.078, 327 896, 321 361, 329 486, 326 150  
Telefax: 044 328 034  
E-mail: postmaster@upsp.edu.pe rectorsp@upsp.edu.pe

Web: <http://www.upsp.edu.pe>

Fac. de Ing. ofrece Ing. Civil.

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO Trujillo - La Libertad  
RECTOR: Dr. GUILLERMO GUERRA CRUZ  
VICERRECTOR ACADÉMICO: Dr. CARLOS LESCANO ANADON  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: Dr. JOSÉ VENEROS CHÁVEZ  
SECRETARIO GENERAL: Abog. CARLOS ANGULO ESPINO

Av. América Sur N° 3145. Urb. Monserrate, Trujillo  
Telefax: 044 284 444  
E-mail: postmaster@upao.edu.pe - gguerra@docente.upao.edu.pe

Web: <http://www.upao.edu>

Fac. de Ing. ofrece Ing. Electrónica, Ing. Civil.

UNIVERSIDAD PRIVADA CÉSAR VALLEJO Trujillo - La Libertad  
RECTOR (e): Dr. SIGIFREDO ORBEGOZO VENEGAS  
2do. VICERRECTOR: Ing. CARLOS AZABACHE CASTRO  
SECRETARIO GENERAL: Prof. VÍCTOR SANTISTEBAN CHÁVEZ

Av. Larco, cdra. 17. Trujillo  
Central telefónica: 044 281 803, 287 238  
Fax: 044 286 978  
E-mail: [infor@ucv.edu.pe](mailto:infor@ucv.edu.pe)  
Web: <http://www.ucv.edu.pe>

Fac. de Ing. ofrece Ing. Civil, Ing. Mecánica, Ing. Industrial.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE Trujillo - La Libertad  
RECTORA: Mg. JESÚS TAY KCOMT  
VICERRECTOR ACADÉMICO: Dr. GUEORGUI ISMAGUIN  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: Lic. RICARDO MOREL BOSIO  
SECRETARIA GENERAL: Srta. CARMEN NACARINO PÉREZ

Av. Ejército No. 920. Trujillo  
Telefax: 044 220 062  
E-mail: [jtk@upnorte.edu.pe](mailto:jtk@upnorte.edu.pe)  
Web: <http://www.upnorte.edu.pe>  
Oficina en Lima: Las Camelias No. 174, 3er. Piso. San Isidro  
Telefax: 442 1717

Fac. de Ing. ofrece Ing. Industrial.

UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS Lima  
RECTOR: Dr. LUIS BUSTAMANTE BELAÚNDE  
VICERRECTORA ACADEMICA: Dra. GRACIELA RISCO DE DOMÍNGUEZ  
VICERRECTORA ADMINISTRATIVA: Ing. MARIANA RODRÍGUEZ RISCO DE REMAR  
SECRETARIA GENERAL: Prof. MÓNICA JACOBS MARTÍNEZ

Av. Prolongación Primavera N° 2390, Monterrico. Santiago de Surco  
Central telefónica: 313 3333  
Fax: 313 3344  
E-mail: [postmaster@upc.edu.pe](mailto:postmaster@upc.edu.pe)  
Web: <http://www.upc.edu.pe>

Fac. de Ing. ofrece Ing. Civil, Ing. Electrónica, Ing. Industrial.

## ANEXO 5

### RESULTADOS DEL TRABAJO DE CAMPO DEL ÁREA TEMÁTICA INGENIERÍA

En este punto debo mencionar que sólo el programa de maestría en Biotecnología de la PUCP remitió el cuestionario desarrollado. Los otros datos que se consignan en este anexo han sido producto de las visitas.

#### A5.1 UNIVERSIDADES

##### UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS (UNMSM)

**Organización de la investigación.** Cada Facultad posee un Instituto de Investigación y coordinan sus actividades con la Oficina General de Investigación. La política de investigación de la universidad está a cargo del Consejo Superior de Investigación. En las unidades de postgrado de cada facultad también se realiza investigación (tesis de maestría).

**Líneas de investigación.** El Consejo Superior de Investigación, de acuerdo a la memoria 2001 de la UNMSM, ha establecido las siguientes líneas de investigación interdisciplinarias en calidad de evaluación: CSI.4.4 Instrumentación, Automatización y Robótica, Ciencias Espaciales; CSI.4.5.Redes, Conectividad y Telecomunicaciones; CSI.4.6.Automatización Industrial.

**Principales grupos de investigación.** Existen sólo grupos de estudio para INUX, Neuro-Fuzzy y Control Digital.

**Producción científica.** No se ha reportado.

**Formación de investigadores jóvenes.** Las carreras que se ofrecen son: Ing. Industrial, Ing. Electrónica, Ing. Eléctrica, Ing. Química, e Ing. Hidráulica (esta última en la Fac. de Ciencias). Un buen porcentaje del alumnado (estimo de un 5 al 8 %) puede estar constituido por investigadores en potencia. Lamentablemente, no existen las condiciones para el desarrollo de tales alumnos, debido a la carencia de laboratorios de última generación, carencia de libros y revistas, y personal docente que se dedique a la investigación. Se realiza investigación (o mejor dicho, proyectos tecnológicos) como el producto de esfuerzos aislados entre algunos alumnos y docentes. En algunos casos es para poder participar en concursos estudiantiles de proyectos tales como CONEIMERA (Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Ramas Afines) e INTERCON (Congreso Internacional de Electricidad, Electrónica y Sistemas). Otra manera de realizar investigación es mediante la elaboración de tesis de maestría. La conexión a internet en la UNMSM es muy lenta.

**Recursos financieros disponibles.** Estatales. Este dinero se reparte entre los docentes como un estímulo a la investigación.

**Estudios de postgrado existentes y evaluación de su calidad y desempeño.** La Unidad de Postgrado de Química e Ing. Química ofrece Maestría en Ing. Química y Doctorado en Ing. Química. El programa de maestría es a tiempo parcial: 4 semestres con dictado de clases en las noches y fines de semana. El programa de doctorado dura 3 años como mínimo. Los estudios se pagan (el costo total de los créditos es aproximadamente de US \$ 2 500 para la

maestría y US \$ 3 800 para el doctorado), razón por la que casi todos los estudiantes son personas que trabajan. Por ello no le dedican el 100 % de su tiempo. Del mismo modo, la mayoría de los docentes son a tiempo parcial y pagados por el Estado (alrededor de US \$ 12 la hora). Hay también carencia de laboratorios especializados, de libros modernos y de revistas especializadas.

**Laboratorios e institutos de investigación.** En la Fac. de Química e Ing. Química: Lab. de Química Orgánica, Lab. de Química Inorgánica, Lab. de Físico-Química, Lab. de Química Analítica, Lab. de Control y Automatización Industrial (en proceso de construcción). En la Fac. de Ing. Industrial: Lab. de CAD, CDTS-CAD/CAM, Lab. de Máquinas y Herramientas, Lab. de Diseño Estructural (por implementar). En la Fac. de Ing. Electrónica y Electricidad: Lab. de Ing. Electrónica. En la Fac. de Ciencias Físicas: Lab. de Hidráulica e Hidrología, Lab. de Termofluidos. En general, el equipamiento de los laboratorios no es óptimo.

**Redes de Investigación.** La Universidad Nacional Mayor de San Marcos ha establecido relaciones con las redes siguientes: redes de Investigación BITNET/INTERNET; Centro de Investigación y Documentación Educativa (CIDE) del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España; FUNDACYT (Fundación para la Ciencia y la Tecnología, Ecuador); INDICE COMIE (Redes interinstitucionales de postgrado e investigación educativa); Fitología y producción vegetal con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO); Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza; Red de Américas PATH (AMPATH); Consejo Mexicano de Investigación Educativa; Centros, grupos y redes de Investigación en Educación Matemática; Facultad de Ciencias de la Universidad de Valladolid; Redes de Investigación; TELEGLOBE; Centro de Estudios Hispánicos de la Université Catholique de Louvain. (UCL).

**Bibliotecas.** La biblioteca central de la universidad posee un buen local y tiene el sistema cliente-servidor para ingresar a su base de datos. Las bibliotecas de las facultades siguen funcionando aún como unidades independientes. Lamentablemente, por razones económicas, no se cuenta con libros y revistas especializadas y actuales en el área temática Ingeniería.

**Revista científica.** *Revista Peruana de Química e Ing. Química* (dos números por año).

**Centros de producción.** Además de todos los laboratorios e institutos se tiene: Centro de Producción Metal-Madera, Plan Piloto de Panadería y Pastelería, Confecciones y Calzado (todos en la Fac. de Ing. Industrial).

## UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO (UNITRU)

**Organización de la investigación.** La Oficina General de Promoción y Desarrollo de la Investigación (OGPRODEIN) fomenta, promueve, gestiona, coordina, apoya y difunde las actividades de investigación que ejecutan sus docentes en los diferentes departamentos académicos e institutos. Los proyectos seleccionados se realizan en un año. En las secciones de postgrado de cada facultad también se realiza investigación (tesis de maestría).

**Líneas de investigación.** Están relacionadas con los programas de maestría que se ofrecen. Estas líneas son: manejo y tratamiento de aguas residuales y de residuos peligrosos, manejo y tratamiento de la contaminación sonora, preservación del medio ambiente, tratamiento del agua potable, determinación del mapa de corrosión de la región, explotación del carbón de piedra del Alto Chicama como combustible, diseño de sistemas operacionales, gestión de producción y la producción empresarial, empleo del gas en el parque automotor, automatización de maquinarias industriales, fabricación de maquinaria mecánica especializada.

Principales grupos de investigación. No existen.

Producción científica. Ver: [www.unitru.edu.pe/investigacion/principal.html](http://www.unitru.edu.pe/investigacion/principal.html)

Formación de investigadores jóvenes. Las carreras que se ofrecen son: Ing. Industrial e Ing. Química. Un buen porcentaje del alumnado (estimo de un 5 al 8 %) puede estar formado por investigadores en potencia. Lamentablemente, no existen las condiciones para el desarrollo de tales alumnos, debido a la carencia de laboratorios de última generación, carencia de libros y revistas, y personal docente que se dedique a la investigación. Se realiza investigación en dos formas. La primera, cuando los alumnos forman parte del recurso humano para un proyecto promovido por la OGPRODEIN. La segunda forma es mediante la elaboración de tesis de maestría.

Recursos financieros disponibles. Estatales y provenientes de recursos propios.

Estudios de postgrado existentes y evaluación de su calidad y desempeño. Existe una Escuela de Postgrado. Esta Escuela cuenta con Secciones de Postgrado para cada Facultad. La Sección de Postgrado de la Fac. de Ing. ofrece: Maestría en Ing. Industrial con mención en Gerencia de Operaciones, Maestría en Ing. Industrial con mención en Industria y Desarrollo ("Global Management"), Doctorado en Ciencias e Ingeniería (en preparación). La Fac. de Ing. Química ofrece: Maestría en Ing. Química, Maestría en Ing. Química Ambiental y Maestría en Recursos Hídricos. Los programas de maestría son a tiempo parcial: 4 semestres con dictado de clases en las noches y sábados. Los estudios se pagan (el costo total de los créditos es aproximadamente de US \$ 2 500), razón por la que casi todos los estudiantes son personas que trabajan. Por ello no le dedican el 100 % de su tiempo. Los docentes son a tiempo parcial y a tiempo completo, y pagados por el programa de maestría (alrededor de US \$ 15 la hora). No es de esperar que estas maestrías y doctorados sean de alta calidad, a pesar del esfuerzo que se pone. En muchos casos, las facultades se han visto obligadas a llevar docentes de Lima y del extranjero. Hay también carencia de laboratorios especializados, de libros modernos y de revistas especializadas. La conexión a internet es muy lenta en su centro de cómputo.

Laboratorios e institutos de investigación. En la Fac. de Ing. Química: Lab. de Química Orgánica, Lab. de Química Analítica, Lab. de Procesos y de Catálisis, Lab. de Operaciones Unitarias. En la Fac. de Ingeniería: Centro de Cómputo Especializado. En general, el equipamiento de los laboratorios no es óptimo. El Lab. de Operaciones Unitarias es uno de los mejores a nivel nacional. También poseen equipos computarizados para infrarrojo, para absorción atómica y para espectrometría de masas. La UNITRU también cuenta con un Instituto de Investigación en Desastres y Medio Ambiente (interfacultativo).

Redes de investigación. No poseen.

Bibliotecas. Las bibliotecas de la universidad no están interconectadas. Lamentablemente, por razones económicas, no se cuenta con libros y revistas especializadas y actuales en el área temática Ingeniería. Actualmente, la UNITRU está conectada a la base de datos EBSCO en calidad de prueba.

Revista científica. *Sciendo*.

Centros de producción. Además de todos los laboratorios e institutos se tiene: Unidad de Producción y Tecnología para la fabricación de mermeladas, Laboratorio de Servicios a la Comunidad y de Investigación, Lab. de Computación e Informática (todos en la Fac. de Ing. Química). Segunda Especialidad en Defensa Civil, Escuela de Ing. Mecánica (ambas en la Fac. de Ingeniería).

## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA (UNI)

**Organización de la investigación.** Cada facultad posee un Instituto de Investigación y coordinan sus actividades con el Instituto General de Investigación. Cada facultad define su política de investigación. El Instituto General de Investigación puede también financiar proyectos de investigación, pero de carácter multidisciplinario. En las secciones de postgrado de cada facultad también se realiza investigación (tesis de maestría).

### Líneas de investigación.

La Facultad de Ing. Eléctrica y Electrónica (FIEE) promueve la investigación en cuatro áreas. Estas áreas, con sus líneas de investigación entre paréntesis, son: sistemas eléctricos de potencia (sistemas flexibles FACTS en corriente alterna, transmisión HVDC en corriente continua, calidad de la energía, energías renovables), ingeniería de software y telemática (computación distribuida, bases de datos, sistemas de información, diseño y especificación de sistemas), automatización industrial (automatización de procesos, manufactura flexible, automatización de edificios, desarrollo de productos, instrumentación industrial), procesamiento de señales y sistemas (tratamiento digital de la voz, tratamiento digital de imágenes, procesadores digitales de señales, redes, homologación y certificación de equipos) y telecomunicaciones (transmisión en banda ancha, diseño de los componentes de un sistema de comunicación digital, comunicación no cableada, internet). Tales áreas se ubican en el Centro de Investigación y Desarrollo que forma parte de la infraestructura de la Sección de Postgrado de la FIEE. En estas áreas la investigación es realizada principalmente por alumnos de antegrado. Todas las tesis de maestría se convierten en proyectos de investigación y se desarrollan en ambientes separados al del Centro de Investigación. Las tesis de maestría son generalmente financiadas por la Sección de Postgrado.

La Facultad de Ing. Civil tiene sus líneas de investigación relacionadas con las maestrías que ofrece, a saber: hidráulica (transporte de sedimentos por agua y aire, flujo de lodos y contaminación de corriente), hidrología de cuencas sin datos, defensas ribereñas, diseño asistido por computadora, optimización de sistemas de abastecimiento de agua y desagües, rentabilidad de proyectos de inversiones), estructuras (optimización de edificios de albañilería para edificios multifamiliares, procedimientos de análisis y diseño sismorresistente, diseño asistido por computadora, comportamiento de estructuras de acero, comportamiento de estructuras de otros materiales), geotécnica (diseño de cimentaciones, deslizamiento y huaicos, microzonificación sísmica, estabilidad de taludes, suelos especiales), transportes (diseño de pavimentos, diseño asistido por computadora, estudios especiales de tránsito, drenaje y protección de vías, estudios económicos).

Líneas de investigación en la Fac. de Ing. Mecánica: energías renovables (solar, eólica, etanol a partir de la caña de azúcar, etc.), biocombustibles (biomasa, aceite de palma, aceite de soya, etc.), contaminación del ambiente, fabricación de máquinas para la industria.

Líneas de investigación en la Fac. de Ing. Industrial y de Sistemas: gestión de la calidad, automatización de procesos, desarrollo de software.

Líneas de investigación en la Fac. de Ing. de Petróleo y Petroquímica: gas natural, certificación de combustibles y aceites, elaboración de normas.

Líneas de investigación en la Fac. de Ing. Química y Manufacturera: desarrollo de nuevos materiales, racionalización de la energía, biotecnología, corrosión, automatización y control de procesos, protección ambiental y tecnologías limpias, catálisis y adsorbentes,

aprovechamiento de los recursos naturales, electroquímica, química textil y análisis textil, reciclaje, desarrollo de nuevas tecnologías.

#### Principales grupos de investigación

En la FIEE: sistemas eléctricos de potencia, ingeniería de software y telemática, automatización industrial, procesamiento de señales y sistemas, telecomunicaciones. En las otras facultades los grupos de investigación se forman con relación a una línea de investigación y para trabajos específicos. Luego desaparecen.

#### Investigadores en la FIEE:

AURELIO MORALES VILLANUEVA, MSC. en Ingeniería de Computadoras, Universidad de Buffalo, EE.UU. Tel. casa: 471-8986, Of.: 211-9500, anexo 379. Fax: 222-7417, Cel.: 9961-0133, EMAIL: amora@ts.com.pe

ARTURO ROJAS MORENO, Ph. D. en Ingeniería Eléctrica, Utah State University, U.S.A. Tel. casa: 278-0591, Cel.: 99920165, arojasm@viabcp.com

ARTURO D. VILCA ROMÁN, MS. en Métodos de Ingeniería de Software, Universidad de Essex, Inglaterra. Tel. casa: 472-4063, Cel.: 9723-6736, mbox{avilca@uni.edu.pe}

CARLOS VALDEZ VELÁSQUEZ-LÓPEZ, Ph.D. en Ingeniería Eléctrica, University of Electro-Communications, Tokyo, Japón. Tel. casa: 437-5223, Of.: 332-4079 ó 332-4084, Cel.: 9940-5121, EMAIL: cavaldez@mtc.gob.pe

DANIEL J. CÁMAC GUTIÉRREZ, Dr. en Ciencias de la Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro, Brasil. Tel. casa: 434-3241, fax: 224-0491, Cel.: 985-6881, EMAIL: dcamac@terra.com.pe

FERNANDO MERCHAN GORDILLO, MS. en Matemáticas Aplicadas, Universidad Nacional de Ingeniería, Perú. Tel. casa: 482-3250, EMAIL: fmg@uni.edu.pe

HERNÁN MONTES UGARTE, Ph.D. en Geofísica, Universidad de Columbia, New York, EE.UU. Tel. casa: 445-2307, Of.: 437-9923, fax: 436-8437, Cel. 990-5993, EMAIL: hmontes@geo.igp.gob.pe

JAVIER DONAYRE SÁNCHEZ, MS. en Construcción de Máquinas-Automatización, Technische Universitat Clausthal, Clausthal-Zellerfeld, Alemania. Tel. Of.: 275-2493, Cel.: 9933-5599, EMAIL: automatronica@terra.com.pe

JOSÉ MIGUEL CAÑAMERO, MS. en Ciencias de la Computación, Universidad de British Columbia, Canadá, Tel. casa: 337-5777 Beeper 441-8000 ab.42560, EMAIL: jmc@upch.edu.pe

JOSÉ KOC RUEDA, Ing. Mec-Elec. Msc. RPI, Troy, U.S.A, Tel. Of.: 444-3965 Fax: 241-5674 Cel. 9966-1496, EMAIL: kocmenar@amauta.rcp.net.pe

JORGE DEL CARPIO SALINAS, Dr. en Ciencias Aplicadas con mención en Telecomunicaciones, Facultad Politécnica de Mons, Bélgica. Tel.: 241-3398, Cel.: 9720-4234, EMAIL: jdelcarpio@uni.edu.pe jdelcarpio@inictel.gob.pe

JUSTO YANQUE MONTUFAR, Ing. Mec-Elec. MSc. App. FPMs. U. de Mons-Bélgica. Telefax: 435-7972, Cel.: 888-9114, EMAIL: bbv-anque@blockbuster.com.pe

LEONARDO V. PAUCAR CASAS, Dr. en Ingeniería Eléctrica, Universidad Estatal de Campinas, Brasil. EMAIL: lpaucar@yahoo.com lpaucar@ieee.org

NICANOR RAÚL BENITES SARAVIA, MS. en Automática e Instrumentación, Universidad Nacional de Ingeniería, Perú. Tel. casa: 522-0177, Cel.: 941-6184, EMAIL: nrbs@mixmail.com

PETER YAMAKAWA TSUJA, Ph. D. en Ingeniería de Comunicaciones, Universidad de Osaka, Japón. Tel.: 423-0395, Cel.:946-5536, EMAIL: pyamakaw@bellsouth.com.pe

RODOLFO MORENO MARTÍNEZ, MS. en Ingeniería Eléctrica, Universidad Estatal de Campinas, Brasil. Tel. casa padres: 463-8064, Cel.: 871-6727, EMAIL: rmoreno@uni.edu.pe

VÍCTOR M. SOTELO NEYRA, MS. en Automática e Instrumentación, Universidad Nacional de Ingeniería, Perú. Tel. casa: 421-7644, Of.: 242-6727, Fax: 446-2809, Cel.: 970-3199, EMAIL: manongo@hotmail.com

BLANCA LAINES LOZANO, Mg. en Matemáticas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima-Perú. Tel.: 448-7856, Cel.: 969-1067 EMAIL: balines@uni.edu.pe

CÉSAR NÚÑEZ OCOLA, MS. en Telemática (Convenio UNI-INICTEL), Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú.

Producción científica. Parte de los resultados de la investigación en la UNI se publica en la revista *Tecnia* (dos números por año). La Universidad apoya (aunque en poca medida) que sus docentes presenten trabajos en eventos nacionales e internacionales. Aunque se realizan buen número de proyectos de investigación relacionados con tesis de maestrías, la producción anual de artículos para revistas indexadas y *proceedings* es muy poca (de cinco a diez por año).

Formación de investigadores jóvenes. Las carreras que se ofrecen son: Ing. Industrial, Ing. Electrónica, Ing. Eléctrica, Ing. Química e Ing. Hidráulica (esta última en la Fac. de Ciencias). Un buen porcentaje del alumnado (estimo de un 10 al 15 %) puede formar parte de investigadores en potencia. Lamentablemente, no existen las condiciones para el desarrollo de tales alumnos, debido a la carencia de laboratorios de última generación, carencia de libros y revistas, y personal docente que se dedique a la investigación. Se realiza investigación vía proyectos tecnológicos, gracias al producto de esfuerzos aislados entre alumnos y docentes. En algunos casos, motivados para participar en concursos estudiantiles de proyectos tales como CONEIMERA (Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Ramas Afines), mbox{INTERCON} (Congreso Internacional de Electricidad, Electrónica y Sistemas), CONEIS (Congreso Nacional de estudiantes de Ing. de Sistemas), mbox{CONEIC} (Congreso Nacional de estudiantes de Ing. Civil). Otra manera de realizar investigación es vía la elaboración de tesis de maestría. La conexión a internet en la UNI es muy lenta,

aunque posee backbone ATM con fibra óptica. La interconexión entre las dependencias es casi total.

Recursos financieros disponibles. Estatales. El dinero se reparte entre todas las facultades. Los proyectos de investigación que van a recibir financiación son seleccionados por un comité de evaluación. En promedio, cada facultad recibe por mes US \$ 2 700.

Estudios de postgrado existentes y evaluación de su calidad y desempeño. Cada facultad posee una Sección de Postgrado.

La Sección de Postgrado de Ing. Civil ofrece las Maestrías en Ing. Estructural, Ing. Hidráulica, Ing. Geotécnica, Ing. de Transportes, Gestión Tecnológica Empresarial, y Gestión y Administración de la Construcción. También ofrece una segunda especialización en Ing. Sismorresistente.

La Sección de Postgrado de la Facultad de Ing. Eléctrica y Electrónica ofrece las Maestrías en Automática e Instrumentación, Telemática, Sistemas de Potencia, Telecomunicaciones, y Procesamiento de Señales. También ofrece segunda especialidad en cada uno de los campos mencionados.

La Sección de Postgrado de Ing. Industrial y de Sistemas ofrece la maestría en Ing. Industrial.

La Sección de Postgrado de Ing. Mecánica ofrece las Maestrías en Energética, Energética del Gas natural, Diseño de Máquinas, e Ing. Aeronáutica: Motores de Turbina a Gas.

La Facultad de Ciencias, en convenio con el IPEN, ofrece la Maestría en Ingeniería Nuclear, y en convenio con CONIDA, la Maestría en Ing. Aeronáutica: Vehículos no tripulados.

La Sección de Postgrado de Ing. Química y Manufacturera ofrece Maestrías en Ing. Química, e Ing. de Procesos.

Los programas de maestría son a tiempo parcial: 4 semestres con dictado de clases en las noches y sábados. Los estudios se pagan (el costo total de los créditos varía entre US \$ 2 500 y 5 500), razón por la que casi todos los estudiantes son personas que trabajan. Por ello no le dedican el 100 % de su tiempo. Las maestrías de la FIEE y de la Fac. de Ing. Civil son las que caminan mejor comparadas con las maestrías ofrecidas por las otras Facultades. La Fac. de Petróleo y Petroquímica ofrece segunda especialización en Gas Natural.

Laboratorios e institutos de investigación. En la Fac. de Química y Manufacturera: Lab. de Ing. Textil, Lab. de Química Orgánica, Lab. de Química Aplicada, Lab. de Físico-Química, Lab. de Química General. En la FIEE: Lab. de Electricidad, Lab. de Electrónica, Lab. de Telecomunicaciones, Instituto de Automatización e Inteligencia Artificial, Centro de Investigación y Desarrollo, Lab. de Informática. En la Fac. de Ing. Industrial y de Sistemas: Instituto del Cuero y Calzado, Lab. de Automatización de Procesos, Proyecto Uniindustria, Lab. de Informática. Fac. de Ing. Mecánica: Institutos de Motores de Combustión Interna, de Ciencias de los Materiales, de Transporte, de Diseño Mecánico, de Energía y Medio Ambiente, de Desarrollo Humano, de la Soldadura. Fac. de Ing. Civil: Lab. de Mecánica de Suelos, Lab. de Materiales, Gabinete de Hidráulica, Lab. de Topografía, Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID), IMEFEN (Instituto para el Estudio del Fenómeno del Niño). El CISMID tiene: Lab. de Geotecnia y Mecánica de Suelos, Lab. de Estructuras y Materiales. Fac. de Ing. de Petróleo y Petroquímica: Lab. Ing. de Petróleo y Gas, Lab. de Certificación, Lab. de Octanaje (en proceso). De la UNI: Centro de Energías Renovables, Lab. Nacional de Hidráulica, Lab. de Desarrollo de Contenidos Digitales. En la mayoría de los casos, el equipamiento de los laboratorios no es moderno.

Redes de investigación. Como miembro del ISTEAC (Ibero American Science & Technology Education Consortium), la UNI participa de las iniciativas ACE (Advanced Continuous Education), Library Linkages Initiative (LIBLINK), R&D (Research and Development) Labs Initiative, Los Libertadores (para compartir experiencia a nivel mundial y soluciones distribuidas a problemas a través de una red de Centros de Excelencia). La UNI también pertenece a la red ALFA.

Bibliotecas. Existe un sistema integrado de bibliotecas. Lamentablemente, por razones económicas, no se cuenta con libros y revistas especializadas actuales. Algunas facultades cuentan con bases de datos de libros y revistas especializadas (e.g., la Fac. de Ciencias). La UNI (coordinador: Sección de Postgrado de la FIEE), por ser miembro del ISTEAC, puede ingresar al sistema de bibliotecas que promueve dicho Consorcio, lo que significa ingresar a las bases de datos (y pedir servicio) de las bibliotecas de la U. de Nuevo México (USA), de la U. de Campinas (Brasil), etc.

Revista científica. *Tecnia* (indexada en Iberoamérica, dos números por año).

Centros de producción. Además de todos los laboratorios e institutos, se tiene UNIEMPRESA, Admisión UNI, Ambiente Ingenieros S.A., Teatro del Norte, ServiUNI S.A., PetruUNI S.A., Cepre UNI, UNIPETRO ABC S.A., ICI (Instituto de Computación e Informática), Oficinas de Proyección Social de todas las Facultades y de la UNI, Centro de Cómputo de la UNI, CETEL (Centro de Telemática), Centro de Idiomas.

#### UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA (UNP)

Visité la Universidad el 15 de octubre, pero lamentablemente estaba cerrada debido a un paro de dos días de los docentes universitarios.

#### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ (UNCP)

Organización de la investigación. Existe una Dirección de Investigación con Institutos de Investigación en cada Facultad.

Líneas de investigación. No tienen definidas líneas de investigación en el área temática Ingeniería.

Principales grupos de investigación. No existen.

Producción científica. Prácticamente no existe. El presupuesto público asignado al rubro investigación se reparte como estímulo a la investigación. A cambio, los docentes presentan informes técnicos, por lo general.

Formación de investigadores jóvenes. Las carreras que se ofrecen son: Ing. Eléctrica, Ing. Mecánica, Ing. Industrial e Ing. Química. Lamentablemente, no existen las condiciones para el desarrollo de investigadores en potencia, debido a la carencia de laboratorios de última generación; carencia de libros y revistas, y personal docente que se dedique a la investigación. Sin embargo, me informaron que de existir financiamiento, muchos docentes estarían dispuestos a trabajar en proyectos de investigación.

Recursos financieros disponibles. Estatales principalmente, y en pocos casos, del CONCYTEC para desarrollar algunos proyectos.

Estudios de postgrado existentes y evaluación de su calidad y desempeño. Existe una Escuela de Postgrado, pero no hay postgrado en ingeniería.

Laboratorios e institutos de investigación. Labs. de Electricidad y Electrónica en la Fac. de Ing. Eléctrica, Labs. de Metrología y de Termohidráulica en la Fac. de Ing. Mecánica, Lab. de Análisis Instrumental en la Fac. de Ing. Química, Lab. de Topografía (su mejor laboratorio porque cuenta con equipos de última generación). Cada Facultad posee un instituto de investigación, el cual recepciona los proyectos de investigación a desarrollar durante el año fiscal, y luego solicita los informes correspondientes. Como se ha mencionado, tales proyectos son en realidad informes técnicos que se tienen que presentar por norma establecida. En otras palabras, el dinero para investigación se emplea a manera de estímulo y se reparte prácticamente entre todos los docentes.

Redes de investigación. No poseen. No cuentan con una intranet. El acceso a internet es parcial y lento.

Bibliotecas. Las bibliotecas de la Universidad no están interconectadas. Lamentablemente, por razones económicas, no se cuenta con libros y revistas especializadas y actuales en el área temática Ingeniería.

Revista científica. No existe para el área temática Ingeniería.

Centros de producción. No se reportaron.

#### PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ (PUCP)

Organización de la investigación. La Dirección Académica de Investigación (DAI) es la unidad encargada de la promoción, supervisión y apoyo global a las actividades de investigación que se desarrollan en la PUCP. La DAI Informa al Consejo Universitario acerca de la marcha general de la investigación desarrollada por los docentes desde sus Departamentos Académicos (la Dirección Académica del Régimen Académico de Profesores (DARAP) promueve la investigación por medio de Semestres de Estudios e Investigación y descargas académicas), Centros e Institutos, Laboratorios, Grupos y Redes de Investigación.

Líneas de investigación. Básicamente están definidas por los grupos de investigación descritos a continuación.

Grupos de investigación.

*Grupo de bioingeniería (ACA)*. Fundado en 1999. Bioingeniería investiga y desarrolla instrumentación biomédica y tecnología aplicada al sector salud. Coordinador: Luis Vilcahuamán, lvilcah@pucp.edu.pe

*Grupo de control y automatización*. Fundado en el año 1993 para promover la participación científica y tecnológica de la teoría del control, la automatización y sus elementos en el campo de la automatización industrial. Coordinador: Javier Sotomayor, sotomayor.j@pucp.edu.pe

*Grupo de estudios de proyectos eólicos*. Fundado en 1997. Investiga, diseña y desarrolla equipos que permiten el aprovechamiento de los recursos eólicos de nuestro país, en especial de la costa. Coordinador: Vassilli Samsonov, vsamson@pucp.edu.pe

*Grupo de investigación de desarrollo de equipos médicos y sistemas (GIDEMS)*. Fundado en 1999. Desarrolla tecnología para el diseño y elaboración de equipos médicos y sistemas

de bajo costo, adecuados a nuestra realidad nacional. Coordinador: Bruno Castellón , bcastil@pucp.edu.pe

*Grupo de métodos computacionales para ingeniería (GMC).* Fundado en 1994. GMC investiga en el campo de la simulación computarizada para ingeniería, ofreciendo mayor potencia a muchas ingenierías y el desarrollo de más tecnología para su aplicación en la industria peruana. Coordinador: Jorge Alencastre, jalenca@pucp.edu.pe

*Grupo de microelectrónica.* Fundado en 1992. Investiga en el campo de los circuitos integrados ("chips") y dispositivos lógicos programables, para implementar sistemas y circuitos electrónicos complejos con claras ventajas económicas. Coordinador: Carlos Silva, csilva@pucp.edu.pe

*Grupo de procesamiento digital de señales.* Fundado en 1996. Investiga en el reconocimiento y síntesis de voz e imagen, tecnología que busca la interacción de los usuarios con las máquinas, para su propio beneficio. Coordinador: Andrés Flores, dflores@pucp.edu.pe

*Grupo de redes.* Fundado en 2002. Investiga en las áreas de diseño, seguridad y protocolos de comunicación para redes, entre otras áreas, con el fin de elevar propuestas tecnológicas para beneficio de la sociedad. Coordinador: Gerardo Salazar, gsalazar@ieee.org

*Proyecto CARBÓN (<http://www.pucp.edu.pe/secc/mecanica/carbon/>).* Fundado en 1988. Investiga el potencial energético de diversos elementos agroindustriales para su utilización como fuentes de energía alternativa con respecto al medio ambiente y los recursos naturales. Coordinador: Estela Assureira, eassure@pucp.edu.pe

En adición, en el campo de la Ing. Mecánica, el investigador Jorge Alencastre (Dipl. en Ing. Mecánica, TU Berlín) realiza elementos finitos con aplicaciones, y el investigador Víctor Girón (Master en Ing. Mecánica, PUCP) hace estudios sobre vibraciones. En el campo de la Ing. Civil, el Dr. Marcel Blondet y su grupo están desarrollando investigaciones sobre viviendas económicas sismorresistentes, ya sean construidas con tierra o autoconstruidas (vivienda informal).

Investigadores en Ingeniería Biomédica: ver Cuadro 3.

CUADRO 3: INVESTIGADORES EN INGENIERÍA BIOMÉDICA

L. Vilcahuamán	MS BS	Ing. Biomédica Ing. Mecánica	Brasil 96 PUCP-91	Ing. clínica, evaluación de tecnología en salud, telemedicina, desarrollo de equipo médico.
Rocío Callupe	MS BS	Ing. Biomédica Ing. Electrónica	Brasil 96 PUCP-94	Inteligencia artificial, instrumentación biomédica, informática médica.
Álex Dávila	MS BS	Neurofisiología Psicología	Bélgica 99 PUCP-93	Física médica, fisiología aplicada.
Javier Tovar	BS	Medicina	UNMSM-86	Gestión tecnología en salud.
Martín Sarango	Dr. BS	Telecomunicaciones Ing. Industrial	España-98 Piura-92	Proc. Dig. de señales e imágenes biomédicas.
Bruno Castellón	BS	Enfermería	Lima-90	Instrumentación biomédica

Producción científica. Aunque se realizan proyectos de investigación relacionados con tesis de maestrías, la producción anual de artículos para revistas indexadas y *proceedings* es casi nula.

Formación de investigadores jóvenes. Ofrece las carreras de Ing. Civil, Ing. Electrónica, Ing. Industrial, Ing. Mecánica y se ha iniciado la carrera de Ing. de Telecomunicaciones. Un buen porcentaje del alumnado (estimo de un 10 al 15 %) puede formar parte de investigadores en potencia. Se realiza investigación vía proyectos tecnológicos apoyados por la universidad. También CONCYTEC apoya la realización de algunos proyectos. Muchos de sus proyectos participan en concursos estudiantiles de proyectos tales como CONEIMERA (Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Ramas Afines), INTERCON (Congreso Internacional de Electricidad, Electrónica y Sistemas), CONEIS (Congreso Nacional de Estudiantes de Ing. de Sistemas), CONEIC (Congreso Nacional de Estudiantes de Ing. Civil). Han ganado varios primeros premios. Otra manera de realizar investigación es mediante la elaboración de tesis de maestría. La conexión a internet es aceptable (4 MB). La interconexión entre las dependencias es casi total.

Recursos financieros disponibles. Propios (pensiones y centros de producción).

Estudios de postgrado existentes y evaluación de su calidad y desempeño. La Escuela de Graduados ofrece M. en Ing. Biomédica, M. en Ing. Civil, M. en Ingeniería de Control y Automatización, M. en Ing. Mecánica. La maestría en Ing. Biomédica es nueva. A nivel país, las maestrías en Ing. Civil y en Ing. Mecánica son de las mejores. La maestría en Control y Automatización posee un buen programa y equipamiento. Sin embargo, encuentro que algunas de las tesis de maestría sólo abarcan la parte teórica y no de implementación.

Laboratorios e institutos de investigación. Instituto de Corrosión y Protección, Instituto de Estudios Ambientales IDEA, Instituto para la Calidad, Taller de Vidrio, Laboratorio de Análisis Químicos Especiales, Laboratorio de Certificación, Laboratorio de Energía, Laboratorio de Estructuras, Laboratorio de Materiales, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Laboratorio de Producción, Sección de Electricidad y Electrónica, Servicio de Análisis Energético Ambiental SAE, Unidad de Servicios Informáticos, Centro de Innovación y Desarrollo.

Redes de investigación

Como miembro del ISTE (Ibero American Science & Technology Education Consortium), la PUCP participa de las iniciativas ACE (Advanced Continuous Education), Library Linkages Initiative (LIBLINK), R&D (Research and Development), Labs Initiative, Los Libertadores (para compartir experiencia a nivel mundial y soluciones distribuidas a problemas a través de una red de Centros de Excelencia).

*Red de Producción más Limpia (RDPML, <http://www.pucp.edu.pe/invest/rdpml>)*. El fin de esta red es articular a los diferentes actores de la PUCP que trabajan o quieren trabajar en temas relacionados con la PML. Asimismo, esta red sirve de enlace con otros actores de la sociedad vinculados a la Producción Más Limpia.

*Red Peruana de Soldadura (RPS, [soldadura@agora.pucp.edu.pe](mailto:soldadura@agora.pucp.edu.pe))*. La Unidad Ingeniería de Soldadura de la Pontificia Universidad Católica del Perú ha creado la Red Peruana de Soldadura (RPS) con la finalidad de promover la integración entre los profesionales vinculados al campo de la soldadura, estableciendo un espacio de discusión, intercambio de experiencias y relaciones profesionales. Asimismo, fomenta el conocimiento y desarrollo de la soldadura en nuestro país, buscando que sus miembros puedan apoyarse mutuamente, planteando sus inquietudes y difundiendo sus investigaciones.

*Prospectiva Tecnológica* (ver portal en <http://www.pucp.edu.pe/invest/prospectiva>, email: [prospectiva@pucp.edu.pe](mailto:prospectiva@pucp.edu.pe)). Grupo humano multidisciplinario, formado en mayo del 2002, que pretende difundir y capacitar a miembros de la comunidad universitaria en el ejercicio de Prospectiva Tecnológica, para dar una mirada al futuro y desarrollar una visión compartida de las necesidades de la sociedad del mañana mediante un proceso sistemático. Actualmente, forman parte del Consorcio de Investigación en Prospectiva Tecnológica, por lo que están comprometidos a aplicar en el Perú la prospectiva para promover y retroalimentar una visión común para el desarrollo nacional y regional que se traduzca en un entorno favorable para fomentar la competitividad.

**Bibliotecas.** La Biblioteca Central o edificio principal alberga a la mayoría de las colecciones bibliográficas para las áreas de humanidades, derecho, educación, arte, entre otras. La Unidad de Automatización (UDEA) se encarga de gestionar y liderar el proceso de automatización integral de todas las bibliotecas de la PUCP por medio del sistema Unicornio. La Oficina de Procesos Técnicos (OPT) se encarga de organizar, normalizar y realizar el procesamiento técnico del material bibliográfico de la Biblioteca Central. Posee una Biblioteca y Centro de Documentación de Ciencias Sociales, una biblioteca de Teología, la Biblioteca de Estudios Generales Ciencias, la Biblioteca de Ciencias que cuenta con las especialidades de Física, Química y Matemáticas y una importante colección de Informática. La Biblioteca de Ingeniería cuenta con más de 14 mil ejemplares (entre impresos, discos compactos y videos) y realiza un aproximado de 90 000 transacciones al año. Se encuentran también el Centro de Información de Electrónica e Informática (CIDEI), creado en 1989, la Hemeroteca de Ingeniería a partir de 1990, y la Biblioteca del Centro de Idiomas.

La PUCP por ser miembro del ISTECS, puede ingresar al sistema de bibliotecas que promueve dicho Consorcio, lo que significa ingresar a las bases de datos (y pedir servicio) de las bibliotecas de la U. de Nuevo México (USA), de la U. de Campinas (Brasil), etc. En mi opinión, las bibliotecas de la PUCP sí pueden apoyar las actividades de CyT.

**Publicaciones.** El Fondo Editorial de la PUCP es una unidad que depende del Rectorado de la Universidad y tiene a su cargo la publicación de libros, revistas, textos universitarios y otras publicaciones convencionales o electrónicas que fueran propuestas al Fondo por las autoridades universitarias correspondientes. No tienen publicado ningún libro del área temática Ingeniería. La sección de Electricidad y Electrónica publica la revista *Electro-Electrónica*, la cual presenta artículos de tipo informativo y de investigación en electricidad, electrónica, telecomunicaciones e informática. Desde agosto de 1995, la DAI ha puesto en la internet una *Revista Electrónica*, la misma que se distribuye de manera gratuita y tiene como objetivo fundamental difundir los diversos trabajos de investigación.

**Centros de producción.** El Centro de Servicios y Transferencia Tecnológica es una organización que canaliza la oferta tecnológica de la Pontificia Universidad Católica del

Perú hacia las empresas e instituciones, prestándoles una gama de servicios de consultoría y soporte tecnológico en las áreas de Ciencias e Ingeniería, Educación, Economía, Administración, Ciencias Humanas, Letras y Artes. Cuentan con el soporte de laboratorios, institutos, centros de documentación y toda la infraestructura de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

UNIVERSIDAD DE PIURA (UDEP)

**Organización de la investigación.** La Fac. de Ingeniería desarrolla sus propios proyectos de investigación y desarrollo. Líneas de investigación: empleo de energías no convencionales (solar, eólica); optimización de la energía térmica; modernización de máquinas; aprovechamiento de recursos locales de la región como insumos de la construcción; estudios hidráulicos, sistemas de abastecimiento de agua y de alcantarillado, tratamiento de aguas residuales, manejo y tratamiento de residuos sólidos, estudios ambientales.

**Grupos de investigación.** La modalidad de trabajo es por proyecto. Es decir, los grupos de investigación se forman alrededor de un proyecto aprobado y financiado.

**Producción científica.** Aunque se realizan proyectos de ingeniería, la producción anual de artículos para revistas indexadas y *proceedings* es casi nula. Tales proyectos son: electrificación rural con energía solar (financiado por la Secretaría de Cooperación Internacional Española (SECIPI), responsable: Ing. Martín Flores [mflores@udep.edu.pe](mailto:mflores@udep.edu.pe)); conversión de una máquina herramienta convencional en una máquina a control numérico computarizado (responsables UDEP y el experto argentino Ing. Carlos Candiani, consultas: [lab\\_mec@udep.edu.pe](mailto:lab_mec@udep.edu.pe)); utilización de la diatomita (roca molida existente en Bayóvar) para reemplazar ladrillos de arcilla cocida, evitando así la tala de los árboles que son utilizados para cocer los ladrillos (contactos: [suelos@udep.edu.pe](mailto:suelos@udep.edu.pe)); aprovechamiento de recursos locales de las poblaciones rurales de Piura y Tumbes como la diatomita, la ceniza de cáscara de arroz (para fabricar bloques de concreto en reemplazo de los ladrillos de arcilla) y las fibras naturales pasayo, yute, cabuya y la fibra de coco (con la finalidad de reforzar las matrices para la construcción de prefabricado); proyecto especial de aguas superficiales; proyecto de reforestación. Proyectos del IHHS (Instituto de Hidráulica, Hidrología e Ingeniería Sanitaria): desarenador del proyecto especial Chavimóchic, desripador del proyecto especial Chavimóchic, desarenador terminal del proyecto especial Majes, obras de captación de la Central Hidroeléctrica de Yanango, presa derivadora de Sullana del proyecto Especial Chira-Piura, bocatoma cota 412 m.s.n.m. del proyecto especial Chavimóchic, agua potable para varias localidades, etc.

**Formación de investigadores jóvenes.** Ofrece las carreras de Ing. Civil, Ing. Mecánica Eléctrica e Ing. Industrial y de Sistemas. Un buen porcentaje del alumnado (estimo de un 10 al 15 %) puede formar parte de investigadores en potencia. Se realiza investigación vía proyectos tecnológicos apoyados por la universidad y por la cooperación internacional. Algunos proyectos también son apoyados por CONCYTEC. Sus proyectos participan en concursos estudiantiles de proyectos tales como CONEIMERA (Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Ramas Afines), [INTERCON](mailto:INTERCON) (Congreso Internacional de Electricidad, Electrónica y Sistemas), [CONEIS](mailto:CONEIS) (Congreso Nacional de Estudiantes de Ing. de Sistemas), CONEIC (Congreso Nacional de Estudiantes de Ing. Civil). La conexión a internet es aceptable (4 MB). La interconexión entre las dependencias es casi total. La UDEP estimula a sus alumnos y egresados a formar empresas rentables. Por ello ha creado IncubaUdeP, que brinda los servicios de asesoría técnica y de negocios permanente así como capacitación, acceso a infraestructura y servicios, acceso a fuentes de financiamiento y facilidades para establecer clientes potenciales.

**Recursos financieros disponibles.** Propios (pensiones y servicios para empresas) y provenientes de la cooperación internacional (ver producción científica).

Estudios de postgrado existentes y evaluación de su calidad y desempeño. En el año 2002 se creó la Maestría en Ing. Civil.

Laboratorios e institutos de investigación. Laboratorio de Estructuras y Ensayo de Materiales, Laboratorio de Electrónica y Sistemas de Control, Laboratorio de Energía, Laboratorio de Metalotecnia y Corrosión, Laboratorio de Electrotécnia, Laboratorio de Tecnología Mecánica, Instituto de Hidráulica, Hidrología e Ingeniería Sanitaria (IHHS).

El IHHS fue creado en 1984, en respuesta a las necesidades y potencialidades de la región. La Cooperación Técnica Alemana (GTZ) jugó un papel importante en su creación y desarrollo inicial, tanto en la construcción civil, como en el equipamiento y la formación científica del primer grupo de profesionales que en él trabajan. El IHHS ha orientando su acción a la investigación básica y aplicada en las áreas de Hidráulica, Hidrología, Ingeniería Sanitaria, Medio Ambiente, Modelación Numérica en Hidráulica y Reforestación.

Redes de investigación: Alfa, CITED

Bibliotecas. La Biblioteca Central ofrece los siguientes servicios: consulta a bases de datos, préstamos a domicilio, hemeroteca, sala de referencia, consulta en sala, sala de manuales, una sala para investigadores y docentes y el servicio de copias. La base de datos en línea EBSCO ofrece información a texto completo, imágenes y gráficos de 5 000 títulos de revistas especializadas en diversas disciplinas, incluyendo el área temática de ingeniería; mapas y CD-ROM. La Biblioteca Central cuenta, además, con bibliotecas periféricas especializadas (pequeñas colecciones de libros y revistas para profesores y alumnos) en los laboratorios o en las diversas áreas departamentales.

Publicaciones. Ninguna publicación en el área temática Ingeniería.

Centros de producción. Los servicios para empresas se realizan empleando los laboratorios de la UDEP. El Lab. de Metalotecnia ofrece servicios de análisis y de consultoría e inspección. El Laboratorio de Química ofrece análisis físicos, químicos y microbiológicos, control de calidad. El Centro de Idiomas también es una fuente de ingresos. La Escuela Tecnológica Superior de la UDEP inició sus actividades en 1993. Ofrece las carreras (de 3 años de duración) de Análisis de Sistemas, de Electrónica orientada a Telecomunicaciones. Gracias a los Gobiernos Vasco y de Navarra, la Escuela cuenta desde 1998 con un moderno edificio dentro del campus de la UDEP. Asimismo, mediante un proyecto de cooperación internacional con el Gobierno Italiano, se están implementando los laboratorios de telecomunicaciones. También se instalarán módulos de laboratorio para centrales telefónicas con el apoyo de Telefónica del Perú.

#### UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES (UPLA)

Visité la Universidad, pero no mostraron interés en dar información. Por lo que pude apreciar, la UPLA posee infraestructura de CyT muy pobre con relación al área temática Ingeniería.

#### UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO (UPAO)

Organización de la investigación. La Fac. de Ingeniería desarrolla sus propios proyectos de ingeniería (Civil y Electrónica).

Líneas de investigación. En Ing. Civil: construcciones, hidráulica, estructuras, transporte, geotecnia. En Ing. electrónica: control, telecomunicaciones (redes, radiocomunicación), procesamiento digital.

Grupos de investigación. No se reportaron.

Producción científica. No se reportó.

Formación de investigadores jóvenes. Ofrece las carreras de Ing. Civil e Ing. Electrónica. Se realiza investigación a nivel de antegrado vía pocos proyectos tecnológicos apoyados por la universidad. Sus proyectos participan en concursos estudiantiles de proyectos tales como CONEIMERA (Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Ramas Afines), INTERCON (Congreso Internacional de Electricidad, Electrónica y Sistemas). La conexión a internet es algo lenta. La UPAO posee una intranet.

Recursos financieros disponibles. Propios fundamentalmente (pensiones y servicios para empresas).

Estudios de postgrado existentes y evaluación de su calidad y desempeño. No hay postgrado en el área temática Ingeniería.

Laboratorios e institutos de investigación. Lab. de Resistencia de Materiales, Lab. de Hidráulica, lab. de Pavimentos y Transporte, Lab. de Mecánica de Suelos, Lab. de Control, Lab. de Telecomunicaciones, Lab. de Sistemas Digitales, Lab. de Tecnología Electrónica.

Redes de investigación. No se reportaron.

Bibliotecas. La Fac. de Ing. posee dos bibliotecas pequeñas especializadas, una en Ing. Civil y otra en Ing. Electrónica. La UPAO posee una biblioteca que llaman virtual. Esta es la base de datos en línea EBSCO, que ofrece información a texto completo, imágenes y gráficos de 5 000 títulos de revistas especializadas en diversas disciplinas, incluyendo el área temática Ingeniería.

Publicaciones. Ninguna publicación en el área temática Ingeniería.

Centros de producción. Los servicios para empresas son muy reducidos. Se realizan empleando los laboratorios de la UPAO. Poseen un Centro de Idiomas, un Centro de Desarrollo para Multimedia y una Central Internet.

## A5.2 INSTITUTOS Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN

### COMISIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO AEROESPACIAL (CONIDA)

La Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Espacial (CONIDA) pertenece al sector Ministerio de Defensa. Fue creada el 11 de junio de 1974 mediante DL 20643. Su sede se ubica en Felipe Villarán N° 1069, San Isidro, Lima, Telefax 4419081. Web: [www.conida.gob.pe](http://www.conida.gob.pe). La misión de CONIDA es planear, organizar, dirigir, coordinar, promover, orientar y ejecutar las actividades relacionadas con la investigación y el desarrollo aeroespacial con fines de desarrollo nacional y su extensión a la defensa. Funcionarios de contacto: Ing. Miguel Vidal Valdivieso [mvidal@conida.gob.pe](mailto:mvidal@conida.gob.pe) (Director de Investigación y Operaciones), Ing. Jorge Pacheco Linares [jrpl@conida.gob.pe](mailto:jrpl@conida.gob.pe) (Director de Capacitación).

El Congreso de la República ha promulgado la Ley 2855, Ley Orgánica del Ministerio de Defensa, con la que CONIDA deja de ser un Organismo Público Descentralizado y se convierte en una Unidad Ejecutora de este Ministerio, adscrita a la Fuerza Aérea.

Organización de la investigación. Las líneas de investigación de CONIDA (ver líneas de investigación) están relacionadas con su misión. Sus investigaciones las realiza en su sede institucional. Experimentos con coherencia son realizados en los campos de experimentación del Ministerio de Defensa.

Líneas de investigación. Percepción remota, coherencia, estudios espaciales.

El Proyecto Percepción Remota (Conidasat) está dirigido a desarrollar la Ingeniería Aeroespacial en el Perú. En el futuro, y con la ayuda internacional, se espera concretar Conidasat (lanzar un satélite al espacio para la observación diaria del territorio nacional). Mientras tanto, se están realizando algunos estudios importantes relacionados a los componentes de los satélites, como son la rueda de reacción (rueda inercial), el magnetopar, instrumentos ópticos, etc. Las aplicaciones de la percepción remota son múltiples: observación del medio ambiente, de los bosques y de las cuencas marítimas; inventario y optimización de la agricultura; desarrollo de la cartografía; observación de la contaminación ambiental; desarrollo de infraestructuras (carreteras, autopistas, vías férreas, canalización de las tuberías de agua, teléfono celular, oleoductos). Actualmente tienen un acercamiento con la Agencia Rusa de Aviación y del Espacio con relación al proyecto Conidasat.

Con relación a la coherencia se realizan trabajos de investigación y desarrollo en el área de la tecnología de coherencia, para la concepción y desarrollo de cohetes de pequeña y mediana envergadura. Ya se han ejecutado proyectos de investigación y desarrollo de pequeños cohetes con alcances de 2 km, 4 km, 8 km, y en la actualidad se está concretando uno con alcance de 20 km.

El Centro Nacional de Estudios Espaciales (CNEE) fue creado por Resolución Directoral Nº 015-95-PD, el 29 de mayo de 1995, con el objetivo de ejecutar el programa académico de la Dirección General de Capacitación. Los cursos del programa académico del CNEE están diseñados para capacitar profesionales en el uso de Técnicas Espaciales en Teledetección y en Sistemas de Propulsión.

Grupos de investigación. Referenciados con sus líneas de investigación.

Producción científica. No se reportó.

Formación de investigadores jóvenes. Ofrece oportunidades de prácticas vacacionales y asesoramiento para realizar tesis de pregrado y postgrado.

Recursos financieros disponibles. El presupuesto asignado a CONIDA viene del Presupuesto Nacional de la República y es de aproximadamente S/. 3 000 000 anuales, de los cuales un 60 % es asignado a proyectos de investigación. Los sueldos de los profesionales en CONIDA fluctúan entre 1 500 y 2 200 nuevos soles.

Estudios de postgrado existentes y evaluación de su calidad y desempeño. Se concretó la Maestría en Ingeniería Aeronáutica con mención en Vehículos No Tripulados en convenio con la UNI. La primera promoción terminó el año anterior. CONIDA ha firmado un Convenio de Cooperación Científica, Tecnológica y Educativa con la Universidad Tecnológica Aeroespacial de Moscú (MATI) para formar especialistas, maestros y doctores en ciencias.

Laboratorios e infraestructura tecnológica. Por la naturaleza de su misión, el equipamiento es fundamentalmente del tipo informático. Trabajan con la industria nacional cuando se trata de armar los cohetes.

Redes de investigación. No se reportaron.

Biblioteca. Especializada, de acuerdo a su misión.

Publicaciones. Del tipo proyectos técnicos. No se reportaron publicaciones científicas.

Centros de producción. Principalmente el Centro Nacional de Estudios Espaciales (CNEE).

#### INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ (IGP)

El IGP pertenece al sector educación. Su dirección es calle Calatrava N° 216. Urb. Camino Real, Lima, Telefax 436-8437. Web: [www.igp.gob.pe](http://www.igp.gob.pe). Funcionarios de contacto: Dr. Ronald Woodman Pollitt (Presidente Ejecutivo), Dr. Hernán Montes Ugarte (Director Técnico). El IGP es una institución dedicada a la investigación científica en las áreas de la geofísica, tanto en lo que concierne al interior de la Tierra como al océano y atmósfera que la rodean. Asimismo, se dedica a la capacitación de estudiantes universitarios a través de sus programas de investigación.

**Organización de la investigación.** Las líneas de investigación del IGP (ver líneas de investigación) están relacionadas con su misión.

**Líneas de investigación.** Están relacionadas con sus programas de investigación. Estos programas son:

*Aeronomía (Alta Atmósfera y Ionosfera Ecuatorial Geomagnética).* Se vienen realizando investigaciones sobre este campo, que incluyen procesamiento y análisis de datos geofísicos para conocer nuestra alta atmósfera en los aspectos: irregularidades ionosféricas (F dispersa y electrochorro ecuatorial); variaciones de los vientos atmosféricos en altura; estudio de condiciones anómalas de radiopropagación en la costa peruana en frecuencia VHF; estado de la ionosfera y exosfera; estructura de las irregularidades ionosféricas mediante el análisis de micropulsaciones geomagnéticas; operación del radar de la Antártida (operación y estudio comparativo de los ecos provenientes de la mesosfera polar); astronomía educativa.

*Gravimetría.* El Instituto Geofísico del Perú es el órgano oficial de la geofísica del Estado Peruano. Dentro de la disciplina de gravimetría, el IGP ha hecho observaciones gravimétricas desde 1958 a la fecha en todo el territorio nacional. El IGP provee información sobre estaciones establecidas en el territorio nacional. El IGP cuenta con un banco de datos de aproximadamente 8 000 estaciones gravimétricas establecidas a lo largo de las principales vías de comunicación. También hace observaciones de gravedad a solicitud de los usuarios, monitorea la variación de la gravedad en puntos que se le solicite, ofrece conferencias científicas y técnicas sobre gravedad terrestre y apoya tesis de grados profesionales y de postgrado en física y geofísica. Los proyectos de gravimetría en progreso son: preparación del catálogo gravimétrico del Perú; determinación del espesor de la corteza terrestre en el territorio peruano.

*Magnetismo.* Una de las actividades más importantes del Instituto Geofísico del Perú son las mediciones del campo geomagnético. Esta actividad se inició en 1922 en el Observatorio de Huancayo y continúa hasta la fecha. Esta actividad está enmarcada dentro del área de investigación de Procesos Internos de la Tierra. Actualmente se realizan observaciones en el Observatorio de Huancayo y en la Estación Satelital de Ancón. En julio de 1997, gracias a un convenio entre el IGP y la Universidad de Tokyo, se instaló una moderna estación geomagnética de última generación; registrando conjuntamente con la estación geomagnética tradicional. Adicionalmente, existen 3 estaciones geomagnéticas de registro continuo: en San Vicente de Cañete, Guadalupe y Ancón, a través de un convenio de cooperación con la Universidad de Kiyushu de Japón.

El IGP suministra información sobre declinación magnética al público en general para cualquier punto del territorio nacional, en particular, a la comunidad minera, en observancia de lo dispuesto por el D.S. N° 40-94-EM. Para atender este servicio, el IGP cuenta con un banco de datos desde fines de siglo XIX a la fecha. También hace observaciones del campo magnético a solicitud de los usuarios, particularmente en la determinación de las anomalías locales de declinación magnética. Asimismo, monitorea periódicamente la variación del campo geomagnético en el territorio nacional con observaciones en puntos no perturbados por anomalías magnéticas locales. Tareas de capacitación y difusión: ofrece conferencias científicas y técnicas sobre las características del campo geomagnético, y apoya tesis de grados profesionales y de postgrado a estudiantes de las universidades nacionales de física o geofísica.

Centro de Predicción Numérica del Tiempo y Clima (CPNTC). El CPNTC es un área del IGP creada con la colaboración del Ministerio de Agricultura. El propósito de su creación fue aplicar los avances científicos y tecnológicos en la predicción del estado del tiempo y del clima, y con ello ayudar a resolver los problemas de planificación económica y desarrollo sostenible. El 23 de marzo de 1998 se puso operativo el modelo numérico MM5 para el pronóstico del tiempo. Con este hecho, la meteorología en el Perú dio un salto en su historia, poniéndose el Perú a la vanguardia de los países latinoamericanos, junto con Brasil. El CPNTC se ha convertido en un proyecto multiinstitucional con la participación de la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), del Instituto del Mar del Perú (IMARPE), del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y del Instituto Geofísico del Perú (IGP). Proyecto que es financiado por el Banco Mundial con la finalidad de estudiar y monitorear el fenómeno El Niño, para mitigar los efectos negativos que la ocurrencia de este evento genera en el Perú.

Las principales actividades del CPNTC son: seguimiento de las condiciones del tiempo a nivel nacional y regional; predicción del tiempo con 60 horas de anticipación utilizando el modelo MM5; elaboración de boletines del tiempo diarios, además de pronósticos regionales y para algunas ciudades del Perú; interpretación de imágenes satelitales; seguimiento de las condiciones climáticas a nivel nacional, regional y global; elaboración de boletines climáticos mensuales; consultas de los diversos usuarios a nivel nacional e internacional sobre las condiciones del tiempo en el Perú; validación del modelo MM5; investigación sobre procesos oceánicos y atmosféricos en el territorio peruano.

Los proyectos de investigación a corto plazo son: mejorar los pronósticos del modelo MM5, a través de estudios de los efectos de topografía, de condición inicial y de condición de frontera; validación y cálculo de errores con datos observados en superficie; validación de la precipitación pronosticada por el modelo MM5 versus precipitación estimada por el satélite GOES-8; calcular la habilidad del modelo MM5, en base a los datos del campo inicial; estudio de los métodos de parametrización de los procesos de convección y radiación, para mejorar los pronósticos de temperatura y precipitación; asimilación de datos observados; aplicación del Sistema de Información Geográfica (SIG) para elaborar mapas de alerta en base a pronósticos del MM5.

Los proyectos de investigación a mediano plazo son: implementación de un modelo oceánico; implementación de un modelo atmosférico para el pronóstico del clima; implementación de un modelo para el pronóstico de olas; aplicación del SIG en la elaboración de mapas de riesgos climáticos para la agricultura; análisis espacial de las variables climáticas usando el SIG.

*Sismología.* En el aspecto vigilancia de la actividad sísmica, el IGP es la entidad oficial del Estado Peruano. Tiene una Red Sísmica Nacional para la detección y localización de eventos sísmicos con magnitudes mayores de 4,4 Ms en todo el territorio nacional, y redes locales dedicadas a fenómenos especiales como el monitoreo de la actividad de los volcanes activos, vigilancia de actividad sísmica inducida por reservorios de agua, vigilancia de la estabilidad de taludes.

En relación con los servicios a la sociedad y entidades gubernamentales y privadas: localiza y reporta al Sistema de Defensa Civil y a los medios de comunicación los sismos sensibles ocurridos en el territorio nacional; emite los certificados oficiales y legales; a los usuarios solicitantes, sobre la severidad de sacudimiento causado por los sismos sensibles; evalúa el peligro sísmico potencial regional y local para obras de ingeniería y planes de desarrollo; hace estudios especiales de ingeniería sismológica y de prospección; evalúa la condición sísmica de un sitio requerida por el Ministerio de Energía y Minas.

El IGP emite boletines de eventos sensibles, boletines mensuales de eventos sensibles, catálogos sísmicos instrumentales de los sismos detectados instrumentalmente y localizados, catálogos de intensidades macrosísmicas de sismos sensibles y destructores, e informes sobre eventos sísmicos especiales. Asimismo ofrece conferencias técnicas y científicas sobre sismología y el medio ambiente sísmico del país; atiende visitas de estudiantes y público en general, ofrece cursos de difusión sismológica, y da asesoramiento técnico y científico sobre sismología.

*Tectonofísica.* El IGP, dentro de la disciplina de tectonofísica, ha hecho observaciones sobre deformación de la corteza terrestre desde 1958 a la fecha en todo el territorio nacional, con fines de predicción sísmica. Sin embargo, en los últimos años, debido a la disponibilidad de equipos de Posicionamiento Global Satelital (GPS), se está apoyando al catastro minero. En este sentido, provee información sobre estaciones con posicionamiento satelital de alta precisión establecidas en el territorio nacional.

*Proyectos cooperativos y datos sobre deformación cortical.* Universidad de Kyoto, Japón: datos de la red de extensómetros en el departamento de Ica desde 1968; California Technological Institute: datos del extensómetro de Ñaña desde 1958 a 1970, aproximadamente; Institución Carnegie de Washington: red de dilatómetros de los departamentos de Lima, Ica y Huancavelica, desde 1987; NASA e Instituciones Americanas: red de puntos de control geodésico satelital en el territorio nacional, desde 1994.

*Proyectos de investigación:* determinación de posiciones absolutas de una red de GPS de primer orden; determinación de las velocidades de deformación de la corteza terrestre en el territorio nacional; determinación de las deformaciones seculares de la corteza terrestre en el territorio nacional.

Acerca de capacitación y difusión de información, ofrece conferencias científicas y técnicas sobre deformación geodésica terrestre. Apoya tesis de grado profesionales y de postgrado en física, geofísica y tectonofísica.

*Vulcanología.* Estudios del volcán Ubinas al sur del país.

*Investigadores.* Dr. Ronald F. Woodman Pollit ( Radio Observatorio de Jicamarca), Dr. Hernán Montes Ugarte, Dr. Mutsumi Ishitsuka (Observatorio de Ancón ), Dr. Pablo Lagos, Dr. Leonidas Ocola, MSc. Edmundo Norabuena, Dr. Orlando Macedo (Oficina Regional de Cayma-Arequipa), Dr. Jorge Chau ( Radio Observatorio de Jicamarca ), Dr. Hernando Tavera.

*Grupos de investigación.* Referenciados con sus líneas de investigación.

Producción científica. No se reportó.

Formación de investigadores jóvenes. Ofrece oportunidades de prácticas vacacionales y asesoramiento para realizar tesis de antegrado y postgrado.

Recursos financieros disponibles. Los recursos provienen del Estado para desarrollar sus proyectos, a excepción del proyecto de aeronomía, el cual es financiado por la National Science Foundation, a través de la Universidad de Cornell de USA. La Universidad de Cornell, así como otras instituciones en el mundo, son usuarias de las instalaciones del IGP relacionadas con aeronomía.

Estudios de postgrado existentes y evaluación de su calidad y desempeño. Ninguno.

Sí es importante recalcar, sin embargo, que el IGP brinda facilidades para realizar tesis de antegrado y de maestría en sus instalaciones.

Laboratorios e infraestructura tecnológica. Los laboratorios y centros de detección están adscritos a los proyectos que desarrolla el IGP. Ver líneas de investigación.

Redes de investigación. No se reportaron.

Biblioteca. Especializada, de acuerdo a su misión.

Publicaciones. La lista de publicaciones se puede leer en el sitio <http://www.igp.gob.pe/publica.htm>.

Centros de producción. Desarrolla diversos proyectos y proporciona información procesada relacionada con sus líneas de investigación.

#### INSTITUTO PERUANO DE ENERGÍA NUCLEAR (IPEN)

El IPEN pertenece al sector del Ministerio de Energía y Minas. Se ubica en la Av. Canadá 1740, San Borja, Lima. La misión del IPEN es promover y difundir las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear en beneficio del desarrollo nacional y bienestar de la población, así como normar y supervisar el adecuado uso de estas aplicaciones. Los funcionarios principales son: Dr. Modesto Montoya Zavaleta (Presidente, [montoya@ipen.gob.pe](mailto:montoya@ipen.gob.pe)), Dr. Aurelio Arbildo López (Director Ejecutivo, [arbildo@ipen.gob.pe](mailto:arbildo@ipen.gob.pe)), Ing. Julio Romani (Secretario General, [cromani@ipen.gob.pe](mailto:cromani@ipen.gob.pe)).

Como la autoridad en energía nuclear del Perú, el IPEN ejerce las funciones de regulación y control del uso seguro de las fuentes de radiaciones ionizantes a nivel nacional, de conformidad con el mandato gubernamental expresado en su Decreto Ley 21875. Las tareas específicas se refieren a la emisión de autorizaciones para el uso de fuentes de radiaciones, la preparación y emisión de reglamentos y normas sobre seguridad radiológica y nuclear, y a la ejecución de inspecciones de fiscalización.

Organización de la investigación. Las líneas de investigación del IPEN (ver líneas de investigación) están orientadas a las aplicaciones de la energía nuclear. Sus investigaciones las realiza en su infraestructura tecnológica (ver laboratorios e infraestructura tecnológica).

Líneas de investigación. Las líneas de investigación del IPEN están orientadas a las siguientes aplicaciones nucleares: medicina nuclear (a través del Centro de Energía Nuclear), irradiación de alimentos, aplicaciones industriales, monitoreo de trazadores, ensayos no destructivos, e hidrología isotópica.

El Centro de Medicina Nuclear, unidad orgánica del IPEN, opera desde 1983, y desde 1991 sus actividades principales son asistenciales, docentes y de investigación, dando servicios de diagnóstico y tratamiento a pacientes del INEN (Instituto Nacional de Enfermedades

Neoplásicas) y de otros hospitales del sector salud, tanto de Lima como de provincias. Se utilizan los radioisótopos y radiofármacos producidos en la Planta de Producción del Centro Nuclear, los que se aplican en los pacientes conforme a las normas de control de calidad.

La irradiación de alimentos es un proceso físico de tratamiento de alimentos comparable con la pasteurización por calor, el enlatado o el congelado. El proceso consiste en la exposición del alimento, ya sea empacado o a granel, a uno de los tres tipos de energía ionizante: rayos gamma, aceleradores de electrones o rayos X. Este proceso es realizado en una sala o cámara especial por un tiempo determinado. La fuente más comúnmente utilizada, para la emisión de rayos gamma es el radioisótopo de cobalto 60. El alimento tratado con cobalto 60 se trabaja en la Planta de Irradiación Multiuso (ubicada en la Av. Huaycara s/n a la altura del kilómetro 3,5 de la Carretera Central en el distrito de Santa Anita), la cual viene operando desde el año 1996. Los principales beneficios que brinda esta tecnología para que los productos se conserven por un mayor tiempo son: la inhibición de brotes en bulbos y tubérculos; la desinfección en alimentos eliminándoles la salmonela y otras bacterias patógenas, la desinfestación principalmente en granos y cereales eliminándoles insectos y parásitos, y la esterilización para el tratamiento final de los productos de uso médico.

*Aplicaciones industriales.* Los radioisótopos producidos en el IPEN se pueden utilizar tanto en la forma de trazadores como en la forma de fuentes selladas de radiación, constituyendo medidores nucleónicos y equipos de inspección industrial. Los trazadores son sustancias naturales ambientales o artificiales que se encuentran o se incorporan, según sea el caso, a un proceso en estudio, brindando valiosa información sobre el comportamiento de dicho sistema mediante el monitoreo o medida de su concentración o presencia en una o más partes del mismo. Los radiotrazadores son sustancias químicas que emiten radiactividad, lo que permite detectar su difusión en cualquier medio o sistema. Esta peculiaridad contribuye a determinar diversos parámetros de operación propios de las industrias de procesos. Un radiotrazador se incorpora en pequeñas cantidades, en materias involucradas en los procesos industriales para detectar su movimiento, con lo cual se deduce el comportamiento dinámico del material en estudio.

En la industria nacional se han utilizado radioisótopos como radiotrazadores para resolver problemas de: balances de masa en celdas electrolíticas; determinación de eficiencias de mezcla y homogeneización; determinación de parámetros de transporte de flujo líquido, material sólido o de material en fases líquida y sólida; determinación de fugas y filtraciones en ductos, canales y túneles de conducción de agua; evaluación de las unidades de tratamiento de aguas y agua potable; estudios de sedimentología en aguas industriales y domésticas; determinación de los coeficientes de dispersión de contaminantes en aguas superficiales y mar; evaluación y optimización de procesos industriales; modelado matemático de procesos; detección de niveles e interfases de recipientes, inspección de columnas de destilación por medio del establecimiento de perfiles gamma de densidad durante la operación, determinación de densidades de lodos y concentrados de minerales; establecimiento de las leyes de minerales en tiempo real.

Los ensayos no destructivos permiten evaluar las características o propiedades mecánicas de diversas piezas metálicas y no metálicas, sin dañar o destruir la muestra. Para esta labor el IPEN aplica las siguientes técnicas: líquidos penetrantes, ultrasonido, partículas magnéticas, rayos X, gammagrafía industrial, corrientes inducidas. La radiografía industrial se aplica en inspección de defectos en cordones y uniones soldadas de construcciones navales, de

recipientes a presión, de centrales hidroeléctricas, de equipos de la industria minera, entre otros.

En hidrología isotópica se trabaja aprovechando la presencia de trazas de isótopos de hidrógeno y oxígeno en las moléculas de agua (deuterio, tritio y oxígeno-18 principalmente). Como el fraccionamiento de estas trazas es función de los cambios de fase del agua durante el ciclo hidrológico, es posible monitorear el movimiento de aguas a escala regional. Asimismo, la introducción de trazadores radiactivos y no radiactivos permite seguir el movimiento y dispersión de las aguas a escala local. Los problemas resueltos con estas técnicas en el país, se relacionan con determinaciones del origen y edad de las aguas, de las distribuciones e interconexiones entre acuíferos, con estudios de dinámica de reservorios, con la determinación de fugas e infiltraciones a través de formaciones naturales y de presas y embalses, con la determinación de velocidades y direcciones de flujo de aguas subterráneas, y con descarga de ríos y transporte de sedimentos, entre otros. El IPEN inició en 1996 la evaluación de radiactividad ambiental en el área que ocupa el Perú en el continente antártico.

**Grupos de investigación.** Se forman atendiendo a sus líneas de investigación.

**Producción científica.** Los proyectos en ejecución en el bienio 2001-2002 con la asistencia del OIEA son: Desarrollo de Recursos Humanos y Apoyo a la Tecnología Nuclear (PER/0/021); Mejoramiento de un Laboratorio de Patrones Dosimétricos Secundarios (PER/1/013); Técnicas Nucleares para Análisis y Preservación de Materiales Arqueológicos (PER/2/014); Automatización y Control de Calidad de la Producción de Radioisótopos (PER/4/022); Radioesterilización de Alimentos Precocidos para Dietas Hospitalarias (PER/5/026); Análisis de Seguridad para un Repositorio de Desechos Radiactivos de Nivel Bajo e Intermedio (PER/9/023).

Como la autoridad en energía nuclear del Perú, El IPEN está participando en dos proyectos regionales: "Directrices para el Control de Fuentes de Radiación ARCAL XX", cuyo objetivo es la preparación de guías y documentos reguladores con miras a conseguir una estandarización regional en cuanto al control de las fuentes de radiación ionizante, e "Implementación de Normas Básicas de Seguridad en Hospitales de Referencia ARCAL XLIX", cuyo objetivo es implementar las Normas Básicas de Seguridad (NBS) del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) en hospitales de referencia seleccionados de la región latinoamericana.

**Formación de investigadores jóvenes.** El IPEN recibe practicantes y estudiantes de antegrado y de postgrado para que puedan usar en forma supervisada sus instalaciones a fin de realizar sus tesis de titulación profesional y de maestría, no solamente en el área de energía nuclear, sino también en ramas afines. En este sentido colabora eficientemente en la formación de investigadores jóvenes.

Por otro lado, el IPEN cuenta con el Centro Superior de Estudios Nucleares (CSEN), creado el 4 de febrero de 1975 mediante el Decreto Ley No. 21094. El CSEN está encargado de promover, dirigir y ejecutar programas académicos en coordinación con instituciones educativas públicas y privadas, y tiene entre sus funciones programar, proponer y ejecutar cursos, seminarios, conferencias y otros eventos encaminados a la difusión de la ciencia y tecnología nucleares.

Se brinda especial atención a la capacitación de las personas que trabajan directamente con radiaciones ionizantes en la industria, medicina e investigación (rayos X o material radiactivo), a fin de que puedan contar con los conocimientos necesarios en protección y

seguridad radiológica y adquieran la Licencia Individual exigida por el Reglamento de Seguridad Radiológica vigente (Decreto Supremo 009-97-EM), para lo cual se organizan cursos de seguridad y protección radiológica.

**Recursos financieros disponibles.** Las actividades del IPEN son financiadas por el Estado, y en parte vía la cooperación técnica internacional. Tal cooperación procede de fuentes externas tanto de carácter bilateral como multilateral y se da a través de servicios de expertos y/o consultores internacionales; provisión de equipamiento, materiales de laboratorio, publicaciones, patentes y el otorgamiento de becas de capacitación y/o participación en programas de entrenamiento o visitas científicas.

En el plano bilateral se tiene el Fondo Argentino de Cooperación Internacional, el Laboratorio Nacional de los Alamos de los Estados Unidos de América, la Agencia Brasileira de Cooperación Internacional y otras entidades similares al IPEN. En el plano multilateral, el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), cuya asistencia técnica ha permitido la ejecución de 115 proyectos en campos como la seguridad nuclear, medicina nuclear, geología del uranio, aplicaciones industriales, aplicaciones agrícolas, salud y reproducción animal, etc.

**Estudios de postgrado existentes y evaluación de su calidad y desempeño.** El Instituto Peruano de Energía Nuclear y la Universidad Nacional de Ingeniería realizaron el I Programa Nacional Conjunto de "MAESTRÍA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN ENERGÍA NUCLEAR 2002-2003" para formar profesionales altamente capacitados con la finalidad de que puedan aplicar las técnicas que utilizan radiaciones ionizantes en los sectores productivos y de servicios del país, así como también especialistas en seguridad radiológica, a fin de que puedan desempeñarse eficientemente en los aspectos de control, supervisión y desarrollo de técnicas de servicios en seguridad radiológica.

**Laboratorios e infraestructura tecnológica.** Para el cumplimiento de sus funciones el IPEN cuenta con las instalaciones siguientes: Sede Central, Centro Nuclear RACSO, Centro de Medicina Nuclear, y una Planta de Irradiación Multiuso. El 19 de diciembre de 1988, el IPEN inicia la operación del Centro Nuclear RACSO ubicado en Huarangal. Este Centro dispone de un Reactor Nuclear de Potencia de 10 MW, otro de potencia 0 MW, una Planta de Producción de Radioisótopos (PPR), un Centro Nacional de Protección Radiológica (ver Seguridad Radiológica), Laboratorios de Desarrollo e Investigación y una Planta de Desechos Radiactivos Sólidos y Líquidos.

**Reactor RP10.** Es un reactor nuclear tipo piscina con una potencia térmica de 10 MW, generada por un núcleo conformado por elementos combustibles tipo MTR (Material Testing Reactor) de  $U_3O_8$ -Al, enriquecidos al 20 % en U-235. El reactor RP10 viene siendo utilizado principalmente para desarrollo e investigación y para producción de radioisótopos.

**Reactor RP0.** Es un reactor nuclear tipo piscina, que utiliza elementos combustibles similares a los utilizados en el Reactor Nuclear RP-10. El Reactor RP-0 es una facilidad crítica del RP-10, tiene una potencia de 1 Watt, pudiendo operar también a una potencia de 10 Watt; el flujo neutrónico correspondiente es de  $1,1 \times 10^7$  n/cm<sup>2</sup>.s. La versatilidad del núcleo del RP-0 permite hacer estudios y mediciones en un espectro muy amplio del área de reactores, tales como mediciones de flujo neutrónico, reactividad, parámetros cinéticos del reactor, etc. En cuanto a la investigación, abarca todas las áreas de la energía nuclear, especialmente para poner a punto o estandarizar nuevas técnicas de las aplicaciones nucleares.

*Planta de producción de radioisótopos.* Está equipada con celdas blindadas, campanas radioquímicas, cajas de guantes, equipos nucleares, instrumentos y otras facilidades para la investigación, desarrollo, producción y controles de moléculas marcadas y agentes de radiodiagnóstico.

La producción de radioisótopos primarios, moléculas marcadas y agentes de radiodiagnóstico para tecnecio 99 M es uno de los logros más importantes obtenidos por el IPEN en la última década. Esto ha permitido importantes logros en el campo de las aplicaciones nucleares: Medicina, Biología, Agricultura, Industria, Minería, Petróleo, Metalurgia, Medio Ambiente e Hidrología.

*Planta de gestión de residuos radiactivos.* Está concebida como una instalación centralizada para realizar la gestión de los residuos radiactivos generados a nivel nacional. Su finalidad es realizar la gestión segura de los residuos radiactivos resultantes de las aplicaciones nucleares en nuestro país, de forma tal que no se ponga en riesgo la salud de la población y que tampoco se produzca un impacto inaceptable sobre el medio ambiente. Cuenta con las siguientes unidades de procesamiento: una prensa para compactación de residuos sólidos, una planta de precipitación de efluentes líquidos, una unidad de cementación para la solidificación de lodos y líquidos.

Los laboratorios de desarrollo e investigación son: Laboratorio de Tratamiento y Acondicionamiento de Muestras Ambientales; Laboratorio de Radiometría (Radiometría Gamma, Radiometría Beta); Laboratorio de Radioquímica Ambiental; Laboratorio de Calibraciones; Laboratorio de Dosimetría; Laboratorio de Análisis por Activación Neutrónica; Laboratorio de Análisis por Fluorescencia de Rayos X (XRF).

Para calibración y dosimetría cuentan con el Laboratorio Secundario de Calibración Dosimétrica (LSCD) de la Dirección General de Seguridad Radiológica del IPEN, la cual es la infraestructura tecnológica dentro del Perú que asegura que cualquier ciudadano puede tener confianza en las mediciones que se hacen como soporte a la investigación y desarrollo, producción, comercio, salud y seguridad en el campo del uso pacífico de la energía nuclear y de las radiaciones ionizantes.

*Redes de investigación.* El IPEN pertenece a la IAIA (The International Atomic Energy Agency). Esta agencia es el fórum intergubernamental centralizado del mundo para la cooperación técnica y científica en el campo nuclear.

*Bibliotecas.* Especializada, de acuerdo a su misión.

*Publicaciones.* *La Nucleoelectricidad* (trabajo presentado en la Tercera Exposición Internacional de Energía 2001), *Informe Radiactivo Ambiental* (presenta los resultados de los programas de vigilancia radiológica ambiental que ejecuta el Instituto Peruano de Energía Nuclear).

*Centros de producción y servicios.* El IPEN produce actualmente radiofármacos, radioisótopos, agentes de uso de radiodiagnóstico para marcación con tecnecio 99 M. También ofrece capacitación mediante su Centro Superior de Estudios Nucleares (CSEN), y servicios en ingeniería, en análisis químico, irradiación de productos médicos y alimentos, seguridad radiológica. La seguridad radiológica comprende los siguientes aspectos: control radiológico ambiental (para verificar que los límites de dosis estipulados en el Reglamento de Seguridad Radiológica, D. S. N° 009-97-EM, no sean excedidos); control biomédico; gestión de residuos radiactivos; emergencias radiológicas (basadas en el Reglamento de Seguridad Radiológica del 20 de mayo de 1997, que regula las intervenciones y las emergencias).

El control biomédico comprende el control médico radiosanitario, dosimetría de la contaminación interna, y citogenética y radiobiología. El control médico radiosanitario permite evaluar la salud del trabajador, asegurando la compatibilidad entre el estado de salud y las condiciones de trabajo; asimismo, permite obtener información de base necesaria en caso de enfermedad ocupacional o sobreexposición accidental. Sobre la citogenética y radiobiología, se realiza la dosimetría biológica a trabajadores y miembros del público por medio de análisis citogenéticos, basados en el análisis estructural de los cromosomas; también se está implementando una nueva técnica de dosimetría biológica llamada FISH (Hibridización In Situ con Fluorescencia), que permitirá estimar las dosis biológicas con mayor precisión.

## ANEXO 6

### RANKING DE PROGRAMAS DE MAESTRÍA EN EL ÁREA TEMÁTICA INGENIERÍA

El presente ranking de programas de maestría en el área temática Ingeniería ha sido elaborado atendiendo a las especialidades afines y en función de las capacidades tecnológicas.

#### Automatización de procesos

1. Universidad Nacional de Ingeniería (Fac. de Ing. Eléctrica y Electrónica): Maestría en Automática e Instrumentación.
2. Pontificia Universidad Católica del Perú: Maestría en Ingeniería de Control y Automatización.
3. Universidad Nacional de Ingeniería (Fac. de Ing. Química y Manufacturera): Maestría en Ingeniería de Procesos.

#### Ingeniería Civil y afines

1. Universidad Nacional de Ingeniería: Maestría en Ciencias con menciones en Ing. Estructural, Ing. Hidráulica, Ing. Geotécnica e Ing. de Transportes, M. en Tecnología de la Construcción, M. en Gestión y Administración de la Construcción.
2. Universidad Nacional de San Antonio Abad: M. en Ing. Civil con menciones en Recursos Hídricos y Medio Ambiente, Ing. Sísmica y Estructuras, Gerencia de la Construcción.
3. Pontificia Universidad Católica del Perú: Maestría en Ingeniería Civil.
4. Universidad Nacional de San Agustín: Maestría en Ing. Hidráulica y Ambiental.
5. Universidad de Piura, Maestría en Ingeniería Civil.
6. Universidad Nacional de Trujillo: Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos.
7. Universidad Nacional Federico Villarreal: Maestría en Gerencia de la Construcción Moderna.

#### Ingeniería Industrial

1. Universidad Nacional de Trujillo: Maestría en Ing. Industrial con mención en Gerencia de Operaciones, Maestría en Ing. Industrial con mención en Industria y Desarrollo ("Global Management").
2. Universidad Nacional de Ingeniería: M. en Ing. Industrial.

3. Universidad Nacional de San Agustín: Maestría en Gestión de la Producción.
4. Universidad de Lima: Maestría en Ing. Industrial.
5. Universidad de San Martín de Porres: Maestría en Ing. Industrial.
6. Universidad Privada Ricardo Palma: Maestría en Ing. Industrial.
7. Universidad Inca Garcilaso de la Vega: Maestría en Ing. Industrial.
8. Universidad Federico Villarreal: Maestría en Ing. Industrial con mención en Gestión de Operaciones y Productividad.

#### Ing. Química

1. Universidad Nacional de Trujillo: Maestría en Ing. Química, M. en Ing. Química Ambiental.
2. Universidad Nacional de Ingeniería: Maestría en Ing. Química.
3. Universidad Nacional Mayor de San Marcos: Maestría en Ing. Química.
4. Universidad Nacional del Callao: Maestría en Ing. Química.

#### Ing. Eléctrica

1. Universidad Nacional de Ingeniería: Maestría en Sistemas de Potencia.
2. Universidad Nacional de San Agustín: Maestría en Electricidad Industrial.

#### Ing. Mecánica

1. Pontificia Universidad Católica del Perú: Maestría en Ing. Mecánica.
2. Universidad Nacional de Ingeniería: Maestría en Diseño de Máquinas

#### Otros programas de maestría ofrecidos (no rankeados por ser únicos)

Universidad Nacional de Ingeniería: Maestría en Procesamiento de Señales, Maestría en Telemática, Maestría en Ing. Nuclear (convenio UNI-IPEN), Maestría en Energética, Maestría en Energética del Gas Natural, Maestría en Ing. Aeronáutica con mención en Motores de Turbina a Gas, Maestría en Ing. Aeronáutica con mención en Vehículos No Tripulados (convenio UNI-CONIDA).

Pontificia Universidad Católica del Perú: Maestría en Ing. Biomédica.

Universidad Nacional de San Agustín: Maestría en Motores de Combustión Interna.

## ANEXO 7

### FICHA DE ENLACE (PREGUNTAS PROPUESTAS POR JIM MULLIN)

#### Pregunta 1:

Teniendo en cuenta que el Programa de Ciencia y Tecnología se orienta a incentivar la innovación en empresas, principalmente aquellas que no estén realizando actualmente dichas actividades, proponga, para su campo de análisis, temas o proyectos específicos de innovación en empresas privadas y cuyo desarrollo tenga impactos importantes en la economía y el bienestar en el corto o mediano plazo (indique cinco).

Proyecto No.1: "Diseño e implementación de un sistema inteligente para seleccionar frutas atendiendo al peso, color, forma, dulzura, etc." Este proyecto consiste en automatizar electrónicamente una máquina seleccionadora de frutas empleando tecnología nacional. El producto terminado va a ser de menor costo que una máquina similar importada del extranjero. Empleando la tecnología desarrollada con este proyecto, es posible automatizar muchas máquinas agroindustriales. Ejecutor: Automatrónica E.I.R.L., calle los Laureles 107, Valle Hermoso, Santiago de Surco, Lima, tel.: (511) 2752493, [automatronica@terra.com.pe](mailto:automatronica@terra.com.pe). Página web: [www.automatronica.com](http://www.automatronica.com). Contacto: MSc. Javier Donayre Sánchez, cel.: 99335599. Cliente: Industrias del Envase S.A. Contacto: Ing. José Arriola, tel.: (511) 5741150, [jariola@envase.com.pe](mailto:jariola@envase.com.pe).

Proyecto No. 2: "Producción de papel autocopiativo empleando tecnología nacional y a un costo más barato que el importado". Ejecutor: Automatrónica E.I.R.L., calle los Laureles 107, Valle Hermoso, Santiago de Surco, Lima, tel.: (511) 2752493, [automatronica@terra.com.pe](mailto:automatronica@terra.com.pe). Página web: [www.automatronica.com](http://www.automatronica.com). Contacto: MSc. Javier Donayre Sánchez, cel.: 99335599.

Proyecto No. 3: "Desarrollo de microcápsulas para obtener dosificación constante en el cuerpo humano de medicinas (cápsulas, pastillas, etc.) que se toman en forma oral". Ejecutor: Automatrónica E.I.R.L., calle Los Laureles 107, Valle Hermoso, Santiago de Surco, Lima, tel.: (511) 2752493, [automatronica@terra.com.pe](mailto:automatronica@terra.com.pe). Página web: [www.automatronica.com](http://www.automatronica.com). Contacto: MSc. Javier Donayre Sánchez, cel.: 99335599.

Proyecto No. 4: "Desarrollo de papel fax usando tecnología nacional y más barato que el importado". Ejecutor: Automatrónica E.I.R.L., calle Los Laureles 107, Valle Hermoso, Santiago de Surco, Lima, tel.: (511) 2752493, [automatronica@terra.com.pe](mailto:automatronica@terra.com.pe). Página web: [www.automatronica.com](http://www.automatronica.com). Contacto: MSc. Javier Donayre Sánchez, cel.: 99335599.

Proyecto No. 5: "Desarrollo de resinas fenólicas para la industria". Ejecutor: Automatrónica E.I.R.L., calle Los Laureles 107, Valle Hermoso, Santiago de Surco, Lima, tel.: (511) 2752493, [automatronica@terra.com.pe](mailto:automatronica@terra.com.pe). Página web: [www.automatronica.com](http://www.automatronica.com). Contacto: MSc. Javier Donayre Sánchez, cel.: 99335599.

Proyecto No. 6: "Diseño y construcción de un panel multimedia de grandes dimensiones (a manera de un aparato de TV inmenso) monitoreado con una PC". Ejecutor: Automatrónica E.I.R.L., calle Los Laureles 107, Valle Hermoso, Santiago de Surco, Lima, tel.: (511) 2752493, [automatronica@terra.com.pe](mailto:automatronica@terra.com.pe). Página web: [www.automatronica.com](http://www.automatronica.com). Contacto: MSc. Javier Donayre Sánchez, cel.: 99335599.

Proyecto No. 7: "Desarrollo de un sistema de control de espesores en tiempo real". Ejecutor: Automatrónica E.I.R.L., calle Los Laureles 107, Valle Hermoso, Santiago de Surco, Lima, tel.: (511) 2752493, [automatronica@terra.com.pe](mailto:automatronica@terra.com.pe). Página web: [www.automatronica.com](http://www.automatronica.com). Contacto: MSc. Javier Donayre Sánchez, cel.: 99335599.

Proyecto No. 8: "Automatización del sistema de cloración del agua en SEDAPAL (Servicio de Agua potable y Alcantarillado en Lima) para su descontaminación".

Otros proyectos se describen en la sección 6.2 de este informe.

#### Pregunta 2:

Así mismo, proponga, para su campo de análisis, temas de investigación y desarrollo científico y tecnológico en universidades y centros de investigación, cuyo desarrollo tenga impactos importantes en la economía y el bienestar en el corto o mediano plazo (indique cinco).

1. Diseño e implementación de un sistema para contar larvas empleando procesamiento de imágenes. Ejecutores: Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), Universidad Peruana Cayetano Heredia.
2. Construcción de invernaderos para la producción de productos agrícolas de alto valor agregado (ejemplo: producción de hongos especiales para combatir un tipo de cáncer).
3. Desarrollo de acelerógrafos para la prevención y mitigación de desastres. El país requiere de muchos de estos equipos, pero son muy caros. La idea es desarrollar acelerógrafos con un costo bastante menor que el original importado. Ejecutor: UNI.
4. Uso del biogás para obtener energía y fertilizantes, y de la energía solar para desarrollar cocinas parabólicas y refrigeradoras de absorción. Ejecutor: UNI con ONG EDEVI. Clientes: granjas, parroquias, municipalidades, etc. que no poseen energías convencionales.
5. Aplicación del gas natural comprimido para servicio automotor. Ejecutor: UNI.
6. Fabricación de viviendas antisísmicas de bajo costo.
7. Otras propuestas se describen en la sección 6.2 de este informe.

### Pregunta 3:

Proponga cinco personas o instituciones (peruanas o extranjeras) de reconocido prestigio a nivel internacional que, eventualmente, puedan participar como Jurado en la evaluación de proyectos de innovación, CYT, en su campo de análisis.

1. Jaime Guerra Montes de Oca, Ph.D., [jguerra@coes.org.pe](mailto:jguerra@coes.org.pe). Director de Operaciones del COES (Comité de Operación Económica del Sistema de Interconexión Eléctrica Peruano, Av. Camino Real 456, San Isidro, Lima). Tel. oficina: (511) 2218585, cel.: 99703096. Especialidad: temas relacionados con la Ing. Eléctrica y en particular con la operación económica del sistema de generación eléctrica peruano.
2. Dr. Guillermo Lira Cacho, [glira@uni.edu.pe](mailto:glira@uni.edu.pe). Director del Instituto General de Investigación de la UNI (Universidad Nacional de Ingeniería), Av. Túpac Amaru 210, Lima 25. Tel. oficina: (511) 4818395, casa: (511) 4825796. Especialidad: temas relacionados con la Ing. Mecánica y en particular con el aprovechamiento de energías y con los motores de combustión.
3. Dr. Jorge del Carpio Salinas, [jdelcarpio@uni.edu.pe](mailto:jdelcarpio@uni.edu.pe). Director del Instituto de Investigación de la Facultad de Ing. Eléctrica y Electrónica de la UNI, Av. Túpac Amaru 210, Lima 25. Tel. oficina: (511) 3813344, casa: (511) 2715235, cel.: (511) 7497027. Especialidad: temas relacionados con la Ing. Electrónica y en particular con el procesamiento digital de señales.
4. Dr. Ing. Carlos Alberto Zavala Toledo, [titozaval@yahoo.com](mailto:titozaval@yahoo.com). Investigador del Centro Peruano-Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres, Av. Túpac Amaru 210, Lima 25. Tel. oficina: (511) 4820777, telefax: (511) 4820790, casa: (511) 3650525. Especialidad: temas relacionados con la Ing. Civil.
5. Instituto Peruano de Energía Nuclear: Av. Canadá 1470, San Borja, Lima. Tel.: (511) 2248960, (511) 4885050, fax: (511) 2248991. Página web: [www.ipen.gob.pe](http://www.ipen.gob.pe). Contacto: Dr. Modesto Montoya Zavaleta, [mmontoya@ipen.gob.pe](mailto:mmontoya@ipen.gob.pe), Presidente del IPEN.
6. Instituto Geofísico del Perú, calle Calatrava 216, Urb. Camino Real, Lima. Telefax: (511) 4368487. Página web: [www.igp.gob.pe](http://www.igp.gob.pe). Contacto: Hernán Montes Ugarte, Ph.D. en Geofísica, [hmontes@geo.igp.gob.pe](mailto:hmontes@geo.igp.gob.pe). Tel. oficina: (511) 4379923, casa: (511) 4452307, cel.: (511) 99905993.

7. María del Rosario Sun Kou, Dra. en Química, docente de la Pontificia Universidad Católica y de la UNI. Tel. oficina: (511) 2259851 anexo 242, casa: (511) 4602870.

8. Carlos Sánchez Tarnawiecki, Dr. en Ing. Telemática, asesor de OSIPTEL, csanchez@concytec.gob.pe. Tel. casa: (511) 3481418, cel.: (511) 99098426.

## ANEXO 8

### RESUMEN DE LOS PROGRAMAS DE POSTGRADO EN EL ÁREA TEMÁTICA INGENIERÍA

Observación general. En los cuadros mostrados a continuación, *egresado* es aquel alumno que llevó todos los cursos correspondientes a su programa de postgrado, pero que *no* inició/concluyó su trabajo de tesis.

Cuadro 4: Programas de Maestría en la Pontificia Universidad Católica del Perú

Nombre del programa de Maestría	Alumnos ingresantes en el 2002	Egresados (año 2002)	Egresados (período 2000-2002)	Tesis aprobadas en 2002	% egresados que realizan tesis
Ing. Control y Automatización					
Ing. Civil	38	16	60	15	0
Ing. Mecánica	15	7	21	15	10
Ing. Biomédica	6	5	16	5	0

Comentarios: (a) En Ing. Civil no hacen tesis porque casi todos los estudiantes provienen de provincias y no desean estar más tiempo en Lima para hacer la tesis. (b) En Ing. Biomédica, a pesar de que avanzan sus tesis en un 80 %, no las culminan porque entran al mundo laboral en niveles superiores a sus expectativas. (c) Ing. de Control pendiente.

Cuadro 5: Programas de Maestría en la Universidad Nacional de San Antonio Abad.

Nombre del programa de Maestría	Alumnos ingresantes en el 2002	Egresados (año 2002)	Egresados (período 2000-2002)	Tesis aprobadas en 2002	% egresados que realizan tesis
Recursos Hídricos y Medio Ambiente					
Ing. Sísmica y Estructuras					

Comentario: aún no envían los datos. Pendiente.

Cuadro 6: Programas de Maestría en la Universidad Nacional de Ingeniería

Nombre del programa de Maestría	Alumnos ingresantes en el 2002	Egresados (año 2002)	Egresados (período 2000-2002)	Tesis aprobadas en 2002	% egresados que realizan tesis
Automática e Instrumentación	8	5	10	2	2
Telemática	5	2	8	0	1
Sistemas de Potencia	11	6	10	1	0
Procesamiento de Señales	0	0	0	0	0
Ing. Estructural	23	15	40	5	7
Ing. Hidráulica	10	6	20	4	10
Ing. Geotécnica	10	5	18	4	10
Ingeniería de Transportes	25	20	45	10	10
Tecnología de la Construcción	14	8	20	3	8
Gestión y Administración de la Construcción	5	4	13	2	7
Ing. Industrial	21	13	35	6	10
Ing. Química	2	2	4	3	0
Ingeniería de Procesos	2	2	6	1	30
Ing. Mecánica Diseño de Máq.					(b)
Energética	4	8	14	2	7
Energética del Gas Natural	13	18	8	6	10
Ing. Aeronáutica: Motores de Turbina a Gas	0	2	8	4	10
Ing. Aeronáutica: Vehículos no Tripulados					(b)
Ing. Nuclear					(b)

Comentarios: (a) No se incluye Ing. Naval porque la Fac. de Ing. Mecánica no la aprobó.  
(b) Pendiente.

Cuadro 7: Programas de Maestría en la Universidad Nacional San Agustín

Nombre del programa de Maestría	Alumnos ingresantes en el 2002	Egresados (año 2002)	Egresados (período 2000-2002)	Tesis aprobadas en 2002	% egresados que realizan tesis
Electricidad Industrial					
Ing. Hidráulica y Ambiental					
Gestión de la Producción					
Motores de Combustión Interna					
Comentarios: No envían los datos. Pendiente.					

Cuadro 8: Programas de Postgrado en la Universidad Nacional de Trujillo

Nombre del programa de Postgrado	Alumnos ingresantes en el 2002	Egresados (año 2002)	Egresados (período 2000-2002)	Tesis aprobadas en 2002	% egresados que realizan tesis
Maestría Ing. de Recursos Hídricos					
Maestría en Ing. Industrial: Gerencia de Operaciones					
Maestría en Ing. Industrial: Industria y Desarrollo					
Maestría en Ing. Química					
Maestría en Ing. Química Ambiental					
Doctorado en Ciencias e Ingeniería					
Comentarios: No envían los datos. Pendiente.					

Cuadro 9: Programas de Postgrado en la Universidad Nacional Federico Villarreal

Nombre del programa de Postgrado	Alumnos ingresantes en el 2002	Egresados (año 2002)	Egresados (período 2000-2002)	Tesis aprobadas en 2002	% egresados que realizan tesis
Maestría en Gerencia de la Construcción Moderna	42	23	65	12	40
Maestría en Ing. Industrial: Gestión de Operaciones y Productividad	25	19	50	10	40
Doctorado en Ingeniería	40	55	120	25	40

Cuadro 10: Programa de Maestría en la Universidad de Piura

Nombre del programa de Maestría	Alumnos ingresantes en el 2002	Egresados (año 2002)	Egresados (período 2000-2002)	Tesis aprobadas en 2002	% egresados que realizan tesis
Ing. Civil	34	(*)	(*)	10	40

(\*) Sin datos porque es de reciente creación. Comentario: buen % de los profesores son extranjeros.

Cuadro 11: Programa de Maestría en la Universidad de Lima

Nombre del programa de Maestría	Alumnos ingresantes en el 2002	Egresados (año 2002)	Egresados (período 2000-2002)	Tesis aprobadas en 2002	% egresados que realizan tesis
Ing. Industrial					

Comentario: pendiente

Cuadro 12: Programa de Maestría en la Universidad San Martín de Porres

Nombre del programa de Maestría	Alumnos ingresantes en el 2002	Egresados (año 2002)	Egresados (período 2000-2002)	Tesis aprobadas en 2002	% egresados que realizan tesis
Ing. Industrial					

Comentario: pendiente

Cuadro 13: Programa de Maestría en la Universidad Ricardo Palma

Nombre del programa de Maestría	Alumnos ingresantes en el 2002	Egresados (año 2002)	Egresados (período 2000-2002)	Tesis aprobadas en 2002	% egresados que realizan tesis
Ing. Industrial	30	6	30	2	100
Comentario: Maestría con mención en Pläneamiento y Gestión Empresarial de carácter proactivo y con plana docente con experiencia.					

Cuadro 14: Programa de Maestría en la Universidad Inca Garcilaso de la Vega

Nombre del programa de Maestría	Alumnos ingresantes en el 2002	Egresados (año 2002)	Egresados (período 2000-2002)	Tesis aprobadas en 2002	% egresados que realizan tesis
Ing. Industrial					
Comentario: pendiente					

Cuadro 15: Programas de Postgrado en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Nombre del programa de Postgrado	Alumnos ingresantes en el 2002	Egresados (año 2002)	Egresados (período 2000-2002)	Tesis aprobadas en 2002	% egresados que realizan tesis
Maestría en Ing. Química	0	8	14	6	10
Doctorado en Ing. Química	2	2	5	0	0
Comentario: en el 2002 no hubo ingresantes en Ing. Química, pero sí postulantes.					

Cuadro 16: Programa de Postgrado en la Universidad del Callao

Nombre del programa de Maestría	Alumnos ingresantes en el 2002	Egresados (año 2002)	Egresados (período 2000-2002)	Tesis aprobadas en 2002	% egresados que realizan tesis
Maestría en Ing. Química	0	8	14	6	10
Comentario: pendiente					



LA GEOLOGÍA Y MINERÍA EN EL PERÚ

*Douglas Arteaga Lucas*

---



# CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO.....	121
INFORME.....	129
1. Antecedentes.....	129
2. Evaluación de la capacidad instalada para la investigación científica y tecnológica en el Perú en las áreas de Geología y Minería.....	130
I.    Unidad de Postgrado (UPG) de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM).....	130
•    Recursos humanos involucrados.....	131
•    Instalaciones y laboratorios.....	137
•    Redes de investigación.....	138
•    Equipamiento disponible.....	138
•    Bibliotecas.....	138
•    Revistas científicas.....	139
•    Otros aspectos importantes.....	139
•    Otros proyectos de investigación de la UPG de FIGMMG-UNMSM que empiezan en el lapso 2002 -2003.....	140
II.   Unidad de Investigación (UI) de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM).....	141
•    Recursos humanos involucrados.....	141
•    Cantidad y calidad de laboratorios.....	147
•    Redes de investigación.....	150
•    Cantidad y calidad de equipamiento disponible.....	151
•    Número de bibliotecas.....	151
•    Revistas científicas.....	152
•    Otros aspectos importantes.....	152
III.  Facultad de Geología, Geofísica y Minas (FGGM) de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (UNSA).....	154
•    Recursos humanos involucrados.....	154
•    Laboratorios.....	154
•    Equipamiento disponible.....	155
•    Número de bibliotecas.....	155
•    Revistas científicas.....	155
•    Otros aspectos importantes.....	155
•    Recursos humanos del Instituto de Geofísica.....	159
•    Redes de investigación del Instituto Geofísico.....	160
•    Conclusiones.....	160
•    ANEXO A.....	161
IV.  Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET).....	164
•    Recursos humanos.....	164
-    Producción científica.....	165
•    Laboratorios del INGEMMET.....	169
•    Plataforma computacional, conectada en red.....	169
•    Base de datos.....	170

•	Base de datos de mapas geológicos.....	170
•	Base de datos de imágenes satelitales.....	170
•	Biblioteca y archivos de informes técnicos.....	171
•	Trabajos efectuados por INGEMMET con Cooperación Técnica Internacional.....	171
•	Descripción del tipo de cooperación existente entre el INGEMMET y las universidades en el periodo 1998-2002.....	172
•	Posibilidades de aumentar la cooperación entre el INGEMMET y las universidades en el 2003 y años futuros.....	175
V.	Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica (IIFIGMM) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).....	175
•	Recursos humanos involucrados.....	175
•	Cantidad y calidad de los laboratorios.....	177
•	Cantidad y calidad de equipamiento disponible.....	177
•	Redes de Investigación.....	178
•	Número de bibliotecas.....	179
•	Revistas científicas.....	179
•	Otros aspectos importantes.....	179
•	Cuadro 1.....	180
•	Cuadro 2.....	181
•	Cuadro 3.....	182
•	Cuadro 4.....	183
•	Cuadro 5.....	184
VI.	Sección Ingeniería de Minas de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP).....	185
•	Recursos humanos.....	185
•	Laboratorios y equipamiento.....	186
•	Asociación de ex alumnos de geociencias.....	189
•	Número de bibliotecas.....	189
•	Revistas científicas.....	189
VII.	Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann (UNJBG) de Tacna.....	190
•	Recursos humanos involucrados.....	190
•	Laboratorios.....	191
•	Redes de investigación.....	191
•	Equipamiento disponible.....	191
•	Bibliotecas.....	191
•	Revistas científicas.....	191
VIII.	Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP) de Huancayo -Junín.....	191
•	Recursos humanos involucrados.....	191
•	Laboratorios.....	192
•	Redes de investigación.....	192
•	Equipamiento disponible.....	192
•	Número de bibliotecas.....	192
•	Revistas científicas.....	192
•	Otros aspectos importantes.....	192
IX.	Escuela de Minas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión (UNDAC) de Cerro de Pasco.....	193

3.	Definición del rol del Estado en la investigación científica.....	193
•	Análisis del rol del Estado y su participación.....	193
•	Vinculación del Estado con las universidades y entidades similares.....	193
•	Vinculación del Estado con el sector privado.....	194
•	Relación entre universidades y empresas privadas.....	194
4.	Fuentes de financiamiento existentes y evaluación de su contribución al desarrollo de programas de investigación en el área de ciencia y tecnología.....	195
•	Fuentes de financiamiento existentes.....	195
•	Contribución de las fuentes de financiamiento al desarrollo de programas de investigación en el área de ciencia y tecnología.....	196
5.	Análisis de los problemas existentes.....	197
•	Análisis de los problemas existentes en ciencia y tecnología.....	197
•	Fortalezas del sistema de investigación científica en el Perú.....	197
•	Debilidades del sistema de investigación científica en el Perú.....	198
6.	Definir estrategias de desarrollo de la investigación científica en geología y minería en el mediano plazo.....	198
7.	Resultados esperados.....	200
8.	Conclusiones.....	200
9.	Recomendaciones.....	203
10.	Bibliografía.....	204

ADDENDA I

Ampliación sobre la definición de estrategias de desarrollo de la investigación científica en geología y minería en el mediano plazo.....	205
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

ADDENDA II

Ficha para facilitar el enlace entre las consultorías de análisis de capacidades y las de diseño institucional.....	209
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

ADDENDA III

Tabla resumen de programas de postgrado en geología y minería (incluye metalurgia) {datos al 13-02-03}.....	211
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----



# RESUMEN EJECUTIVO

## 1. ANTECEDENTES

Para la elaboración de este trabajo se ha encuestado y coordinado con nueve (9) entidades representativas del país:

- I. Unidad de Postgrado de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM).
- II. Unidad de Investigación (UI) de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM).
- III. Facultad de Geología, Geofísica y Minas (FGGM) de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (UNSA).
- IV. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET).
- V. Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica (IIFIGMM) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).
- VI. Sección Ingeniería de Minas de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP).
- VII. Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann (UNJBG) de Tacna.
- VIII. Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP) de Huancayo-Junín.
- IX. Escuela de Minas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión (UNDAC) de Cerro de Pasco.

De estas nueve instituciones, ocho son centros universitarios y una es una institución pública descentralizada del Sector Energía y Minas denominada INGEMMET. Después de conversar con las autoridades de estas instituciones, se recolectó una información de base, la misma que, luego de revisada y analizada, nos llevó a solicitar mayor cantidad de datos estadísticos, pero sólo las cinco primeras entidades respondieron con interés al Programa. Analizada la información final obtenida, se llegó a la conclusión de que sólo las cinco primeras de la lista arriba mencionada podrían eventualmente recibir el apoyo dentro del Programa Perú-BID de CyT. Las cuatro restantes no reúnen los requisitos mínimos para ser consideradas en el primer grupo.

Los criterios para la selección del primer grupo fueron principalmente por:

- La cantidad y calidad de recursos humanos presentados.
- La producción científica presentada.
- Los laboratorios, equipos e infraestructura con los que cuentan.
- La forma organizada con la que trabajan actualmente las 5 primeras instituciones de la lista arriba mencionada.

## 2. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD INSTALADA PARA LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN EL PERÚ EN LAS ÁREAS DE GEOLOGÍA Y MINERÍA

De acuerdo al importante esquema formulado por el Dr. A. Seminario, se analizó y evaluó a las nueve instituciones. (Ver Secciones I a IX del Capítulo 2, incluyendo la Sección IV que se refiere al INGEMMET.)

## 3. PRINCIPALES ESTRATEGIAS DE DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN GEOLOGÍA Y MINERÍA EN EL MEDIANO PLAZO

a) Actualizar y homogeneizar el sistema de información básica para el fomento de las investigaciones en Geología y Minería, y para promover nuevas inversiones mineras. En esta tarea se buscará el apoyo de la cooperación técnica internacional y el apoyo de las empresas privadas especializadas para crear un sistema altamente confiable y eficiente al servicio del país. Una regla importante para esta tarea consiste en que los geólogos, ingenieros de minas e ingenieros metalúrgicos usen la misma base de datos en sus investigaciones y en el desarrollo de sus proyectos.

1. Es factible a corto plazo, i.e., en 2 años.
2. Posibles instituciones responsables: La Dirección General de Minería (DGM) del MEM, la Unidad de Investigación (UI) de la FIGMMG de la UNMSM y el Instituto de Investigación (II) de la FIGMM de la UNI.
3. Se realizaría con los RRHH de las 3 instituciones arriba mencionadas.
4. Sería posible la ejecución de las actividades con los recursos propios de las 3 entidades, más recursos de CTI (Cooperación Técnica Internacional).

b) Actualizar los mapas de la Carta Geológica Nacional, con el fin de mejorar la geología de los mapas levantados en años anteriores, adecuándolos a los nuevos avances de la geología, al mayor conocimiento geológico del territorio, y a la capacidad de las nuevas tecnologías de punta desarrolladas últimamente en apoyo a las ciencias de la tierra.

1. Es viable a corto plazo, i.e., en 2 años.
2. Posibles instituciones responsables: El INGEMMET y la UPG de la FIGMMG de la UNMSM.
3. Se realizaría con los RRHH de las 2 instituciones arriba mencionadas.
4. Sería posible la ejecución de las actividades con los recursos propios del INGEMMET, más recursos por financiar.

c) Ejecutar la prospección regional para orientar y priorizar la exploración minera a nivel de todo el país, haciendo uso de las modernas tecnologías de investigación geológica, imágenes satelitales, geoquímica, geofísica, radiometría y otras.

1. Es factible; hay que determinar las áreas prioritarias, e ir prospectando desde las más importantes a las de menos posibilidades económicas.
2. Posibles instituciones responsables: El INGEMMET, que puede ser apoyado por la UPG de la FIGMMG de la UNMSM. Otra alternativa: el INGEMMET asociado con la UPG de la FIGMMG-UNMSM.
3. Se realizaría con los RRHH de las 2 entidades anteriormente mencionadas.

4. La ejecución podría ser en parte con los recursos propios del INGEMMET, y en parte con recursos por financiar.
- d) Efectuar estudios básicos de geología medioambiental (*environmental geology*), riesgos geológicos, contaminantes naturales y evaluación de las líneas de base de la contaminación ambiental, poniendo dicha información al servicio de la comunidad nacional.
1. Es factible. Es importante determinar previamente áreas prioritarias.
  2. Posibles instituciones responsables: INGEMMET, la UPG de la FIGMMG de la UNMSM y la Facultad de Geología, Geofísica y Minas de la UNSA de Arequipa.
  3. Se realizaría con los RRHH de las 3 entidades mencionadas.
  4. Estas actividades se realizarían con recursos por financiar.
- e) La investigación científica y tecnológica en Geología y Minería debe propender a brindar apoyo técnico a la pequeña minería y minería artesanal, para hacerlas más eficientes y menos contaminantes.
1. Es factible.
  2. Posibles instituciones responsables: la UI de la FIGMMG de la UNMSM, la Facultad de Geología, Geofísica y Minas de la UNSA, y el IIFIGMM de la UNI.
  3. Se realizaría con los RRHH de las 3 entidades mencionadas.
  4. Estas actividades se realizarían con recursos por financiar.
- f) Capacitar a los recursos humanos (*humanware*) al más alto nivel para prepararlos a fin de efectuar una investigación más profunda de la geología, los recursos minerales del país y la tecnología moderna de extracción de los minerales.
1. Es factible.
  2. Posibles instituciones responsables:
    - a) La UPG de la FIGMMG de la UNMSM;
    - b) La Sección de Postgrado de la FIGMM de la UNI;
    - c) El Instituto de Investigación (II) de la FIGMM de la UNI;
    - d) La UI de la FIGMMG de la UNMSM;
    - e) Facultad de Geología, Geofísica y Minas de la UNSA;
    - f) Sección Ingeniería de Minas de la PUCP;
    - g) Facultad de Ingeniería de Minas de la UNJBG de Tacna;
    - h) Facultad de Ingeniería de Minas de la UNCP de Huancayo-Junín;
    - i) Escuela de Minas de la UNDAC de Cerro de Pasco; y
    - j) INGEMMET.
  3. Se realizaría con los RRHH de a y b; y con los más calificados de c y d.
  4. Estas actividades se realizarían con recursos por financiar.
- g) La investigación científica y tecnológica en Geología y Minería debe coadyuvar al incremento del valor agregado de la producción minero-metalúrgica actual, mediante la coordinación de los sectores minero, industrial y metalmeccánico.
1. Es factible.
  2. Posibles instituciones que podrían realizar esta actividad: la DGM del MEM, el INGEMMET, empresas del sector industrial y metalmeccánico.
  3. Se realizaría con los RRHH de las instituciones arriba mencionadas.
  4. Estas actividades se realizarían con recursos por financiar.
- h) La investigación científica en Geología y Minería debe propender a la utilización de la tecnología de lixiviación bacteriana para la recuperación limpia de los metales básicos.

1. Es factible.
2. Posibles instituciones responsables: la UPG de la FIGMMG de la UNMSM; Sección de Postgrado de la FIGMM de la UNI; la UI de la FIGMMG de la UNMSM; Facultad de Geología, Geofísica y Minas de la UNSA-Arequipa; el INGEMMET; el II de la FIGMM de la UNI; y la Sección Ingeniería de Minas de la PUCP. (UI = Unidad de Investigación; II = Instituto de Investigación).
3. Se realizaría con los recursos humanos de las 7 entidades mencionadas.
4. Estas actividades se realizarían con recursos por financiar.
  - i) La investigación científica en Geología y Minería debe tender a la utilización de tecnologías limpias en todas las fases de la actividad minera, es decir, en la prospección y exploración de los yacimientos minerales, desarrollo de las minas, explotación de minerales, procesamiento de minerales y refinación de metales.

Y los nuevos proyectos mineros tienen la obligación de nacer limpios, porque ya existen tecnologías limpias; como por ejemplo la de "procesamiento de minerales de oro en gran volumen mediante la lixiviación en pilas con cianuro".

1. Es factible.
2. Posibles instituciones responsables: la UPG de la FIGMMG de la UNMSM; Sección de Postgrado de la FIGMM de la UNI; la UI de la FIGMMG de la UNMSM; Facultad de Geología, Geofísica y Minas de la UNSA-Arequipa; el INGEMMET; el II de la FIGMM de la UNI; y la Sección Ingeniería de Minas de la PUCP.
3. Se realizaría con los recursos humanos de las 7 entidades mencionadas.
4. Estas actividades se realizarían con recursos por financiar.

#### 4. RESULTADOS ESPERADOS

Se puede establecer que el estado y nivel de desarrollo del área científica en el campo de la Geología y Minería es bastante desarrollado en las empresas de la gran minería, y medianamente desarrollado en las empresas de la mediana minería. Por ello se recomienda que el Programa Perú-BID de CyT en lo posible ponga mayor énfasis en los estratos de la mediana y pequeña minería.

Se esperan los siguientes resultados en el mediano plazo:

- a) Disponer de un eficiente sistema de información en geociencias que maximice la utilización de los conocimientos de geología, de los recursos minerales, tecnología de extracción, y de la geología medioambiental, que contribuyan al desarrollo socioeconómico del país.
- b) Disponer de las cartas geológicas del territorio nacional con alto grado de detalle científico.
- c) Fomento efectivo de las inversiones en minería mediante la entrega oportuna de la información geocientífica sobre los recursos minerales del país y las áreas potenciales de exploración. Contribuir en este aspecto para que la prioridad la tengan la mediana y la gran minería, que son los motores del crecimiento y desarrollo nacional.
- d) Disponer de la información suficiente de geociencias para el ordenamiento territorial en un entorno de desarrollo sostenible.
- e) Disponer de los recursos humanos y de la infraestructura de investigación de alto nivel que garantice la calidad de los resultados esperados.

D) Contribuir a tener una pequeña minería y minería artesanal eficientes y no contaminantes.

5. TEMAS O PROYECTOS ESPECÍFICOS DE INNOVACIÓN PRINCIPALES Y PROPUESTOS PARA EMPRESAS PRIVADAS Y CUYO DESARROLLO TENGA IMPACTOS IMPORTANTES EN LA ECONOMÍA Y EL BIENESTAR EN EL CORTO O MEDIANO PLAZO (EL NÚMERO DE CADA TEMA O PROYECTO INDICA EL ORDEN DE PRIORIDAD SUGERIDO)

1. Promoción e incremento de la aplicación de biotecnologías en la minería.
2. Creación y optimización de procesos tecnológicos de extracción metalúrgica (lixiviación bacteriana, recuperación de metales de diversas fuentes, etc.).
3. Investigación para la recuperación de metales valiosos a partir del procesamiento de relaves o desechos de planta concentradora de minerales.
4. Creación y puesta en marcha de un Centro Nacional de Materiales Metálicos con valor agregado (VA), por ejemplo el Zamak.
5. Recuperación de metales raros a partir de concentrados de minerales. Nos referimos a la recuperación de los lantánidos, es decir, de los metales de tierras raras (*rare-earth metals*).
6. Capacitación y apoyo en la gestión de proyectos de innovación industrial.
7. Capacitación a distancia en tecnología y gestión medioambiental aplicadas a la minería y manufactura metalmeccánica.
8. Investigación y estudios para la producción de hierro esponja (propender a la utilización del mineral de hierro y gas natural para incrementar el valor agregado (VA) de nuestra producción minera). Si no se realiza este proyecto, se seguirá preguntando: ¿hasta cuándo el Perú continuará siendo sólo exportador de materias primas minerales?

6. TEMAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO PRINCIPALES Y PROPUESTOS PARA UNIVERSIDADES Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN, Y CUYO DESARROLLO TENGA IMPACTOS IMPORTANTES EN LA ECONOMÍA Y EL BIENESTAR EN EL CORTO O MEDIANO PLAZO (EL NÚMERO DE CADA TEMA INDICA EL ORDEN DE PRIORIDAD SUGERIDO)

1. Prevención y control de la contaminación medioambiental en la industria minera y sector metalmeccánico (efluentes, relaves, cianuro, mercurio, chatarras, restauración de tierras, caracterización de suelos...).
2. Formación y preparación de investigadores en los procesos metalúrgicos (para elementos metálicos) y procesos industriales para no metálicos.
3. Creación de una Base de Datos Geocientífica Nacional/Inventario y valorización económica de los recursos minerales in situ, usando el SIG (Sistema de Información Geográfica).
4. Desarrollo tecnológico de la pequeña minería polimetálica.

5. Cartografía e inventario hidrogeológico (incluyendo aguas superficiales y subterráneas).
6. Investigaciones geológicas en el flanco occidental de los Andes del Sur peruano, con proyecciones metalogénicas entre las latitudes 14° a 18° Sur.
7. Evaluaciones geológico-económicas por oro detrítico en el flanco occidental de los Andes del Sur peruano en la formación Moquegua.
8. Preparación de un plan maestro de desarrollo de minerales no metálicos.
9. Investigaciones sobre geología medioambiental en zonas vulnerables del país.

## 7. CONCLUSIONES

7.1. Sí hay capacidades en investigación científica y tecnológica en el Perú en el área temática de Geología y Minería, pero hay que hacer la salvedad de que esto es viable sólo en algunas entidades, de las que se informará líneas abajo.

7.2. Se ha revisado y evaluado la información de base de 9 entidades contactadas, cuya lista se puede observar en la página 1 del presente informe; y las entidades que eventualmente podrían recibir financiamiento para el desarrollo y ejecución de sus proyectos de investigación y/o adquisiciones de equipos y laboratorios prioritarios, serían las siguientes:

- I. Unidad de Postgrado (UPG) de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica de la UNMSM
- II. Unidad de Investigación (UI) de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la UNMSM
- III. Facultad de Geología, Geofísica y Minas (FGGM) de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (UNSA)
- IV. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET)
- V. Instituto de Investigación (II) de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica (IIFIGMM) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

7.3. Las entidades de investigación I, II, III, IV y V cuentan con infraestructura, laboratorios y equipos básicos para desarrollar trabajos de investigación, prestación de servicios y actividades de proyección social.

7.4. Los recursos humanos de que disponen las entidades arriba mencionadas cuentan con docentes que tienen estudios de postgrado y amplia experiencia en las especialidades de Geología, Geofísica y Minería; y están capacitados para ejecutar individualmente o asociadamente una gran variedad de proyectos de investigación. Se dispone de 159 investigadores principales en centros universitarios, y de 30 en el INGEMMET. Además, estas entidades cuentan con personal de apoyo y administrativo en número variable.

7.5. La entidad VI (Sección Ingeniería de Minas de la PUCP), si bien tiene una buena infraestructura y laboratorios importantes, no dispone actualmente de la mínima cantidad de recursos humanos calificados que puedan efectuar investigaciones a corto y mediano plazo.

7.6. Discusión de la posibilidad de integración de programas de postgrado

En el área de Geología y Minería sólo hay 2 programas de postgrado en todo el Perú, a saber:

- i. La Unidad de Postgrado (UPG) de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, y
- ii. La Sección de Postgrado de la FIGMM-UNI.

De acuerdo a lo conversado y discutido con uno de los directores de estos programas y con el coordinador del otro, llegamos a la conclusión de que sí se puede trabajar en forma integrada a fin de mejorar la calidad y el rendimiento de estos 2 programas. Sólo se requiere un trabajo de coordinación, y que alguna de las 2 partes tome la iniciativa. El suscrito opina que el CONCYTEC podría liderar las negociaciones para que se pueda eventualmente gestionar la integración de estos 2 programas. Yo lo veo viable por las siguientes razones:

- Los programas se complementarían mutuamente, ya que hay un mayor énfasis en la especialidad de Ingeniería de Minas en el P.G. de la UNI que en el de la Universidad de San Marcos; y por otro lado hay un mayor énfasis en la Geología e Ingeniería Geológica en el P. G. de la Universidad de San Marcos que en el de la UNI.
- Se mejoraría la calidad y la utilización de la capacidad instalada de la infraestructura, laboratorios y equipos de ambas universidades.

#### 7.7. Ranking de los Programas de Postgrado en Geología y Minería

Para los dos programas de P.G. en Geología y Minería el siguiente es el ranking que resulta del análisis de éstos:

- 1° es la UPG de la FIGMMG de la UNMSM,
- 2° es la Sección de Postgrado de la FIGMM-UNI.

7.8. No se está utilizando la gran capacidad instalada de la infraestructura y recursos humanos de que dispone el INGEMMET. Es importante y prioritario que el Estado le asigne nuevas tareas, objetivos y responsabilidades en el campo de la investigación científica y tecnológica, para lo cual originariamente fue creado. Sus investigaciones deben cubrir también a las áreas de la Minería y Metalurgia. A esto hay que agregar que actualmente el INGEMMET es el Centro de Investigación que mayores recursos presupuestarios recibe en comparación con los Centros Universitarios de Investigación del Sector Geología y Minería, los cuales trabajan con exiguos recursos del tesoro público.

7.9. La Facultad de Geología, Geofísica y Minas (FGGM) de la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa (UNSA), ubicada estratégicamente en un departamento regionalmente importante del país, tiene un gran potencial para concretar a corto y mediano plazo la ejecución de proyectos de investigación. Estos tipos de trabajos son ofrecidos bajo la forma de servicios, y a través de los cuales se captan y/o materializan indirectamente proyectos de investigación para esta Facultad.

7.10. Los recursos financieros son escasos para la investigación científica y tecnológica, por lo que se requiere de fuentes externas de financiamiento para aumentar su eficiencia y ámbito de acción en el Área de Geología y Minería. Se observó que sólo el INGEMMET, la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y la Universidad Nacional de Ingeniería reciben recursos del Estado para utilizarlos en estudios e investigaciones.

7.11. No obstante la situación económica del país y su lenta recuperación, el INGEMMET y los otros Centros Universitarios de Investigación en Geología y Minería cumplen un rol fundamental en la vida socioeconómica del país, aportando los descubrimientos y conocimientos geológico-minero-metalúrgicos necesarios para impulsar el desarrollo de la actividad minera, así como para el de otras actividades económicas que requieren del conocimiento del territorio nacional, tales como el de la construcción, la agricultura, la prospección y exploración de hidrocarburos, la exploración de acuíferos (sistemas hidrogeológicos) en áreas desérticas del país, etc.

## 8. Recomendaciones

8.1. Se recomienda que las entidades numeradas con I, II, III, IV y V que se mencionan en el **apartado 7.2 de las Conclusiones** del presente Resumen Ejecutivo, puedan en lo posible tener la máxima prioridad para acceder al financiamiento del Programa Perú-BID de CyT (PE-0203), a fin de que puedan llevar adelante el desarrollo y ejecución de sus proyectos de investigación y/o eventuales adquisiciones de equipos y laboratorios prioritarios, previas las aprobaciones requeridas del caso.

8.2. Recomendar una mayor asignación presupuestal por parte del Estado para los trabajos de investigación científica y tecnológica en el área de Geología, Minería y Metalurgia, a fin de dar mayor prioridad y profundidad a las investigaciones.

8.3. También solicitar un mayor apoyo financiero de otras entidades internacionales tales como la CFI del BM, KFW, GTZ, JICA, ODC, CIDA, PNUD, etc. en proyectos orientados al análisis y preparación de información geológica, minera y metalúrgica para los temas de ordenamiento territorial, desarrollo sostenible, medio ambiente, exploración de agua subterránea; optimización de métodos de explotación minera; búsqueda y aplicación de métodos limpios de procesamiento y metalurgia de extracción, etc., que contribuyan al crecimiento y desarrollo de la minería, y por ende al desarrollo nacional.

8.4. Es necesario aplicar recursos propios de las 9 entidades mencionadas en la página 1 del presente informe y/o de la cooperación técnica internacional (CTI) en aspectos de capacitación y perfeccionamiento de investigadores en las áreas de Geología y Minería.

Potenciar la infraestructura de investigación científica y tecnológica de las universidades y sus centros de investigación en las áreas de Geología y Minería, a fin de ofrecer al mercado laboral, profesionales con más amplia capacidad de investigación y experiencia.

# INFORME

## 1. ANTECEDENTES

La investigación científica y tecnológica se ha venido realizando en el Perú en las áreas de Geología y Minería principalmente por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), Facultades, Secciones o Unidades de Ingeniería Geológica e Ingeniería Minera de diferentes universidades del país, y en forma más confidencial y reservada por empresas del estrato de la gran minería, de cuyas investigaciones y descubrimientos se conoce poco, excepto algunas disertaciones efectuadas en congresos, convenciones y simposios sobre las disciplinas de Geología y Minería.

Para el presente informe la cobertura (alcance) de la disciplina de Minería también comprende a las disciplinas de "preparación mecánica de minerales", "concentración de minerales" y "metalurgia extractiva".

El INGEMMET es una institución pública descentralizada del sector Energía y Minas del Perú, cuya finalidad es preparar y difundir los conocimientos de la geología del territorio nacional, sus recursos minerales, los fenómenos de riesgo geológico y la geología ambiental, con el fin de promover las inversiones mineras, el desarrollo de las obras de infraestructura y proporcionar la información geocientífica necesaria que coadyuve al ordenamiento territorial y desarrollo del país.

En 1979, por Ley Orgánica N° 22631 se crea el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET) en base a la fusión de dos instituciones oficiales existentes en aquel entonces: el Instituto Científico y Tecnológico Minero (INCITEMI) y el Instituto de Geología y Minería (INGEOMIN). El INGEMMET inicialmente desarrolló tareas de cartografiado geológico regional orientadas a la elaboración de la Carta Geológica Nacional, y también con igual y mayor intensidad tareas de exploración minera, de investigación y aplicación de técnicas en el campo de la metalurgia y explotación minera. A partir del año 1993, como resultado de un proceso de reorganización institucional, el INGEMMET se orienta exclusivamente a las actividades de la Carta Geológica, prescindiendo de las funciones de Minería y Metalurgia, con lo cual en 1999 logra culminar el levantamiento y publicación de toda la Carta Geológica Nacional a escala 1:100.000.

Las universidades que tienen facultades, secciones o unidades que trabajan con las disciplinas científicas de Geología y Minería, vienen realizando investigaciones científicas y tecnológicas desde años anteriores a 1979, dependiendo del año de fundación de cada universidad o centro de investigación; es decir, tienen una experiencia mayor en el tiempo con respecto al INGEMMET, y no se restringen sólo a la geología, como últimamente lo hace este último.

Para la elaboración de este trabajo se ha encuestado, coordinado y solicitado datos de nueve (9) entidades representativas a nivel de todo el país, las cuales son las siguientes:

- I. Unidad de Postgrado de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM).
- II. Unidad de Investigación (UI) de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM).

- III. Facultad de Geología, Geofísica y Minas (FGGM) de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (UNSA).
- IV. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET).
- V. Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica (IIFIGMM) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).
- VI. Sección Ingeniería de Minas de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP).
- VII. Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann (UNJBG) de Tacna.
- VIII. Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP) de Huancayo-Junín.
- IX. Escuela de Minas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión (UNDAC) de Cerro de Pasco.

## 2. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD INSTALADA PARA LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN EL PERÚ EN LAS ÁREAS DE GEOLOGÍA Y MINERÍA

(Se ha desarrollado este punto para cada entidad en función de la información obtenida a la fecha. Hay ausencia de una base de datos organizada y sistematizada en la mayoría de las entidades contactadas, lo que causa una demora en el suministro de información oportuna. La entidad IX de Cerro de Pasco no ha proporcionado información, no obstante al insistente requerimiento del suscrito.)

### I. UNIDAD DE POSTGRADO (UPG) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS (UNMSM)

La Unidad de Postgrado (UPG) de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica (FIGMMG) de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) tiene por objeto potenciar el recurso humano existente, formando expertos de alto nivel que son requeridos para efectuar investigaciones geológico-mineras tendientes a incrementar el desarrollo minero-energético del país.

La UPG ha reestructurado su Programa de Maestrías a partir de 1999, y en el semestre 2002- II reporta 73 maestristas matriculados en diferentes ciclos que van del 1° al 4°, y también informa que 7 maestristas han reservado sus matrículas para el próximo semestre por razones de trabajo o falta de dinero (Ver cuadro de matriculados en el semestre 2002-II).

Así mismo informa que existe un gran potencial humano que concluye todos los cursos de estudios de postgrado, pero por razones económicas no puede efectuar sus investigaciones conducentes a formular, elaborar y sustentar sus respectivas tesis de Maestría.

Las estadísticas de los egresados de la UPG de San Marcos indican que del total de ingresantes, concluyen sus estudios el 70%, de los cuales el 5% logra graduarse con una tesis producto de un estudio de investigación.

A partir de 1999, la UPG reestructura los sistemas curriculares y toma la decisión de que "la investigación es prioritaria, y ésta debería considerarse hasta el 50% del creditaje en los nuevos currículos". Esta medida va a permitir que al concluir sus estudios de postgrado, el maestrista tenga un avance de una investigación científico-tecnológica de aproximadamente

60%. Según manifiesta el Director de la UPG, con esto aumentaría el número de graduados por año.

• Recursos humanos involucrados

Principales grupos de investigación:

- Proyecto Grupo A

Dentro del Convenio de la UNMSM con el IRD de Francia, actualmente en vigencia, participa un egresado de la Maestría en Geología con mención en Tectónica y Geología Regional en el Proyecto "Investigaciones Geológicas en el Flanco Occidental de los Andes del Sur Peruano, con proyecciones metalogénicas entre las latitudes 14° a 18° Sur". Recursos humanos involucrados: 1 profesor de postgrado, 1 tesista de postgrado, 3 tesistas de pregrado, 2 profesionales de alto nivel del IRD (Doctores René Marocco y Thierry Samperé), y un geólogo "senior" del IRD.

Este proyecto se encuentra en ejecución conjunta con el IRD de Francia desde febrero de 2002.

Para la ejecución de los trabajos de campo, así como para financiar costos de los maestristas y estudiantes de pregrado que participan como apoyo del proyecto, se requiere de un total de US \$ 39 200.

VIÁTICOS	US\$ 16 200
1 Profesor de la UPG - US\$ 70,00/ día x 60 días	4 200
1 Tesista de UPG - US\$ 50,00/ día x 60 días	3 000
3 Tesistas pregrado - US\$ 3 x 40,00/ día x 60 días	7 200
1 Chofer - US\$ 30,00/ día x 60 días	1 800

BIENES	US\$ 12 000
5 brújulas	1 000
5 GPS	2 000
Combustibles y lubricantes	2 000
Equipos de campo	2 000
Materiales de construcción	1 000
Materiales de cómputo y software	2 000
Materiales de oficina	1 000
Varios	1 000

SERVICIOS	US\$ 11 000
Mant. y reparación de vehículos	2 000
Alquiler de bienes	2 000
Servicios básicos	1 000
Preparación de muestras y análisis	5 000
Varios	1 000

#### **Proyecto Grupo B**

Como consecuencia del proyecto con el IRD de Francia, la UPG va a continuar con las investigaciones geológicas, pero en un nuevo proyecto denominado "Evaluación Geológico-Económica Por Oro Detrítico en el Flanco Occidental de Los Andes del Sur Peruano en la Formación Moquegua".

Se tiene proyectada la participación de 1 profesor principal de la UPG, 2 egresados de la Maestría en Geología con Mención en Minas y Recursos Energéticos, y 2 tesis de pregrado de Ingeniería Geológica. El proyecto va a iniciar su ejecución en el 2004, al concluir el Proyecto Grupo A.

El Proyecto Grupo B está dirigido a la detección de "targets" con posibilidades auríferas que permitan generar polos de desarrollo socioeconómico en una amplia franja costera del territorio peruano, incentivando técnicamente la minería aurífera a escala artesanal a fin de proyectarse y mecanizarse, pero protegiendo el ecosistema y minimizando el impacto ambiental. Tendrá una duración prevista de 2 años.

Se requiere además de un programa constante de capacitación a los mineros artesanales en tecnologías limpias.

La Universidad Nacional Mayor de San Marcos dispondrá de dos camionetas Toyota 4x4 para todo terreno.

La estrategia a seguir será:

- 1° Delimitar en el campo a las facies del Grupo Moquegua y materiales fluvio-aluviales.
- 2° Muestrear suelos en áreas específicas.
- 3° Dictar charlas de capacitación a los mineros artesanales.
- 4° Analizar las muestras colectadas.
- 5° Coordinar lo referente a optimizar los métodos de extracción y tratamiento.
- 6° Elaborar el informe final.

El proyecto lo va a liderar un profesional minero con maestría en Geología y/o Medio Ambiente.

También van a participar los 8 mejores alumnos de la Facultad de los últimos ciclos y de las cuatro Escuelas Académicas (2 por cada EAP). El costo total del proyecto es de US\$ 70 000.

#### **Proyecto Grupo C**

En la actualidad se observa la necesidad del país de ampliar sus posibilidades de inversión e incrementar los ingresos del Erario Nacional, por lo que se considera prioritaria la creación de polos de desarrollo, para lo cual en la UPG de la FIGMMG de la U.N.M. de San Marcos se viene elaborando una propuesta para el "Plan Maestro de Desarrollo de los Recursos Minerales No Metálicos a Nivel Nacional".

Se tiene proyectada la participación de 2 egresados de la Maestría en Geología con Mención en Minas y Recursos Energéticos, y 2 tesis de pregrado. El proyecto se iniciará en el segundo semestre del 2003 (julio 2003), y deberá tener 2 años de duración.

La Universidad de San Marcos a través de su ente operativo (Unidad de Postgrado) se encargará de elaborar un diagnóstico de la realidad nacional en los recursos no-metálicos. Para tal efecto se iniciarán una recopilación bibliográfica y visitas de campo de corta duración a las zonas de producción (canteras); de esta manera se tendrá una data de muy buena calidad.

Se ha previsto que la fase de campo tenga una duración aproximada de 120 días, después de los cuales se analizarán las muestras respectivas y se procederá a emitir el informe previo a las interpretaciones respectivas.

Para la ejecución del presente proyecto se requiere de US \$ 43 800 para los trabajos de campo:

VIÁTICOS	US \$ 15 300
1 Supervisor de Geología - US\$ 70,00/ día x 30 días	2 100
1 Profesor de la UPG - US\$ 70,00/ día x 120 días	4 200
2 Tesistas pregrado - 2 x US\$ 40,00/ día x 120 días	7 200
2 Chofer - 2x US\$ 30.00/ día x 120 días	1 800

BIENES	US \$ 15 500
Combustibles y lubricantes	8 000
Equipos de campo	2 000
Materiales de cómputo y software	2 000
Materiales de oficina	2 000
Varios	1 500

SERVICIOS	US \$ 13 000
Mant. y reparación de vehículos	3 000
Alquiler de bienes	2 000
Servicios básicos	2 000
Preparación de muestras y análisis	5 000
Varios	1 000

- Proyecto Grupo D.

Con la finalidad de desarrollar de manera sostenible al país, tanto con una sistemática expansión urbana, como por el incremento de la actividad industrial, así como para la protección del patrimonio del Estado (vías de comunicación, acueductos, represas, aeropuertos, gaseoductos, oleoductos, etc.), se requiere de estudios de evaluación de vulnerabilidades y estimación de riesgos geodinámicos a nivel local y regional para preservar y/o rehabilitar áreas del territorio nacional que son vulnerables a eventos sísmicos, volcánicos, marítimos, etc.

Concordante con el párrafo anterior, la Unidad de Postgrado viene preparando un proyecto para efectuar las investigaciones de estimación de riesgos geodinámicos con un proyecto denominado: "Geología Ambiental en Zonas Vulnerables del País".

Esta UPG tiene proyectada la participación de 2 egresados de la Maestría en Ciencias Ambientales con Mención en Minería y Recursos Energéticos, 3 egresados de Ingeniería Geológica y/o Ciencias Ambientales que actuarán como tesistas de pregrado.

Este es un proyecto de mediano plazo, a iniciarse en el segundo semestre del 2003 (julio 2003), y tendrá 3 años de duración, con posibilidades de ampliarse.

La Universidad de San Marcos a través de la Unidad de Postgrado, incluyendo a sus maestristas, se encargará de sacar adelante este proyecto.

*Primer año*

Efectuar el diagnóstico global de las zonas vulnerables en Lima y alrededores, además de planificar un área piloto en Lima por las facilidades de acceso y cercanía.

*Segundo año*

Continuar con los estudios de Geología Ambiental en la zona norte del país, por el riesgo geodinámico que significa el Fenómeno del Niño, previendo la ocurrencia de futuros eventos catastróficos.

*Tercer año*

Continuar con los estudios de Geología Ambiental en la zona sur del país, proclive a riesgos geodinámicos internos por sismos y actividad volcánica, y a los riesgos geodinámicos externos por las inundaciones.

Estimación de costos:

Primer año: US \$ 70 000

Segundo año: US \$ 120 000

Tercer año: US \$ 90 000

TOTAL: US \$ 280 000

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE AMBIENTES EN LA UPG

La Unidad de Postgrado de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la UNMSM está en un proceso de ampliación, y por tal motivo, la formulación y desarrollo de nuevos proyectos de investigación con el consecuente equipamiento, crean la necesidad de ampliar la infraestructura actual, por lo cual se requiere la construcción de ambientes prefabricados de bajo costo, a fin de atender la demanda de espacios de trabajo para los investigadores, mobiliario y equipos.

Existe un presupuesto de construcción de US \$ 10 000 + mobiliario y equipamiento de oficinas, lo que da un total de US \$ 15 000.

Todos los proyectos están orientados a la creación de polos de desarrollo económico que van a contribuir a resolver los problemas socioeconómicos del país, inclusive a nivel de regiones.

PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

La producción científico-tecnológica de esta UPG está dada principalmente por las 8 tesis de la Maestría en Geología aprobadas desde 1998 al 2002, las que se pueden apreciar en el cuadro siguiente:

Nº ORDEN	APELLIDOS Y NOMBRES	TÍTULO DE TESIS DE LOS GRADUADOS EN LA UPG DESDE 1998
01	Ing. Enrique Guadalupe Gómez	Mineralogía, Vulcanogenética en el Centro del Perú
02	Ing. Julio Enrique Gonzales Miranda	Meteorización en la Veta Gladis del Yacimiento Raúl Condestable
03	Ing. Víctor Raúl Sanz Parra	Geología y Potencial Hidrocarburífero de la Región Máncora-Tumbes
04	Ing. Demétrio de La Cruz Palomino	Consideraciones Geológicas y Geotécnicas para la Ejecución del Túnel Ichocruz-Chira
05	Ing. Juan Carlos Ascue Cuba	Procesos Geodinámicos y Zonificación de la Ciudad del Cuzco: su Impacto Geoambiental en Áreas de Expansión Urbana
06	Ing. Carlos Cabrera Carranza	Estudio de la Contaminación de las Aguas en la Bahía de Chancay: Propuesta de Recuperación
07	Ing. Alan Valdivia López	Perforación Dirigida y sus Relaciones con la Geología
08	Ing. Teófilo Allende Ccahuana	Evaluación de los Peligros Naturales y Zonificación Geodinámica para la Prevención de Desastres Naturales en el Valle del Río Lurín, Provincia de Lima - Huarochirí, Departamento de Lima

Además, he podido apreciar en esta UPG una relación de la producción de 20 proyectos de tesis de postgrado sobre las siguientes especialidades: Geotecnia (4 proyectos); Minas y Recursos Energéticos (2 p); Tectónica y Geología Regional (4 p); Metalurgia Extractiva (1 p); y Desarrollo Sostenible en Minería y Recursos Energéticos (9 p), los cuales todavía están pendientes de aprobación y sustentación.

En febrero de 1999 se hizo cargo de la Unidad de Postgrado el actual Director, el Dr. Néstor Chacón (experto internacional en geología), y en ese entonces había un solo alumno en la Maestría en Geología (Mención en Geotecnia) y 4 alumnos en la Maestría en Ingeniería Metalúrgica. En este año se implementaron las otras dos menciones en Geología, y se creó la Maestría en Ciencias Ambientales con mención en Minería y Recursos Energéticos. En el siguiente cuadro se puede observar la cantidad de ingresantes a la UPG:

PROCESO DE ADMISIÓN	2000	2001	2002 (*)
<b>Maestría en Geología</b>			
Mn. Geotecnia	10	5	6
Mn. Tectónica y Geol. Regional	6	6	2
Mn. en Minas y Rec. Energ.	6	3	4
<b>Maestría en Ing. Metalúrgica</b>			
Mn. Met. Extractiva	2	-	2
Mn. Met. Transformación y Cs. de Materiales	2	-	1
<b>Maestría en Ciencias Ambientales</b>			
Mn. Des. Sustentable en Minería y Rec. Energéticos	23	18	19
<b>TOTAL INGRESANTES</b>	<b>49</b>	<b>32</b>	<b>34</b>

(\*) Se refiere sólo a los ingresantes en el semestre 2002-I

Del cuadro se puede calcular que el promedio de alumnos ingresantes a la UPG en los últimos 3 años es de 38,33/año.

MATRICULADOS EN EL SEMESTRE 2002 - II				
PROCESO DE ADMISIÓN	Ingresan. 2001 (IV ciclo)	Ingresan. 2002 (II ciclo)	TOTAL	Por egresar en el 2002
<b>Maestría en Geología</b>				
Mn. Geotecnia	4	4	8	3
Mn. Tectónica y Geol. Regional	10	2	12	4
Mn. en Minas y Rec. Energéticos	6	4	10	3
<b>Maestría en Ing. Metalúrgica</b>				
Mn. en Met. Extractiva	-	1	1	-
Mn. Met. Transformación y Cs. de Materiales	-	1	1	-
<b>Maestría en Ciencias Ambientales</b>				
Mn. Des. Sustentable en Minas y R.E.	22	19	41	12
<b>TOTAL INGRESANTES</b>	<b>42</b>	<b>31</b>	<b>73</b>	<b>22</b>

Los costos de los estudios en las maestrías son de US \$ 25, 00/crédito.

En cada semestre los maestristas se matriculan en 18 créditos x US \$ 25,00/crédito = US\$ 450,00 + matrícula US \$ 70 = total \$ 520

Teóricamente los costos x 4 semestres son US \$ 2.080,00 (2 años). Por problemas económicos y por razones de trabajo, existen maestristas que reservan sus matrículas por 1 año, y también se puede apreciar que hay una deserción del orden del 15%.

Si bien las clases en el Post grado son a tiempo parcial, para el año 2002 se estima que deben concluir sus estudios aproximadamente 22 maestristas (ver cuadro anterior).

Hasta el año 1999, el porcentaje de egresados que se graduaban de las maestrías en San Marcos era del 2,1%.

Las razones del bajo % de graduados en el Postgrado serían:

- a) El elevado costo de los trabajos de investigación para las tesis de grado (financiamiento de los viajes al campo, análisis químicos, análisis mineralógicos, análisis petrográficos, procesamiento de la información, falta de software, preparación de muestras, etc.).
- b) La falta de financiamiento por parte de los egresados del Programa de Postgrado para poder cubrir los costos que demandan los trabajos de investigación, la elaboración de la tesis y su sustentación.
- c) El régimen de la enseñanza en las Unidades de Postgrado estaba estructurado como aprendizaje-repetición, y después que el maestrista egresaba le faltaba la asesoría especializada para formular y desarrollar su tesis.

A partir del año 2001, la UPG ha reestructurado los planes curriculares, y actualmente se considera un creditaje total de aproximadamente 50% para investigación y desarrollo del Plan de Tesis de cada maestrista. Actualmente cada egresado de las maestrías tiene un avance significativo de su proyecto de tesis (aprox. 60%). Se espera que el bajo porcentaje de graduados se incremente con esta medida. Según el Director de la UPG, esta entidad está a la búsqueda del financiamiento para cubrir los costos de los trabajos de los asesores (internos y/o externos) de tesis de maestría.

#### **Formación de investigadores**

Participantes que se están formando como investigadores son estudiantes de la UPG, tesisistas (egresados) y/o docentes del pregrado; ésta es la cantera de investigadores del nivel de postgrado, y el 100% son profesionales.

#### **Recursos financieros disponibles**

Tres docentes de la UPG participan dentro de proyectos de investigación de la Unidad de Investigación (UI) de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica (FIGMMG), y cuentan con un financiamiento exiguo.

#### **Estudios de postgrado existentes**

Las maestrías que se vienen dictando desde 1999 en la Unidad de Postgrado de la Facultad, tienen un nivel muy bueno. Se muestran a continuación los programas de maestrías en actividad:

Maestría en Geología	Matriculados en el Semestre 2002-II
Mención en Geotecnia	8
Mención en Minas y Recursos Energéticos	10
Mención en Tectónica y Geología Regional	12
<b>Artículo I. Maestría en Ingeniería Metalúrgica</b>	
Mención en Metalurgia Extractiva	1
Mención en Metalurgia de Transformación y Ciencia de los Materiales	1
<b>Artículo II. Maestría en Ciencias Ambientales</b>	
Mención en Desarrollo Sostenible en Minería y Recursos Energéticos	41
<b>Total matriculados 2002 - II</b>	<b>73</b>

Los 73 matriculados del cuadro anterior son alumnos de todos los ciclos académicos y de todas las especialidades, y se estima que para fines de diciembre del 2002 estén egresando 22 alumnos.

En la UPG es destacable la calidad de la formación de los Maestros de Ciencias en Geología y Ciencias Ambientales; así como su buena demanda del mercado.

Por otro lado, en la Maestría de Ingeniería Metalúrgica, no obstante la buena infraestructura y la excelente plana de profesores, no ha tenido la acogida deseada, debido a la poca demanda del mercado en esta especialidad. En la UNI sucede algo similar, pues por años ha tenido abierto el Programa de Maestría en Ingeniería Metalúrgica, pero ha tenido pocos alumnos, y en los últimos 7 años no ha tenido alumnos.

Planta profesoral de la UPG de la FIGMMG de la UNMSM	
1.Dr. César Cánepa I.	14.MSc. Pedro Tumialán D.
2.Dr. Néstor Chacón A.	15.Dr. René Marocco
3.Dr. José Macharé O.	16.Dr. Aurelio Ochoa A.
4.Dr. Fidel Ramírez A.	17.Mg. Javier Jacay H.
5.Dr. Néstor Teves R.	18.Mg. Miguel Rivera F.
6.Mg. Teófilo Allende C.	19.Dr. César Janampa R.
7.Mg. Honorio Campoblanco	20.Mg. Vladímir Arias A.
8.Mg. Demetrio de La Cruz	21.Mg. María del Pilar Hidalgo F.
9.Mg. Robinson Villanueva	22.MSc. Silvia del Pilar Iglesias L.
10.Dr. Wolfgang Morche	23.Mg. Daniel Lovera D.
11.Dr. Néstor Scamarone M.	24. Mg. Pablo A. Núñez J.
12.Mg. Samuel Canchaya	25.Mg. Eduardo Calvo B.
13.Mg. Ernesto Deza	

Notas: Total de profesores = 25  
 Total doctores = 10  
 Total maestros (Mg, MSc) = 15  
 Se dedican a CyT = 8

• Instalaciones y laboratorios

La U. de Postgrado en la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica dispone del tercer piso del Pabellón de Ingeniería Geológica del campus, y cuenta con:

- Cuatro aulas modernas con capacidad para 24 alumnos

- Un auditorium para 40 personas.
- Un minicentro de cómputo con 6 computadoras
- Oficinas del Director de la UPG, de Secretaría y Coordinación Académica.
- Sala de profesores

#### Laboratorios

Un laboratorio de Geoquímica-Química, y puede utilizar instalaciones especiales de las Escuelas Profesionales de la Facultad. Cuenta con equipos modernos para las asignaturas en su parte práctica y en análisis e investigaciones.

Es importante el apoyo horizontal y armonioso que brinda la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geológica para las investigaciones, con el gabinete de Microscopía Electrónica de Barrido de última generación, gabinete de Petromineralogía, gabinete de Mecánica de Suelos y de Micropaleontología, gabinete de Microscopía de Luz Polarizada y Petrotomía, y el gabinete de Sensores Remotos.

#### • Redes de investigación

La Unidad de Postgrado participa en las investigaciones geológicas conjuntas con el Institute des Recherches et Development (IRD) de Francia con el aporte de un egresado de la maestría en Geología, en calidad de tesista ad honorem.

Relación entre la UPG y la FIGMMG:

- a) Existen excelentes relaciones entre la Unidad de Postgrado y el Decanato de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica (FIGMMG) en la UNMSM.
- b) La Unidad de Postgrado depende administrativamente del Decanato de la FIGMMG.
- c) La Unidad de Postgrado mantiene una excelente vinculación académica con la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geológica (EAPIG), la cual es parte integrante de la FIGMMG, sobre todo a través de la Maestría en Geología. Además, la UPG utiliza las aulas, laboratorios y gabinetes de esta escuela.
- d) La vinculación académica es reforzada, debido a que la UPG funciona en el pabellón de la E. A. P. de Ingeniería Geológica.
- e) La UPG y la EAPIG mantienen una colaboración horizontal, la cual se manifiesta en los trabajos conjuntos que se realizan dentro del convenio con el IRD de Francia.

#### • Equipamiento disponible

- Equipos audiovisuales: 2 retroproyectores de transparencias, 1 data display portátil con CPU y 1 proyector de slides.
- Minicentro de cómputo implementado con 2 equipos Pentium IV y 6 Pentium III, con software en imágenes satelitales, geofísica aplicada, geoestadística; y 5 de ellas conectadas a INTERNET.
- 120 carpetas unipersonales, pizarras acrílicas.

#### • Bibliotecas

La U. de Postgrado de Geología y Minería cuenta con la Biblioteca Central Automatizada de tipo virtual, y utiliza la tecnología actual, brindando servicios a los estudiantes de postgrado

y de pregrado de la UNMSM. A nivel de la Facultad, la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geológica cuenta con una biblioteca especializada que está siendo implementada con nueva bibliografía referente a temas de geología, minería, ecología y medio ambiente; también existen revistas y boletines de actualidad en la especialidad. Esta biblioteca cuenta con tres cabinas de INTERNET. También cuenta con apoyo bibliográfico de otras tres escuelas profesionales, que son Ingeniería de Minas, Ingeniería Metalúrgica e Ingeniería Geográfica.

- **Revistas científicas**

La Facultad a través de su Dirección de Investigación se encarga de la edición de la Revista del Instituto de Investigación, publicando dos ediciones por año con diversos trabajos de investigación sobre geología, minería, metalurgia y ciencias geográficas.

- **Otros aspectos importantes**

La Universidad Nacional Mayor de San Marcos tiene en vigencia convenios con instituciones tanto nacionales como extranjeras. Entre las primeras merece destacarse al INGEMMET (cuenta con cuatro egresados de la Maestría en Geología, y actualmente diez estudian la Maestría en Geología y doce la Maestría en Ciencias Medioambientales). El Institute des Recherches et Developpement de Francia destaca entre las segundas.

El INGEMMET, mediante convenios o contratos, toma diversos servicios temporales de la Escuela de Ingeniería Geológica, y de la Unidad de Postgrado, ambas de la FIGMMG de la UNMSM, para realizar estudios en áreas específicas, como parte de proyectos de mayor envergadura, los cuales son de responsabilidad del INGEMMET.

En el Convenio de la UNMSM con el IRD de Francia no hay aporte de financiamiento con dinero fresco, sino que se ha constituido para desarrollar proyectos de investigación conjuntos entre la UNMSM y el IRD, consistentes en trabajos de investigación geológica en el territorio peruano. Las características del convenio son:

- Periodo del convenio: enero 2002 a enero 2004, el cual es prorrogable por 2 años más.
- Trabajan en forma conjunta personal de la Escuela de Ingeniería Geológica y Unidad de Postgrado, ambas de la UNMSM, y del IRD.
- El IRD aporta 2 expertos internacionales de alto nivel en geología, y 1 geólogo "senior" también francés.
- El IRD participa con 2 PC y accesorios completos.
- La UNMSM aporta equipos de campo, gabinete y oficina.
- Para trabajos de campo que realiza, el IRD lleva consigo como asistentes: tesis de postgrado, 2 tesis de pregrado y 4 estudiantes de pregrado para soporte informático y computacional.
- La UNMSM cofinancia parcialmente los gastos que demandan sus estudiantes y sus tesis en los trabajos.
- El convenio también cubre un Plan de Becas para alumnos de la UNMSM para efectuar estudios de postgrado de Geología en Francia.

**Plan de becas para estudios de postgrado en Francia**

El plan de becas estipulado será a partir del 2003, mediante un becario a nivel de postgrado

para seguir estudios conducentes al grado de Master of Science en Geología en Francia.

Las actividades de los futuros becarios de postgrado en Francia comprenden además de la asistencia obligatoria a clases, la participación en trabajos geológicos de campo, de gabinete y de laboratorio, es decir, el programa de trabajos es integral.

La transferencia científico/tecnológica del IRD se manifiesta a través de cursos de corta duración a nivel de Postgrado, que son impartidos por los dos expertos de alto nivel que actualmente participan en el proyecto, y como docentes en el desarrollo de los cursos convencionales de la Maestría en Geología, lo cual eleva el nivel de los maestristas en el postgrado.

La contraparte peruana a nivel académico está bajo la responsabilidad del Master Ing° Javier Jacay H., quien entre 1993-1994 estuvo becado en Francia, donde obtuvo el Diploma de Estudios Avanzados en Geología (equivalente al M. Sc.), en la Universidad Joseph Fourier de Grenoble, Francia. El Master Jacay es Ing° Geólogo graduado en la Univ. de San Marcos, y actualmente es docente en el pregrado y en el postgrado de la UNMSM.

- Otros proyectos de investigación de la UPG de la FIGMMG-UNMSM que empiezan en el lapso 2002 -2003:

#### Proyectos de Geología

"Estudio geotécnico para la zonificación de amenaza relativa por movimiento de masa de los acantilados de la Costa Verde de Lima", distrito de Barranco (Módulo piloto).

Jefe de Proyecto: Mg. Ing° Víctor Tolentino.

Supervisión del Proyecto: Dr. Ing° Néstor Chacón.

2 Tesistas de la Unidad de Postgrado.

2 Practicantes estudiantes de Ing. Geológica.

Situación del Proyecto: Investigación empezó el año 2002.

Costo total del proyecto: US \$ 70 000.

#### Proyecto de Minería

"Criterios para el cálculo de la resistencia de rellenos cementados en las minas subterráneas".

Jefe del Proyecto: Mg. Ing° David Córdova.

1 Tesista de la Unidad de Postgrado.

2 Practicantes estudiantes de Ing. de Minas.

Situación del proyecto: Estudio por empezar.

Costo total del proyecto: US \$ 40 000.

#### Proyectos de Metalurgia

"Lixiviación bacteriana de minerales".

Jefe del proyecto: Mg. Ing° Carlos González (docente de postgrado y pregrado).

2 Practicantes estudiantes de Ing. Metalúrgica.

Requiere pruebas de laboratorio y de planta piloto.

Situación del proyecto: Investigación por empezar.

Costo total del proyecto: US \$ 50 000.

"Procesos de aereación en la lixiviación de minerales piríticos auríferos".

Jefe del Proyecto: Mg. Ing° Sixto Aramburú (docente de pregrado).

2 Practicantes estudiantes de Ing. Metalúrgica.  
Requiere pruebas de laboratorio y de planta piloto.  
Situación del proyecto: Estudio por empezar.  
Costo total del proyecto: US \$ 50 000.

Proyectos de Ciencias Ambientales

“Evaluación del impacto ambiental en el transporte de gas de petróleo” Ref.: gas de Camisea/ Gas boliviano.

Jefe del proyecto: Mg. Ing° Demetrio de La Cruz (profesor de maestría y pregrado).

2 Tesistas de pregrado.

2 Practicantes estudiantes de Ing. Geográfica/ Ing. Geológica.

Situación del proyecto: Estudio por empezar.

Costo total del proyecto: US \$ 50 000.

“Evaluación del impacto ambiental de la minería en la cuenca del río Rímac”.

Jefe del Proyecto: Mg. Ing° Teófilo Allende (profesor de pregrado).

1 Tesista de postgrado.

2 Practicantes de pregrado de Ing. Geológica/ Ing. Geográfica.

Situación del proyecto: Estudio por iniciar

Costo total del proyecto: US \$ 50 000.

“Evaluación del impacto ambiental en las actividades extractivas de la industria del petróleo en el zócalo marino del NW Peruano”.

Jefe del proyecto: Mg. Ing° Carlos Cabrera (docente de postgrado de Ciencias Amb.)

1 Tesista de postgrado

1 Practicante de pregrado de Ing° Geológica.

Situación del proyecto: Estudio por iniciar.

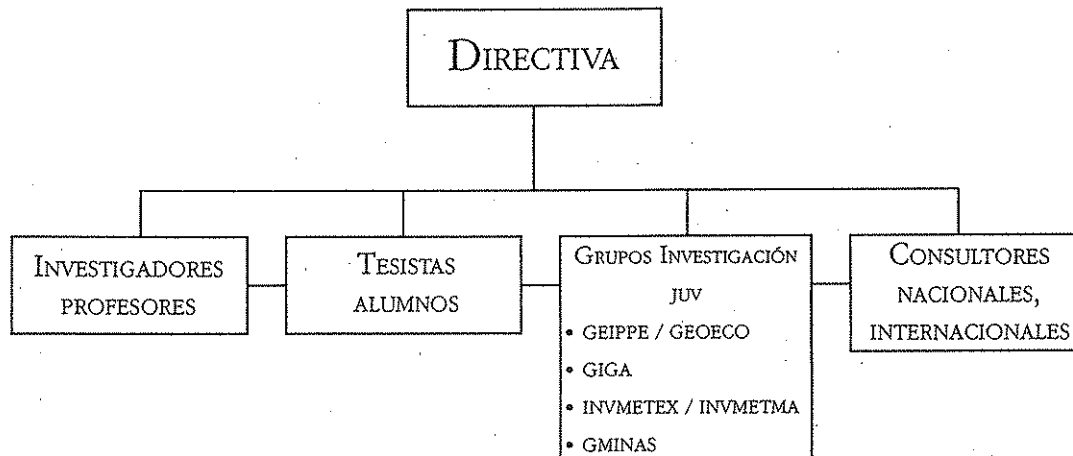
Costo total del proyecto: US \$ 50 000.

TOTAL DE INVERSIONES EN P. I. DE LA UPG: US \$ 808 000.

## II. UNIDAD DE INVESTIGACIÓN (UI) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS (UNMSM)

### • Recursos humanos involucrados

Esta Unidad de Investigación cuenta con una valiosa agrupación de 90 profesores investigadores inscritos en la base de datos del Consejo Superior de Investigaciones de la UNMSM, 10 alumnos tesistas de pregrado de los últimos ciclos y 5 alumnos tesistas de postgrado que desarrollan labor de investigación en la Unidad de Investigación, y además cuenta con 6 grupos de investigación juvenil constituidos por un total 50 alumnos, que se involucran en ciencia y tecnología dentro del campo geológico y minero. La unidad tiene soporte de 10 consultores nacionales y 7 consultores internacionales que apoyan a la Unidad de Investigación en I+D. Los miembros de la Directiva y el Cuerpo Consultivo poseen el grado de Master of Science o Magíster. El siguiente gráfico muestra la estructura organizativa de la Unidad de Investigación:



## LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

### INGENIERÍA GEOLÓGICA

- Estudios minerográficos, petrográficos, y de petrogénesis en los campos de la minería, petróleo, tectónica y estudios de geología regional.
- Estudios de investigación geológica en campos de geología aplicada e impacto ambiental.
- Estudios sobre desastres naturales: sismos, vulcanismo, huaicos, aluviones, fenómeno del Niño y sus implicancias en el desarrollo social, nacional e internacional.

### INGENIERÍA DE MINAS

- Evaluación ambiental territorial y planeamiento para reducción o eliminación de la contaminación de origen minero en cuencas.
- Energía y minas
- Protección ambiental en la actividad.

### INGENIERÍA METALÚRGICA

- Metalurgia del oro
- Hidrometalurgia de sulfuros
- Comportamiento de los materiales a la corrosión
- Comportamiento mecánico de los materiales con respecto a la estructura
- Cerámica
- Ciencia de los materiales
- Procesos químicos metalúrgicos
- Metalurgia y medio ambiente

### INGENIERÍA GEOGRÁFICA

- Gestión ambiental en actividades geológicas y mineras.
- Estudios ambientales en actividades geológicas y mineras: EIA (Evaluación de Impacto Ambiental), PAMA (Programa de Adecuación y Manejo Ambiental), EVAP (Evaluación Ambiental Preliminar), etc.

**Principales grupos de investigación en actual estudio**

Actualmente la Unidad de Investigación (UI) tiene los siguientes grupos de investigación trabajando en proyectos que subvenciona el Consejo Superior de Investigación (CSI) de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, que para el 2002 son:

**1. Evaluación de riesgos geológico-ecológico-ambientales del Puerto de Huarney.**

Responsable	Ing. Magíster Cabrera Carranza, Carlos
Miembro A	Ing. Magister Guadalupe Gómez, Enrique Ing. Cornejo Gonzales, Oswaldo Ing. Vidal Ascon, Alberto
Miembro B	Ing. Pacheco Abad, Renán Ing. Giraldo Vega, Alfredo Ing. Maldonado Dongo, Manuel, con estudios de postgrado.
Colaborador	Ing. Canchari Silverio, Godelia. Postgrado Ing. Arévalo Gómez, Walter A. Postgrado Ing. Espinoza Eche, José J. Bióloga Orozco Moreyra, Rita. Postgrado Estudiante Mayor Bolívar, Gustavo Estudiante Abello Montoya, Augusto Estudiante García Valencia, Juan

**2. Procesos de tostación-lixiviación de minerales auríferos con metales cianicidas.**

Responsable	Ing. M. Sc. Lovera Dávila, Daniel Florencio.
Miembro A	Ing. Puente Santiváñez, Luis. Postgrado
Miembro B	Ing. Quiñones Lavado, Lourdes J. Post grado. Ing. Pilar Angélica Avilés Mera.
Colaborador	Ing. Vidal Sixto Aramburú Rojas. Postgrado. Ing. Demetrio Palomino Cárdenas. Ing. Lizardo Alfredo del Valle Sánchez. Ing. Jorge Diego Carvajal. Ing. Luis Enrique Fernández Ladera. Ing. Rubén Darío Robles Vega Ing. Raúl Córdova Argüelles. Ing. Marcial Hebert Cupe Zea.

**3. Paleobotánica y dataciones radiométricas del evento volcánico de la provincia: Santa, departamento: Cajamarca.**

Responsable	Blgo. Prado Velazco, Isabel A. Postgrado
Miembro A	Ing. Vidal Ascon, Alberto
Miembro B	Ing. Morales Serrano, Luis G. Ing. Yllia Calderón, Roberto. Postgrado.
Colaborador	Ing. Woodcock, Deborah Ing. Acevedo Mallque, Moisés

**4. Mitigación de impactos ambientales ocasionados por la actividad minera en Huancavelica.**

Responsable	Ing. de La Cruz Carrasco, Estanislao. Postgrado.
-------------	--------------------------------------------------

Miembro A Ing. M.Sc. Guadalupe Gómez, Enrique  
Miembro B Ing. De La Cruz Lapa, Primo  
Ing. Rodrigo Sánchez, Zoila.  
Colaborador Ing. Zevallos Hasigawa, Christian  
Ing. Vargas Meyer, Luis

5. Flotación de minerales oxidados de plomo.

Responsable Ing. Azañero Ortiz, Ángel  
Miembro A Ing. M.Sc. Núñez Jara, Pablo  
Ing. Figueroa Loli, Melchor  
Miembro B Ing. León Delgado, Elard  
Ing. Fernández Salinas, Sósimo  
Colaborador Ing. Barzola Esteban, Edwin.

6. Investigación del sostenimiento activo de excavaciones mineras subterráneas y a cielo abierto mediante el mortero de resina con pernos y tendones de anclaje.

Responsable Ing. Ortiz Sánchez, Oswaldo  
Miembro A Ing. MS Iglesias León, Silvia  
Ing. Vidal Ascon, Alberto  
Miembro B Ing. Canchari Silverio, Godelia  
Ing. Giraldo Paredes, Emiliano M.  
Colaborador Ing. Postigo Pineda, Alfonso  
Ing. Tejada Liza, Gerardo.  
Ing. Fernández Cauti, Francisco D.

7. Controles y guías de mineralización de yacimientos peruanos.

Responsable Ing. Tumialán de La Cruz, Pedro.  
Miembro A Ing. M.Sc. Camploblanco Díaz, Santiago  
Ing. Saco Rodríguez, Oscar  
Ing. Guadalupe Gómez, Enrique  
Colaborador Estudiante La Madrid Peña, Juan.

8. Análisis y procesamiento de datos multiespectrales aplicando técnicas y herramientas hiperespectrales y mineralógicas: Cuadrángulo de Pausa, Ayacucho-Perú.

Responsable Ing. M.Sc. Villanueva Núñez, Robinson E.  
Miembro A Ing. M.Sc. Rivera Feijoo, Miguel  
Ing. Saco Rodríguez, Oscar  
Ing. Guadalupe Gómez, Enrique. Postgrado  
Colaborador Ing. Santos Paredes, Iván M.  
Estudiante Obeso Mestanza, Percy.  
Estudiante Ramírez Guillén, Miguel  
Estudiante Mayor Pastor, Santiago

9. Estudio del comportamiento de la cama fluidizada en la tostación.

Responsable Ing. Figueroa Loli, Melchor A.

Miembro A	Ing. M.Sc. Núñez Jara, Pablo A. Ing. Dionisio Padilla, Eusebio N. Ing. Vega Guillén, Víctor A.
Miembro B	Ing. Tabuchi Matsumoto, Edgardo J. Ing. Fernández Salinas, Sósimo I.
Colaborador	Ing. Aramburú Rojas, Vidal S. Ing. Caballero Ríos, Manuel Ing. Girón Bernero, Isaac.

Además, se tiene cinco proyectos que son los llamados sin financiamiento para el 2002.

1. Cultivo de la tara en suelos sin valores agrícolas  
Responsable: Ing. Primo de La Cruz
  2. Estudio geotécnico y riesgos sísmicos de los acantilados de las playas de Chorrillos  
Responsable: Ing. Churchill Vela Velásquez
  3. Evaluación de los impactos ambientales de la actividad minera (metálicos) en el departamento de Lima  
Responsable : Ing. Laili María Lau Luyo
  4. El grupo Moquegua, historia depositacional y su recolección en la tectónica actual  
Responsable : Ing. Javier P. Jacay Huarache
  5. Zonificación de riesgos por huaicos en el área de Comas y Carabaillo-Lima  
Responsable: Ing. Mg. Enrique Guadalupe Gómez
- Nº de Investigadores en áreas indicadas según líneas de investigación:

Áreas	Docentes investigadores
Manejo de aguas ácidas de mina	10
Manejo de pasivos ambientales y plan de cierre de minas	10
Hidrogeología y aguas subterráneas	5
Minería sostenible y desarrollo	5
Exploración y prospección sostenible	3
Teledetección y geofísica	2
Caracterización y valorización de recursos naturales	3
Gestión de recursos energéticos y naturales	4
Líneas híbridas (geoquímica, biogeoquímica, otros)	10
Alteraciones hidrotermales	3
Petrología y petrogénesis	3
Paleontología	3
Seguridad, calidad y medio ambiente	4
Ordenamiento territorial y ambiental	20
Metalurgia extractiva y materiales	20
Total de investigadores	105
Investigadores jóvenes (40%): 42	

#### - Producción científica

La producción científica en los últimos 5 años es de aproximadamente 50 publicaciones efectuadas en las revistas de investigación de la Facultad, sin contar la presentación de ponencias en congresos nacionales e internacionales, y el número de tesis de pregrado y

postgrado editadas. Las publicaciones están alojadas en el Sistema de Bibliotecas de la UNMSM disponibles en direcciones electrónicas.

La producción científica de los proyectos financiados en parte está publicada en la *Revista de la Unidad de Investigación*. De esta revista se han publicado 10 volúmenes desde 1998 al 2002.

#### Publicaciones de investigadores en revistas internacionales:

1. Lovera et al, *Leaching of Chalcopyrite in CUC12 - NaCl - 02 System* Publicado el: 01/01/1997. Fuente donde se publicó: *Proceedings of the Symposium of Material Processing Fundamentals TMS Annual Meeting USA, 1997*.
2. S. Iglesias, *El Rol del Impacto Ambiental en las Actividades Mineras: El Caso Peruano*, Tesis de Maestría, Universidad de Oxford Brookes, 1996, Inglaterra.
3. R. Villanueva, *Aplicación del análisis en componentes principales (ACP) y desarrollo de la Predicción Lineal de Banda (Lsfit), usando datos de Landsat TM5, en el cartografiado de alteraciones, en el cuadrángulo de Putina, al Este del Perú*, IX Simposio Latinoamericano de Percepción Remota Selper Argentina. Del 06 al 10 de noviembre del 2000, Puerto Iguazú, Misiones, Argentina.
4. R. Villanueva, *Aplicaciones de datos multi e Hiperespectrales en Exploración: Geología y Mineralogía*. Curso especializado utilizando el software Envi. NATQ Consulting Servicios Industriales Peñoles S.R. de C.V. del 24 al 27 de octubre del 2000. Metpec, México.
5. R. Villanueva et al, "Satellite Airborne and Ground Spectral Data applied to mineral exploration in Peru". *Proceedings of the Twelfth International Conference "Applied Geologic Remote Sensing"*. Practical Solutions for Real – World Problems, November 17, 1997. Denver, Colorado, U.S.A.
6. R. Coronado. *Validación del software EQ WIN para simulación de procesos electroquímicos que utilizan técnicas de impedancia* Universidad de Chile- 2002.
7. Perales et al. **Rocas y Minerales Industriales de Perú**, Instituto Tecnológico Geominero de España, Cited Pg. 355 – 380.
8. I. Prado, et al, "**Paleontological Resources Management Poster**". *Proceedings of the 6° Fossil Resource Conference*, USA 2001.
9. A. Romero. "**Comercio Internacional con Productos de América Latina**". Universidad Politécnica de Madrid – España 2001.
10. Espinoza "**Monitoreo Temporal de Hitos de Referencia en la Antártida**". Comité de Investigación Científica de la Antártida, Alemania y Australia, 2002.

#### Formación de investigadores

Los profesores responsables en su mayoría tienen estudios a nivel de postgrado, siendo el 20% de los profesores, participantes en proyectos de la Unidad de Investigación. Los 6 grupos juveniles de investigación son constantemente entrenados tanto en el campo como en laboratorios en los trabajos de investigación realizados por profesionales experimentados.

#### Recursos financieros disponibles

Los recursos con que cuenta la Unidad de Investigación son los que provee el Consejo Superior de Investigaciones de la Universidad, los que son canalizados del Tesoro Público. Para el período 1998-2002, estos recursos fueron entregados estadísticamente como se muestra a continuación:

AÑOS	1998	1999	2000	2001	2002
Totales en soles (S/.)	67 370	29 800	55 050	72 000	72 000

Estos fondos son pequeños, si consideramos por ejemplo que en los años 2001 y 2002 se habla de paquetes de 9 proyectos de investigación para cada año, lo que da aproximadamente S/. 8 000 anuales por proyecto. Existen también fondos exigüos para realizar tesis de pregrado.

#### Estudios de postgrado existentes

La Facultad cuenta con las siguientes maestrías:

##### a) Ingeniería Geológica

Maestrías en Minas y Recursos Energéticos

##### b) Ingeniería Metalúrgica

Maestrías en Ingeniería Metalúrgica.

Mención: Metalurgia Extractiva

Maestrías en Ingeniería Metalúrgica.

Mención: Metalurgia de Transformación y Ciencias de los Materiales

##### c) Ciencias Ambientales

Maestrías en Ciencias Ambientales:

Mención: Desarrollo Sustentable en Minería y Recursos Energéticos

Calidad: Muy buena

Demanda: Un promedio de 38,33 alumnos ingresantes por año, de acuerdo a estadísticas de los 3 últimos años (2000, 2001 y 2002) de la UPG de la FIGMMG-UNMSM.

#### • Cantidad y calidad de laboratorios

La Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica cuenta con laboratorios para el desarrollo académico de la preparación de los estudios de pregrado. El rendimiento de estos laboratorios para desarrollar trabajos de investigación con estándares internacionales es regular; dichos equipos están administrados por las Escuelas Académico Profesionales (EAP) de la mencionada Facultad.

Las escuelas de pregrado cuentan con los siguientes laboratorios:

#### EAP INGENIERÍA GEOLÓGICA

- Microscopía Óptica. (Académico y Servicios)
- Microscopía Electrónica. (Servicios e Investigación) \*
- Laboratorio de Química y Geoquímica. (Académico)
- Laboratorio de Mecánica de Suelos. (Académico y Servicios)
- Laboratorio de Petrología y Petrografía. (Académico y Servicios)
- Laboratorio de Mineralogía. (Académico)
- Laboratorio de Paleontología. (Académico).

\*El microscopio electrónico de barrido de última generación, valorizado en US \$ 180 000, fue obtenido con recursos generados por los profesores y alumnos de esta Escuela con la confección de las cuadrículas de la Carta Geológica Nacional a pedido del INGEMMET.

#### **EAP. INGENIERÍA DE MINAS**

- Laboratorio de Química y Análisis de Minerales.  
Se cuenta con equipo básico que funciona al 100% de uso académico; se realizan análisis clásico de vía húmeda, análisis cualitativos y cuantitativos.  
Su tiempo de funcionamiento va de 1994 hasta la fecha.
- Laboratorio de Petrología y Mineralogía.
- Laboratorio de Cómputo.  
Sala de cómputo con 10 equipos (monitor, CPU, teclado, Mouse); Pentium II, disco de 1-5Gb. Memoria Ram 32; Windows 98, Office 97.  
Software especializado: Datamine, Gemcom, Minesight, Soporte GIS.MB.

Servicios que brindan estos laboratorios:

- Peritaje minero
- Levantamiento topográfico
- Delimitación de concesiones mineras
- Estudio de impacto ambiental minero-metalúrgico
- Inspecciones ambientales y de seguridad minera
- Estudio de estabilidad de taludes en roca y suelo (relaveras y desmontes).
- Dimensionamiento de excavaciones subterráneas
- Dimensionamiento de infraestructura de mina
- Diseño de métodos de explotación subterránea
- Cálculo de límites finales de operaciones superficiales (método manual y heurístico)
- Planes de minado por periodos: corto, mediano y largo plazo en minería superficial y subterránea
- Cálculo de equipo minero superficial y subterráneo
- Estudio de sistemas de ventilación de minas subterráneas
- Cálculo económico de proyectos en minería
- Cálculo de reservas de mineral y factibilidad económica
- Cursos de capacitación para mando medio en minas subterráneas y superficiales
- Diseño y optimización de perforación y voladura
- Logística minera, inventario y lote económico

#### **EAP. INGENIERÍA METALÚRGICA**

##### **LABORATORIOS ACADÉMICOS**

Laboratorios de Metalurgia Extractiva:

Análisis químico e instrumental

Electroquímica

Flotación

Hidrometalurgia

Lixiviación

Molienda y preparación

Pirometalurgia

Tamizaje

Tostación

Planta piloto de procesamiento de minerales y flotación (planta del JICA).

**Laboratorios de Metalurgia Física y Transformación:**

Corrosión  
Ensayos universal  
Metalografía  
Microscopía  
Soldadura  
Tratamientos térmicos

**LABORATORIOS PARA SERVICIOS:**

Flotación  
Tostación, laboratorio de lixiviación y electroquímica  
Molienda y preparación  
Tamizaje  
Pirometalurgia  
Hidrometalurgia  
Análisis químico

**METALURGIA DE TRANSFORMACIÓN:**

Taller de fundición  
Laboratorio de metalografía  
Laboratorio de microscopía  
Laboratorio de tratamientos térmicos  
Laboratorio de corrosión  
Taller de soldadura  
Laboratorio de ensayos universal.\*

**PLANTA PILOTO**

Planta piloto de procesamiento de minerales y flotación.

\*El equipo de ensayos universal fue adquirido con los recursos generados por los profesores mediante los trabajos ejecutados por el CEPROMA (Centro de Producción, Servicios Metalúrgicos y Ambientales), el cual es una Unidad de Gestión de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Metalúrgica; cuya misión fundamental es vincular a ésta con el sector industrial del país, prestando servicios a las empresas con relación a sus requerimientos de asistencia técnica, capacitación y análisis de laboratorios.

**EAP INGENIERÍA GEOGRÁFICA**

- Laboratorio de contaminación ambiental (suelo, atmosférico) (Académico y Servicios)
- Laboratorio de fotogrametría (Académico y Servicios)
- Gabinete de topografía (Académico y Servicios)
- Sala de cómputo (Académico y Servicios).

La Unidad de Investigación de la FIGMMG de la UNMSM manifiesta que para apoyar a las investigaciones y desarrollo nacional, sería importante la adquisición del siguiente equipamiento para el período 2003 al 2006:

## REQUERIMIENTOS EN EQUIPAMIENTO PARA LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN PARA 2003-2006:

1. Espectrofotómetro con Software
2. 10 Estaciones de trabajo para proyectos de inversión y red minera
3. Magnetómetro
4. Laboratorio de análisis de calidad de agua
5. Laboratorio de calidad de aire
6. Unidad de monitoreo de calidad de aire en la ciudad de Lima
7. Laboratorio de sistema de información geográfica (GIS).
8. Laboratorios de mecánica de suelos y mecánica de rocas
9. Equipo de proyección completo (PC, proyector multimedia, Laptop)
10. Sismógrafo
11. Módulo de sondeo y diagrafas
12. Estación total
13. Balanzas analíticas
14. Equipo de absorción atómica con lámparas múltiples
15. Multímetros digitales
16. Piezómetros
17. Espectrofotómetros portátiles
18. Reactores autoclaves
19. Sistema de separación - hidrociclón
20. Televisor y VHS
21. Cámaras digitales
22. Vídeo filmadoras profesionales
23. 12 Computadoras PC y equipos de digitalización de videos
24. Perforadora diamantina mediana
25. Microanalizador de partículas computarizado
26. Viscosímetro computarizado
27. Equipo de analizador de efluentes en el campo
28. Laboratorio de meteorología computarizada<sup>76</sup>

### • Redes de investigación

#### Red interna de institutos de investigación multidisciplinaria

El Consejo Superior de Investigaciones de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos cuenta con aproximadamente 40 Institutos de Investigación; la Unidad de Investigación de la FIGMMG de la UNMSM ha planteado la creación de la Red de Institutos de Investigación en los temas de Minería, Energía, Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, la cual está en la fase de desarrollo para su posterior puesta en marcha.

Los participantes en esta red estarían constituidos por las Facultades de Ingeniería sobre Geología, Minería, Metalurgia, Geografía, Química e Ingeniería Química, Ingeniería Industrial, Ciencias Sociales, Educación, Administración, Derecho, Ingeniería de Sistemas, Ingeniería Electrónica, las cuales están conectadas en forma horizontal y holísticamente. Entre los investigadores de este centro se nota una buena voluntad y liderazgo positivo para la cooperación horizontal.

Los pasos que se han dado son:

1. Día Mundial de la Tierra (febrero-abril 2002)
2. Día Mundial del Medio Ambiente (mayo 2002)
3. Cumbre de la Tierra (julio-setiembre 2002)

A la fecha se han logrado los siguientes productos:

- Integración en red de los institutos de investigación de la UNMSM.
- Biblioteca virtual de medio ambiente y desarrollo sostenible.
- Foro nacional de desarrollo sostenible.
- Bolsa de proyectos de inversión.

#### Red externa de institutos de investigación universitaria

En forma análoga, a nivel nacional la Unidad de Investigación está trabajando el planeamiento y diseño para la instalación de las redes de información, investigación y desarrollo que integrarán a las instituciones del sector gubernamental y no gubernamental, incluyendo empresas mineras, sociedades civiles, universidades y otros, a saber:

- **Red de Centros e Institutos en Investigación y Desarrollo de Procesos Metalúrgicos.** Esta red vincula a los centros de investigación metalúrgica de las universidades, empresas mineras y consultoras, para realizar trabajos de investigación, capacitación y de los recursos humanos de las instituciones participantes, buscando la excelencia profesional y la solución de problemas prioritarios. (Su lanzamiento está previsto para diciembre del 2002.)
- **Red Andina de Municipios Mineros.** Esta Red tiene por objetivo vincular a los municipios de los distritos mineros, desarrollando proyectos de cartografía social, planes de ordenamiento territorial ambiental, desarrollo urbano participativo, etc. (Su lanzamiento está previsto para el 2003.)
- **Red de Recursos Mineros y Energéticos y Desarrollo Sostenible.** Basado en el proyecto M de las Naciones Unidas para el Comercio y Desarrollo, para la creación de una Red Latinoamericana y del Caribe, bajo el Convenio Marco entre la UNMSM – UNCTAD. (Su Lanzamiento está previsto para el 2003.)

#### • Cantidad y calidad de equipamiento disponible

En cuanto a la cantidad y calidad del equipamiento disponible, la UI manifiesta que es necesario reemplazarlos, dado el poco tiempo de vida útil que tienen, para disponer de equipos de acuerdo a los estándares de calidad ISO 9000:

- 13 Microscopios ópticos
- 1 Estación total
- Tableros Digitalizados
- 50 Computadoras Pentium I
- Teodolitos
- 2 GPS.

#### • N° de bibliotecas

La UI cuenta con bibliotecas en las Escuelas de Geología, Ingeniería Metalúrgica y Minas, con libros, revistas especializadas hasta aproximadamente los años 70-80, pero por razones

deficitarias de presupuestos no adquirió las ediciones más recientes. La UI vino remediando esta situación con el empleo de otras bibliotecas más actualizadas y a la vez especializadas, tales como las de PETROPERU, Colegio de Ingenieros del Perú, Sociedad Geológica del Perú, Instituto de Ingenieros de Minas del Perú, INGEMMET, INRENA, etc.; además estuvo recibiendo informaciones de bases de datos de universidades extranjeras. La UI tiene pocas computadoras para consulta de alumnos, por lo que manifiesta que es necesario reforzar e integrar una red de bibliotecas de la Facultad con la de la Biblioteca Central de la Universidad. La UI cuenta con una hemeroteca no reconocida de Ingeniería Geográfica, faltándole libros y revistas actualizadas por falta de dinero.

- **Revistas científicas**

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la UNMSM cuenta con una revista de divulgación científica y tecnológica impresa con código ISSN 1561-0888 y otra en versión electrónica con código ISSN 1682-3087. Edita la revista 2 veces por año.

- **Otros aspectos importantes**

Proyectos de investigación y desarrollo de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la UNMSM que necesitan financiamiento:

1. **Red Iberoamericana de Recursos Mineros y Desarrollo Sostenible**  
Proyecto que se viene implementando con el auspicio de la Comisión de las Naciones Unidas para el Comercio y el Desarrollo (UNCTAD) y la UNMSM.  
Encargado del proyecto: Dr. Brian Chambers (UNCTAD).  
Ing. Daniel Lovera Dávila M.Sc. (IIGEO de UNMSM).  
Inversión: US \$ 200 000 (Fase de Implementación).
2. **Red Andina de Ciudades Mineras en Alta Montaña**  
Proyecto que se viene implementando con el auspicio del Instituto de Altas Montañas de las Naciones Unidas y de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica.  
Encargado: Ing. Daniel F. Lovera Dávila (IIGEO de UNMSM).  
Inversión: US \$ 150000 (Fase de Implementación).
3. **Red de Información de Municipios Mineros**  
Proyecto que se viene implementando en el marco del Programa M de la Cuenta de las Naciones Unidas (UNCTAD) y el IIGEO-UNMSM.  
Encargado: Ing. Daniel F. Lovera Dávila (IIGEO de UNMSM).  
Inversión: US \$ 200 000 (Fase de Implementación).
4. **Proyecto de Ordenamiento Territorial Ambiental de la Provincia de Yauli- La Oroya**  
Proyecto que está en fase de estudio con el Gobierno Regional Cáceres y el IIGEO de la UNMSM.  
Encargado: Ing. Daniel F. Lovera Dávila (IIGEO de UNMSM).  
Inversión: US \$ 100 000.
5. **Proyecto Ordenamiento Territorial y Ambiental de los Humedales de Ventanilla**  
Proyecto en fase perfil entre la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

- Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica y la Universidad Nacional del Callao.  
Inversión: US \$ 100 000.
6. **Proyecto de Instalación de un Wetland Piloto en la UNMSM**  
Fase Perfil del IIGEO de la UNMSM.  
Inversión: US \$ 50 000.
  7. **Programa de Asistencia Técnica a Pequeños Mineros y Artesanos**  
Plantear proyectos, asistencia técnica y consultoría especializada a los pequeños mineros y artesanos en prospectos auríferos y polimetálicos.  
Inversión: US \$ 200 000  
Ejecutante: IIGEO de UNMSM.
  8. **Estudios de Lixiviación Bacteriana de Minerales Marginales de Oro**  
Investigar los relaves y minerales marginales para su procesamiento vía lixiviación bacteriana para recuperar los tenores de oro presentes, en la pequeña y mediana minería.  
Inversión: US \$ 100 000  
Ejecutante: IIGEO de la UNMSM – Pequeña Minería  
Situación: A nivel de perfil preliminar.
  9. **Preaeración de Minerales Auríferos Piríticos**  
Plantear la recuperación tecnológica del oro a partir de minerales sulfurados auríferos piríticos, para así resolver los problemas que tienen la pequeña minería y la artesanal con el castigo de sus productos concentrados, o los problemas tecnológicos que impiden la puesta en marcha de muchos prospectos mineros auríferos.  
Inversión: US \$100 000.  
Ejecutante: IIGEO de la UNMSM – Pequeña Minería.
  10. **Desarrollo Urbano Participativo Ambiental en Comas-Lima.**  
Se trata de procesar las aguas servidas mediante una planta de tratamiento tipo *Wetland*, a fin de aprovechar el agua para la revegetación de sus partes altas que están carentes del vital líquido, y de ese modo formar un cordón ecológico ambiental que minimice la contaminación existente.  
Inversión: US \$ 200 000  
Ejecutante: IIGEO de la UNMSM – Municipalidad del Distrito de Comas.
  11. **Empleo de Radar para Evitar Sismos y Huaicos en Zonas Andinas**  
Se trata de desarrollar estudios a nivel de radar para generar una base de datos que permita tomar medidas de prevención en caso de sismos y huaicos.  
Inversión: US \$ 200 000.  
Ejecutante: Universidad de Florencia y la Unidad de Investigación IIGEO de la UNMSM.
  12. **Estudio del Ordenamiento Territorial y Ambiental del Lago Junín**  
Se trata de hacer un estudio de ordenamiento y valorización de recursos así como también crear una base de datos en todo lo referente a los recursos naturales, biodiversidad y medio ambiente del lago Chinchaycocha en el departamento de Junín.  
Inversión: US \$ 200 000.  
Ejecutante: IIGEO de la UNMSM – Gobierno Regional.

### III. FACULTAD DE GEOLOGÍA, GEOFÍSICA Y MINAS (FGGM) DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA (UNSA)

La enseñanza de la Geología en la UNSA de Arequipa tuvo su inicio por el año 1938. En 1968 se crea el Programa Académico de Geología; debido a la necesidad de investigación en el campo de las ciencias geofísicas, en 1959 se crea el Instituto Geofísico de la UNSA; en 1975 se crea la Escuela de Geofísica, y finalmente en 1995 se crea la Escuela de Minas, consolidándose aún más el campo de la investigación científica y tecnológica de las Ciencias de la Tierra (*earth sciences*) en esta universidad.

El cuadro que sigue resume la cantidad de docentes y alumnos que tiene, por cada escuela, la Facultad de Geología, Geofísica y Minas (FGGM) en la actualidad:

2002	Geología	Geofísica	Minas	Total
Docentes	20	06	04	30
Alumnos	443	179	380	1002

#### • Recursos humanos involucrados

Número de investigadores disponibles: 30, entre los que hallamos 20 activos jóvenes. El 30% de los investigadores tienen estudios de postgrado y amplia experiencia en su especialidad. Además, existe un potencial de investigadores entre los alumnos de los 2 últimos ciclos de los programas de estudio. Nótese en el cuadro anterior la gran cantidad de alumnos (823) en Geología y Minas que hay entre los 10 ciclos académicos de la Facultad.

Producción científica: las investigaciones concluidas en los últimos cinco años fueron 53 en la Facultad de Geología, Geofísica y Minas-FGGM de la UNSA (Ver \*ANEXO A al final de esta sección III).

Formación de investigadores: 2D, 5M, 7EPG (ingenieros de escuelas profesionales). Los investigadores se forman en esta Facultad "haciendo el camino al andar", es decir, los profesionales egresados ganan experiencia en la investigación, participando en los grupos de trabajo que ejecutan los P. I.

Recursos financieros disponibles: La FGGM manifiesta que en el presente año no dispone de estos recursos: Sin embargo, es muy destacable que algunos docentes han estado llevando a cabo sus investigaciones con sus propios recursos.

Estudios de postgrado existentes: Esta universidad no ofrece programas de postgrado en las áreas de Geología, Geofísica y Minería.

#### • Laboratorios:

- Petrología
- Mineralogía
- Fotointerpretación
- Sensores remotos
- Sedimentología
- Topografía
- Mecánica de suelos

- Equipamiento disponible:

- Microscopios
- Petrótomos
- Niveles
- Teodolitos
- Estereoscopios

- Número de bibliotecas:

- De la Facultad de Geología, Geofísica y Minas
- Del Instituto Geofísico Characato
- De Ingenierías

- Revistas científicas:

- *Economic Geology*
- *Journal of Geophysical Research*
- *AAPG*
- *Sociedad Geológica.*

- Otros aspectos importantes

- Cooperación y vinculación

La UNSA al poder realizar convenios de diversa índole, como aquellos para el intercambio cultural y tecnológico con universidades e instituciones afines del país y extranjero, ha venido logrando una mayor acreditación y prestigio universitario.

En este sentido, la Facultad de Geología, Geofísica y Minas (FGGM) ha realizado convenios con diferentes instituciones nacionales y extranjeras, como por ejemplo:

- UNSA – INGEMMET
- UNSA – PNUD
- UNSA – INDECI
- UNSA – ORDESUR
- UNSA – NASA de EEUU.
- UNSA – UNESCO
- UNSA – AECI
- UNSA – Municipios.

- Potencialidad del área

Hasta el presente año, los diferentes grupos de investigación han desarrollado trabajos en estrecha relación con las instituciones públicas o privadas, referidos principalmente a:

- Cartografía geológica regional
- Evaluación de recursos metálicos y no metálicos
- Aplicación de métodos geofísicos en la prospección, con fines de minería, geotecnia, aguas subterráneas, diagnóstico medioambiental, etc.
- Evaluación geotécnica para obras civiles

- Riesgos geológicos
- Evaluación del impacto ambiental (EIA).

Estos trabajos se deben principalmente a la forma como son ofrecidos los servicios, mediante los cuales se captan y/o materializan indirectamente proyectos de investigación para la FGGM:

1. Topografía y geodesia:

1.1. SERVICIOS OFRECIDOS

a) De generación inmediata

- Levantamientos topográficos a diferentes escalas
- Levantamientos topográficos con diferentes fines específicos
- Replanteo topográfico

b) Futuros

- Levantamientos topográficos con equipos electrónicos
- Restitución aerofotográfica
- Información topográfica computarizada

1.2. RECURSOS MATERIALES

a) Disponibles

- Teodolitos
- Planchetas
- Brújulas
- Altimetros
- Niveles

b) Requeridos

- Estación total
- Distanciómetro
- GPS's (*Global Positioning System*)
- Softwares aplicativos

2. Tecnología de rocas, minerales y fósiles:

2.1. SERVICIOS OFRECIDOS

a) De generación inmediata

- Análisis mineralógico y mineralográfico
- Análisis petrológico y petrográfico
- Preparación de cuerpos de prueba
- Análisis de elementos mediante microscopía electrónica
- Reconocimiento y sistematización de moldes fósiles y fósiles
- Reconocimiento y sistematización de microfósiles
- Preparación de moldes fósiles con diferentes fines

b) Futuros

- Análisis de propiedades físicas de rocas
- Análisis de propiedades mecánicas de rocas
- Análisis de alterabilidad de rocas
- Ensayos característicos para rocas ornamentales
- Ensayos característicos para agregados

2.2. RECURSOS MATERIALES

a) Disponibles

- Microscopios
- Petrótomos

- Microscopio electrónico
- b) Requeridos
  - Equipo de compresión simple para ensayos en roca
  - Equipo de carga puntual
  - Equipo de corte directo
  - Juego de tamices ASTM, completo
  - Perforadora para sacar testigos
  - Equipo de ultrasonido
  - Ensayo de abrasión Los Ángeles
- 3. Cartografía Geológica:
  - 3.1. SERVICIOS OFRECIDOS
    - a) De generación inmediata
      - Levantamientos geológicos, basados en trabajo de campo y con utilización de fotografías aéreas e imágenes satelitales.
      - Levantamiento geológico en escala regional y local
      - Levantamiento geológico en escala de semidetalle y detalle
      - Levantamientos geológicos especializados
    - b) Futuros
      - Manejo de SIG's (Sistema de Información Geográfica).
  - 3.2. RECURSOS MATERIALES
    - a) Disponibles
      - Estereoscopios
      - Laboratorio de tecnología de rocas, minerales y fósiles
      - Servicio de topografía y geodesia
      - Movilidad
      - Equipo de campo
    - b) Requeridos
      - Softwares aplicativos
- 4. Exploración y desarrollo minero
  - 4.1. SERVICIOS OFRECIDOS
    - a) De generación inmediata
      - Prospección geológica de yacimientos minerales
      - Prospección geoquímica de yacimientos minerales
      - Análisis estadístico y geoestadístico de datos de muestreo
      - Evaluación geoeconómica de yacimientos minerales metálicos y no metálicos
      - Asesoramiento para la explotación y planeamiento minero
      - Auditoría e inspectoría en seguridad e higiene minera
    - 4.2. RECURSOS MATERIALES
      - a) Disponibles
        - Servicio de cartografía geológica
        - Laboratorio de tecnología de rocas, minerales y fósiles
        - Servicio de topografía y geodesia
        - Movilidad
        - Equipo de campo
      - b) Requeridos
        - Espectrómetro de masa

- Anemómetro
- Detector de gases
- Decibelímetro
- Cámara fotográfica
- Softwares aplicativos

## 5. Geotecnia e hidrogeología

### 5.1. SERVICIOS OFRECIDOS

#### a) De generación inmediata

- Caracterización y análisis geomecánico de macizos terrosos y rocosos con fines de soporte o sostenimiento para obras civiles, mineras y otros.
- Evaluación de propiedades mecánicas de suelos y rocas.
- Zonificación de riesgos geológicos naturales: deslizamientos de laderas, inundaciones, etc.
- Zonificación de riesgos geológicos inducidos: ruptura de presas, inestabilidad de taludes, inestabilidad de túneles, inestabilidad de cimentaciones, contaminación de aguas y suelos, etc.
- Recomendaciones con fines de estabilización y mejoramiento de macizos.
- Evaluación hidrológica de cuencas.
- Prospección y evaluación de acuíferos.

#### b) Futuros

- Instrumentación y monitoreo de macizos geológicos.
- Modelamiento geomecánico.
- Instrumentación de acuíferos.

### 5.2. RECURSOS MATERIALES

#### a) Disponibles

- Servicio de cartografía geológica
- Laboratorio de tecnología de rocas, minerales y fósiles
- Servicios de topografía y geodesia
- Movilidad o transporte
- Equipo de campo
- Equipos geofísicos

#### b) Requeridos

- Softwares especializados
- Martillo de Schmidt

## 6. Geofísica

La Escuela Profesional de Ingeniería Geofísica viene funcionando desde 1974, y está formando profesionales en el área de Ingeniería Geofísica. Es importante resaltar que es la única Escuela Profesional de pregrado existente en el Perú, la misma que trabaja en una relación muy estrecha con el Instituto Geofísico de la UNSA, teniendo en cuenta que sus docentes también son miembros integrantes de dicho instituto.

En la Facultad, el área de Geofísica está definida por las instalaciones y personal docente perteneciente al Instituto Geofísico de la UNSA. El Instituto Geofísico de la UNSA es una entidad científica sin fines de lucro, y desde su fundación ha desarrollado el estudio sistemático de la geodinámica interna y externa de la tierra de la parte sur del Perú, principalmente en el área de Sismología, Magnetismo Terrestre, Meteorología, Gravimetría y Deformación Cortical y Geofísica Aplicada, contribuyendo a la solución de problemas regionales y locales, brindando así mismo apoyo en la prestación de servicios y proyección social a pueblos, comunidades, a la ciudad de Arequipa y a entidades públicas y privadas.

Por otro lado, es importante resaltar la aplicación de la geofísica en los trabajos de prospección y exploración de recursos minerales.

#### Sección de Geofísica Aplicada

Esta sección realiza labor de prestación de servicios a solicitud de personas naturales, instituciones, asociaciones, etc. Se encarga de la búsqueda de recursos naturales. Presenta una línea permanente de investigación denominada: "Trabajos de Prospección Geofísica, para Estudios Geológicos, Geotécnicos, Búsqueda de Recursos Naturales, Obras Civiles y otros".

#### Estación de Rastreo de Satélites

En 1984, la NASA y la UNSA celebraron un convenio para continuar con la operación de la Estación Láser de Rastreo de Satélites, la que inició sus actividades en 1959 a cargo de la Smithsonian Institution. Cuenta con presupuesto propio.

#### Objetivos:

- Estudio del desplazamiento de las placas tectónicas, mediante rastreo de satélites geofísicos.
- Estudio de deformación cortical.
- Estudio gravitacional.
- Estudio del desplazamiento de los polos.
- Estudio de las mareas terrestres.
- Estudio de corrientes eléctricas en alta atmósfera.

#### • Recursos humanos del Instituto de Geofísica

El Instituto Geofísico está conformado por el siguiente personal, cuya composición, orden jerárquico y labor se muestran a continuación:

Nombre	Cargo
<b>Sección de Sismología</b>	
Ing. Roberto Kosaka Masuno	Vicerrector Académico de la UNSA
	Asesor de la Sección de Sismología
Ing. Armando Minaya Lizárraga	Jefe de Sección: Sismología
Ing. Javier Ticona Paucara	Asistente de Sección de Sismología
Ing. Víctor Aguilar Puruhuaya	Asistente de Sección de Sismología
<b>Sección de Magnetismo Terrestre</b>	
Ing. Héctor E. Palza Arias- Barahona	Director del IGUNSA Jefe de Sección Magnetismo Terrestre y Eléctrica. Jefe de Sección Geofísica Aplicada
Bach. José Campano Frisancho	Asistente de la Sección
Bach. Ángel Cáceres Andrade	Asistente de la Sección
<b>Sección de Meteorología</b>	
Ing. Édgar Gonzales Zenteno	Jefe de la Sección de Meteorología
Ing. Roberth Salazar Loayza	Asistente de la Sección y Actual Jefe (e) de la Sección de Meteorología
Bach. Eduardo Farfán Bazán	Asistente de la Sección de Meteorología
<b>Sección de Gravimetría y Deformación Cortical</b>	
Ing. Jorge Aurelio Soto Vásquez	Jefe de la Sección de Gravimetría y Deformación Cortical
Ing. Olger Benavides Aranibar	Asistente de la Sección de Gravimetría y Deformación Cortical

Nombre	Cargo
<b>Sección de Geofísica Aplicada</b>	
Ing. Roberto Kosaka Masuno	
Ing. Héctor E. Palza Arias- Barahona	
Ing. Armando Minaya Lizárraga	
Ing. Edgard Gonzales Zenteno	
Ing. Jorge Soto Vásquez	
Ing. Javier Ticona Paucara	
Ing. Víctor Aguilar Puruhuaya	
Ing. Roberth Salazar Loayza	
Bach. Luis Bustamante Valdivia	
Bach. José Campano Frisancho	
<b>Personal Estación NASA-LASER</b>	
Tc. Lucano Valdivia Víctor Manuel	Jefe de la Estación NASA-LÁSER
Ing. Valverde Begazo Jorge Isaac	Observador (Rastreo de Satélites)
Sr. Gómez Calizaya Mariano Vidal	Observador (Rastreo de Satélites)
Ing. Yanyachi Aco-Cárdenas Manuel	Observador (Rastreo de Satélites)
Sra. Cáceres Rioja María Janet	Secretaria (Asistente del Jefe de la Estación y Jefe de Logística)

• Redes de investigación del Instituto Geofísico

Las investigaciones que realiza el Instituto Geofísico las ejecuta a través de las Secciones que lo constituyen:

- Convenio UNSA-NASA de EEUU.
- Convenio UNSA-INGEMMET
- Convenio UNSA-ORDESUR
- Convenio UNSA-PNUD
- Convenio UNSA-INDECI
- Convenio UNSA-USP (Instituto Astronómico y Geofísico de la Universidad de Sao Paulo-Brasil).

• Conclusiones:

- La Facultad de Geología, Geofísica y Minas y el Instituto Geofísico de la UNSA son entidades que debido a su trayectoria académica y científica, y en razón de su ubicación regional estratégica, han logrado un prestigio a nivel nacional e internacional gracias a la calidad de sus egresados, el nivel de sus trabajos de investigación, y por la prestación de servicios que brinda a la comunidad nacional.

- La Universidad cuenta con la infraestructura y equipos básicos para desarrollar trabajos de investigación, prestación de servicios y proyección social.

\*ANEXO A

Líneas de Investigación e Investigaciones Concluidas, FGGM - UNSA

Líneas de Investigación

01	Geología Regional	GR
02	Evaluación de Recursos Metálicos y No Metálicos en la Región Sur del Perú	ER
03	Evaluación de Cuencas Sedimentarias por Recursos Minerales Energéticos	EC
04	Geología Ambiental	GA
05	Evaluación Geotécnica de Obras Cíviles y Mineras	GT
06	Magmatismo en la Región Sur del Perú	MG
07	Riesgo Geológico	RG
08	Características Sísmicas y Tectónicas Locales y Regionales	ST
09	Deformación Cortical y Anomalías de la Gravedad en la Región Suroeste	GV
10	Anomalías de Conductividad Debajo de los Andes y Comportamiento del Campo Magnético en la Región y Paleomagnetismo Local y Regional	MG
11	Características Climáticas de la Región de Arequipa	CL
12	Tecnología Extractiva y Evaluación de Minas	TM
13	Informática Aplicada	IA

FACULTAD DE GEOLOGÍA, GEOFÍSICA Y MINAS PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN 1997  
(Concluidos)

Integrantes	Línea	Artículo III. Título	Avance	
			Fecha	(%)
Pablo Meza A.	RG	Diagnóstico acerca de técnicas de evaluación del riesgo geológico de deslizamientos inducidos por sismos en el Perú	1997	100

FACULTAD DE GEOLOGIA, GEOFÍSICA Y MINAS PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN 1998  
(Concluidos)

Integrantes	Línea	Artículo III. Título	Avance	
			Fecha	(%)
Jorge Soto V.		Sondaje eléctrico vertical en el centro Turístico Sambala, distrito de la Joya - Arequipa	1998	100
Armando Minaya L.	ST	Estudio de las vibraciones del suelo en la empresa Sarfatty, distrito de Arequipa	1998	100
Jorge Soto V.		Sondaje eléctrico vertical en Río Seco de Cerro Colorado	1998	100
Jorge Soto V. Hector Palza A-B.		Estudio de sondajes eléctricos en la zona de PP. JJ. de Chirihuana y Víctor Maldonado, distrito de Sachaca, Arequipa	1998	100
Jorge Soto V.	CL	El Niño y sus efectos en Arequipa	1998	100
Pablo Meza A.	GT	Características geotécnicas de rocas blandas con énfasis en tobas	1998	100

FACULTAD DE GEOLOGÍA, GEOFÍSICA Y MINAS PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN 1999 (Concluidos)				
Integrantes	Línea	Artículo III. Título	Avance	
			Fecha	(%)
Juan Ramón P.	TM	Evaluación comparativa de camiones de acarreo de tracción mecánica vs. camiones de tracción eléctrica en minería superficial	1999	100
Ricardo Espinoza A.	ER	Recursos no metálicos de Arequipa	1999	100
Álvaro Carpio B.	GR	Análisis sismoestratigráfico del anticlinal Aguaytía L31C, cuenca del Ucayali	1999	100
Álvaro Carpio B.	GR	Análisis tectónico-estructural del sector Batolito de la Caldera (Tiabaya)	1999	100
Alberto Aranibar R.	ER	Mineralogía de yacimientos del sur del Perú	1999	100
Jorge Soto V.		Sondaje eléctrico vertical en la zona de Puca, distrito de Pampacolca, Arequipa	1999	100
Jorge Soto V.		Prospección geoelectrica para aguas subterráneas en el anexo de Cachendo, en el distrito de Cocachacra, Islay, Arequipa	1999	100
Jorge Soto V.		Sondaje eléctrico vertical en Río seco de Cerro Colorado	1999	100
Jorge Soto V.		Sondaje eléctrico vertical en el sector Cacapata de Characato, Región Arequipa	1999	100
Pablo Meza A. Aníbal Lajo S.	GR	Estudio geológico del Proyecto Angostura	1999	100
Jorge Soto V.		Sondaje eléctrico vertical en el Parque Industrial Cercado Arequipa	1999	100
Jorge Soto V.		Prospección geofísica para aguas subterráneas en el distrito de Imata, localidad de Antasaya, región Arequipa	1999	100
Jorge Soto V.		Prospección geofísica para aguas subterráneas en la localidad de Hospicio y Quebrada el Molle en Pampa Baja, Majes, región Arequipa	1999	100
Fernando Núñez Ch. Miguel Manrique L.	ER	Características de la mineralización aurífera en la cordillera oriental del Perú	1999	100

FACULTAD DE GEOLOGÍA, GEOFÍSICA Y MINAS PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN 2000 (Concluidos)				
Integrantes	Línea	Artículo III. Título	Avance	
			Fecha	(%)
Héctor Palza A-B	MG	Determinación de las variables magnéticas para los años 1997-1998 y tendencias de la variación del campo magnético	2000	100
Édgar Gonzales Z.	CL	El Niño y sus efectos en Arequipa	2000	100
Édgar Gonzales Z.	CL	Cálculos del día solar	2000	100
Héctor Palza A-B Édgar Gonzales Z.	GT	Estudio geofísico para la construcción de una presa en Río Blanco, Chuquibamba, provincia de Condesuyos, Arequipa	2000	100
Álvaro Carpio B.	GR	Análisis geológico estereográfico e interpretación de estructuras, al suroeste de Tiabaya y norte de Cerro Verde	2000	100
Álvaro Carpio B.	GR	Estudio estereográfico del junturamiento del gneis Molebaya	2000	100
Pablo Meza A. Armando Minaya L.		Estudio del peligro sísmico, distrito de San Antonio de Chaca: Presa Bamputañe	2000	100
Jorge Teruya T.	TM	Estructuras geológicas, influencia en la voladura superficial	2000	100
Sebastián Zúñiga M.	CL	Evaluación de las condiciones termopluviométricas y su influencia en la agricultura de la región de Arequipa	2000	100
Ricardo Espinoza A.	GR	Petrología de los cerros de la Caldera y alrededores	2000	100
Álvaro Carpio B.	GR	Monografía sobre la evolución andina al noroeste de Arequipa	2000	100
Melecio Lazo A. Armando Minaya L.	ST	Determinación del peligro sísmico para la ciudad de Arequipa-Sur del Perú	2000	100
Melecio Lazo A. Armando Minaya L.	ST	Sismos destructivos recientemente ocurridos en Arequipa-Sur del Perú	2000	100
Guido Salas A. Antenor Chávez V.	GR	Revisión y actualización geológica del cuadrángulo de Arequipa	2000	100
Héctor Palza A-B. Jorge Soto V. Hipólito Portilla P.		Estudio geofísico: método de resistividad e hidrológico en el distrito de la Punta de Bombón, provincia de Islay, región de arequipa	2000	100
Hector Palza A-B. Jorge Soto V. Armando Minaya L.		Estudio geofísico mediante el método de resistividad en el distrito de JLB	2000	100
Hector Palza A-B. Jorge Soto V. Armando Minaya L. Roberto Kosaka M.		Estudio geofísico mediante los métodos de resistividad y sísmica de refracción en el campus universitario de la UNSA, con la finalidad de detectar agua subterránea y su posterior utilización	2000	100
Aníbal Lajo S.	GR	Geología de la represa de San José de Uzuña	2000	100
Hector Palza A-B. Armando Minaya L. Javier Ticona P.		Estudio geofísico mediante el método de resistividad en el Vivero Municipal (parque zonal) del distrito de Socabaya		
Armando Minaya L.	ST	Estructura y actividad del volumen sísmico en la zona de subducción, en el sur del Perú (13°S - 18,5°S)	2000	100
Pablo Meza A.	GT	Condicionantes geotécnicos de la Presa Angostura	2000	100
José Cuadros Paz	RG	Geomorfología, expansión urbana y riesgo volcánico de la ciudad de Arequipa	2000	100

FACULTAD DE GEOLOGÍA, GEOFÍSICA Y MINAS PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN 2001 (Concluidos)				
Integrantes	Línea	Artículo III. Título	Avance	
			Fecha	(%)
Álvaro Carpio B.	GA	Desarrollo geoambiental sostenible	2001	100
Álvaro Carpio B.	GA	Diseño geoambiental y desarrollo, un enfoque integrador	2001	100
Álvaro Carpio B.	GA	El problema geoambiental en el Perú y los países subdesarrollados	2001	100
B. Chaucayanqui Q.	TM	Rocas volantes en voladura e impacto ambiental	11/05/01	100
B. Chaucayanqui Q.	TM	Comparación de costos en avance de túneles entre el sistema convencional y mecanizado	2002	100
José Díaz R.	ER	Estudio de propiedades y aplicación industrial de los ácidos para la producción minera en sustancias no metálicas	2001	100
Pablo Meza A.	GA	Estudios geológico-geotécnicos para la selección preliminar de sitios para rellenos sanitarios	29/01/02	100
Juan Ramón P.	TM	Características de operación de los camiones de acarreo en diferentes minas de explotación superficial de gran volumen, julio 89	VI/2000	100
Juan Ramón P.	IA	Información minera Sistema Operativo Linux	III/2001	100
Juan Ramón P.	TM	Aspectos considerados en la evaluación de la mina Posco antes de su reapertura, setiembre 1987.	II/1999	100

#### IV. INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO (INGEMMET)

##### • Recursos Humanos

El siguiente es el cuadro de recursos humanos del INGEMMET para el período 1997-2001.

	1997	1998	1999	2000	2001
Número de personal -total	122	121	121	117	117
Número de ejecutivos / gerentes	15	15	15	15	15
Número de científicos / ingenieros	45	45	45	29	29
Número de técnicos	14	13	13	13	13
Número de personal de apoyo administrativo	22	22	22	21	21
Número de otro personal ("staff")	26	26	26	39	39
Número total de personal de tiempo completo	95	94	94	78	78
Rotación anual de personal ("staff turnover"), %	--	--	--	--	--
Cuenta total de salarios, en nuevos soles	4 382 775	5 492 535	5 645 261	6 134 818	7 611 006
Cuenta total de salarios como % del ingreso total del instituto	34,38%	34,75%	38,69%	36,74%	38,09%

Del cuadro se puede colegir que el número de científicos/ingenieros en el año 2000 se redujo de 45 a 29, es decir, 16 investigadores calificados menos en la Plana Superior del INGEMMET, lo que continúa así hasta la presente fecha. Mas esto no afecta su rendimiento, en razón de que la actividad del INGEMMET está solamente limitada al trabajo geológico. Entonces es recomendable la contratación de científicos jóvenes para repotenciar la capacidad instalada en recursos humanos de este Instituto, a fin de que también realice otras investigaciones científicas y tecnológicas en las áreas de Minería y Metalurgia, y de este modo justifique su denominación de Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, para lo cual realmente fue creado desde sus inicios. No se justifica que este Instituto efectúe sólo trabajos de Geología, sino que es preciso incrementar su carga de trabajo con otras líneas de investigación y servicios permanentes a la comunidad.

La infraestructura actual de sus instalaciones, sus recursos humanos actuales y las contribuciones permanentes de recursos monetarios que recibe este Instituto anualmente, justifican que amplíe sus estudios e investigaciones a los campos de la Minería y Metalurgia.

En resumen, este Instituto actualmente está un poco sobredimensionado y debería recibir mayores responsabilidades del Estado, aumentándole sus responsabilidades de investigación, además del campo de la Geología, a las de Minería y Metalurgia. De este modo también se justificaría la eventual asignación de recursos financieros provenientes del Programa Perú-BID de CyT para el período 2003-2006.

Insisto en que el INGEMMET recupere su capacidad de líder de investigaciones en las áreas de Geología, Minería y Metalurgia, para lo cual originariamente fue creado. Para ello se le debe brindar todo el apoyo necesario a fin de que se constituya en el eje de los centros de investigación a nivel de todo el país.

#### Principales grupos de investigación

Los grupos de investigación del INGEMMET son los siguientes:

*Geología Regional:* efectúa investigaciones de geología regional, carta geológica, magmatismo, tectónica, geocronología. Grupo: 8 científicos/ingenieros más personal auxiliar.

*Recursos Minerales:* efectúa investigaciones sobre recursos minerales metálicos y no metálicos de cualquier parte del país, usando modernas tecnologías como imágenes satelitales, GPS, SIG y otras. Grupo: 7 científicos/ingenieros más personal auxiliar.

*Geología Ambiental:* efectúa investigaciones sobre riesgos geológicos (erosión, deslizamientos, inundaciones, arenamientos, glaciación, vulcanismo y otros), y su relación con la comunidad en general, da recomendaciones oportunas para prevenir o mitigar el efecto de los desastres naturales. Grupo: 10 científicos/ingenieros más personal auxiliar.

*Tecnología Minera:* efectúa acopio y difusión de tecnologías minero-metalúrgicas para mejorar las operaciones mineras en el país. Grupo: 4 científicos/ingenieros más personal auxiliar.

#### Producción científica

Relación de la información geológica publicada desde 1998 al 2002.

**CARTA GEOLÓGICA NACIONAL** (En letras negritas siguen los nombres de los cuadrángulos geológicos)

105	Barranquita (11-j) y Jeberos (11-k), (1998), Por: Díaz G., Huayhua J. Milla D., Montoya C., Luque R., 126 págs., 27 fot. 18 fig., 3 lam., 2 mapas, 1 perfil, - Universidad Nacional de Ingeniería
106	Fitzcarrald (25-u) y Ríos Los Amigos (25-v), (1998), Por: Chávez A., Salas G., Cuadros J., Gutiérrez E., 94 págs., 15 fotos, 24 figs., 1 perf, 2 mapas, - Universidad Nacional San Agustín de Arequipa
107	Soledad (25-x) y Alegría (25-y), (1998), Por: Carlotto V., Cárdenas J., Romero D., Valdivia W., Jaimes F., 172 págs., 42 fotos, 36 figs., 1 perfil, 2 mapas, - Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.
108	Palestina (19-u), Curanjillo (20-t), Pto. Esperanza (20-u), Río Curanja (21-s), Balta (21-t), José Gálvez (21-u), Alerta (22-s), Río Cocama (22-t) y Río Yaco (22-u), (1998), Por: Lipa V., Zedano J.C., Ticona P., esc. 1:200 000, 125 págs., 19 fot., 36 figs., 6 lám., 2 mapas, 1 perfil
109	Puerto Putaya (18-p), Río Shahuinto (18-q), Jacaya (19-p), Santa Rosa (19-q), Río Breu (19-r), Parantari (20-p), Breu (20-q) y Río Piquiyacu (20-r), (1998), Por: Valenzuela G., Zavala B., esc. 1:200 000, 137 pág., 43 fot., 10 fig., 4 microf., 2 mapas, 1 perfil
110	Qda. Mashansha(21-p), Raya(21-q), La Repartición (21-r), Río Inuya(22-p), Amasisa(22-q) y Varadero (22-r), (1998), Por: Chira J., Atencio E., Quispe L., 142 pág., 28fot., 25fig., 1 lam., 2map., 1perfil, es.:1:200 000
111	Poyeni (23-o) y Cutivireni (24-o), (1998), Por: León W., De la Cruz O., 165 pág., 42 fot., 16 fig., 7 lám., 21 microfotograf., 2 map, 1perfil
112	Aucayacu (18-k), Río Santa Ana (18-l) y Tingo María (19-k), (1998), Por: Martínez W., Valdivia E., Cuyubamba V., 204 pág., 50 fot., 6 lám., 30 fig., 3 mapas, 1 perfil
113	Río Las Piedras (23-s), Río Citiyacu (23-t), Esperanza (23-u), Tayacome (24-s), Paquitsa (24-t) y Río Lidia (24-u), (1998), Por: Fidel L., Boulanger E., Caverro R., esc. 1:200 000, 132 pág., 30 fot., 24 fig., 1 map.
114	Masisea (18-ñ), Huarimán (18-o), Iparía (19-ñ), Noaya (19-o), Sempaya (20-ñ) y Cumaria (20-o), (1998), Por: Guzmán A., Núñez S., 143 pág., 34 fig., 5 lám., 6 microfot., 6 map., 1 perfil
115	Cahuapanas (11-i) y Nueva Cajamarca (12-ñ), (1998), Por: De La Cruz J., Lara M., Raymundo T., 125 pág., 22 fot., 15 fig., 1 lám. 2 map, 1 perfil
116	Río Pinquén (25-t), Pillcopata (26-t) y Chontachaca (27-t), (1998), Por: Vargas L., Hipólito A., 155 pág., 41 fot., 19 fig., 6 lám., 3 mapas, 1 perfil
117	Uracusa (10-g) y Cachiyacu (11-h), (1998), Por: Cerrón F., Galloso A., Chumpitaz M., 213 pág., 60 fot., 9 lám., 20 fig., 2 map., 1 perfil
118	Quiteni (24-ñ) y Canaire (25-ñ), (1998), Por: Barreda J., Cuba A., 230 pág., 46 fot., 14 fig., 5 lám., 2 mapas, 1 perfil
119	Juscushamba (16-i) y Pólvora (16-j), (1998), Por: Sánchez J., Álvarez D., Lagos A. - Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 262 pág., 44 fot., 23 fig., 40 microfotograf., 5 láminas, 2 mapas, 1 perfil
120	Llochegua (25-o), Río Picha (25-p) y San Francisco (26-o), (1998), Por: Monge R., Valencia M., Sánchez J., 253 pág., 72 fot., 21 fig., 25 microfotog., 3 map., 1 perfil
121	Timpia (25-q), Calangato (25-r) y Río Providencia (25-s), (1998), De la Cruz N., Zapata A., Larico W., 224 pág., 47 fot., 21 fig., 4 lam., 3 map., 1 perfil
122	Moyobamba (13-j), Saposoá (14-j) y Juanjuí (15-j), (1998), Por: Sánchez A., Herrera I., 271 pág., 40 fot., 34 fig., 7 lám., 5 map., 1 perf.
123	Río Acre (22-v), Inápari (22-x), Qda. Mala (23-o), Iberia(23-x), San Lorenzo (23-y), Puerto Lidia (24-v), Río Manuripe(24-x), Mavila(24-y), Santa María (24-z), Valencia(25-z), Palma Real(26-z) y Río Heath (27-z), (1998), Por: Romero L., Morales M., Carpio M., esc. 1:200 000, 200 pág., 39 fot., 47 fig., 5 lám., 2 maps, 1 perfil
124	Río Santiago (7-h), Huijín (7-i), Río Huasaga (7-j), Ayambis (8-h), Bagazán (8-i) y Limoncocha (8-j), (1998), Por: Quispesivana L., Paz M., Zuloaga A., 160 pág., 37 fot., 22 fig., 5 lám., 6 mapas, 1 perfil
125	Sepahua (23-p), Miaria (23-q), Unión (23-r), Quirigueti (24-p), Camisea (24-q) y Río Cashpajal (24-r), (1998), Por: Zárate H., Galdos J., Geldres M., 204 pág., 24 fot., 31 fig., 5 lám., 43 microfotog., 6 mapas, 1 perfil.
126	Tocache (17-j) y Uchiza (17-k), (1998), Por: Díaz G., Milla D., Huayhua J., Montoya A., Castro W., - Universidad Nacional de Ingeniería, 234 pág., 54 fot., 33 fig., 9 lám., 6 microf., 2 map, 1perf.

127	Quillabamba (26-q) y Machupicchu (27-q), (Setiembre, 1999), Por: Carlottó V., Cárdenas J., Romero D., Valdivia W., Tintaya D., Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, 320 pág., 90 fot., 56 fig., 2 lám., 2 map.
128	Quebrada Honda (26-r) y Parobamba (26-s), Octubre, 1999), Por: Salas G. Chávez A., Cuadros J., - Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 122 pág., 42 fot., 23 figs., 2 map.
129	Río Güeppí (1-l), Güeppí (1-m), Santa Teresa (1-n), Puerto Véliz(1-ñ), Pantoja (2-m), Río Angusilla (2-n), Angusilla (2-ñ), Quebrada Lobo (3-l), Vencedores (3-m), Chingana (3-n), Nueva Jerusalén (3-ñ), Yabuyanós (3-o), Bellavista (4-l), Arica (4-m), San Martín (4-ñ), Tamboryacu (4-ñ) y Campuya (4-o), (Noviembre, 1999), Por: Bloque 4: Galdos J., Larico W., Chacaltana C., Bloque 5: Cerrón F., Sánchez J., Rossel W., 240 pág., 71 fot., 47 fig., 4 lám., 17 map.
130	Cunambo (5-k), Mariscal Cáceres (5-l), Río Pucacuro (5-m), Vargas Guerra (6-h), Río Huitoyacu (6-i), Checherta (6-j), Andoas (6-k), Lamastipishca (6-l), San Antonio (6-m), Nuevo Soplin (7-k), Valencia (7-l), Pucacuro (7-m), Sungache (8-k), Pucuna (8-l), Villa Trompeteros (8-m), San Fernando (9-j), San Juan de Pavayacu (9-k), Río Urituyacu (9-l), Santa Martha (9-m), Barranca (10-j), San Isidro (10-k), Río Nucuray (10-l) y Urarinas (10-m), (Noviembre, 1999), Por: Ingemmet: Quispesiviana L., Zapata A., Atencio E., Cuyubambá V., UNMSM: Sánchez J., Lagos A., Álvarez D., 212 pág., 56 fot., 57 fig., 3 lám., 23 map.
131	Bolívar (5-n), Curaray (5-ñ), Santa Clotilde (5-o), Qda. Aguablanca (6-n), Qda. Sabaloyacu (6-ñ), San Lorenzo (6-o), Intuto (7-n), Río Pintoyacu (7-ñ), Río Mazán (7-o), Río Corrientes (8-n), Libertad (8-ñ), Río Nanay (8-o), Santa Rosa (9-n), Yacumama (9-ñ), Río Itaya (9-o), Yanayacu (10-n), Chapajilla (10-ñ) y Nauta (10-o), (Noviembre, 1999), Por: INGEMMET: Martínez W., Morales M., Romero L., Raymundo T., UNI: Díaz G., Millá D., Montoya C. Y Huayhua J., 372pág., 7 lám., 46 fig., 18 map.
132	Puerto Arturo (4-p), Flor de Agosto (5-p), San Antonio del Estrecho (5-q), Nuevo Perú (5-r), San Felipe (6-p), Río Algodón (6-q), Quebrada Airambo (6-r), Mazán (7-p), Francisco de Orellana (7-q), Huanta (7-r), Iquitos (8-p), Río Maniti (8-q), Yanashi (8-r), Tamshiyacu (9-p), Río Tamshiyacu (9-q), Buen-jardín (9-r), Ramón Castilla (10-p), Río Yavarí Mirín (10-q) y Buenavista (10-r), (Noviembre, 1999), Por: Sánchez A., Chira J., Romero D., De la Cruz J., Herrera I., Cervante J., Monge R., Valencia M., Cuba A., 310 pág., 94 fot., 58 fig., 5 lám., 19 map.
133	Punchana (5-s), Remanso (5-t), San Martín de Soledad (5-u), Qda. Esperanza (5-v), Río Yahuillo (6-s), Qda. Lupuna (6-t), Río Yaguas (6-u), Primavera (6-v), Pebas (7-s), Río Atahuari (7-t), Río Cotuhé (7-u), Qda. Chontadero (7-v), San Francisco (8-s), Chambira (8-t), Caballococha (8-u), San Juan de Cacao (8-v), Carolina (9-s), San Pablo de Loreto (9-t), San Pedro (9-u), Islandia (9-v), Isla Chinería (9-x) y Lagogrande (10-s), (Noviembre, 1999), Por: Guzmán A., Núñez S., Usnayo D., Zavala B., De la Cruz O., Aldana M., Valenzuela G., Rosas M., y Quispe L., 258 pág., 97 fot., 25 fig., 6 lám., 8 microfotograf., 22 map.
134	Lagunas (11-l), Río Cauchío (11-m), Santa Cruz (12-l), Río Sacarita (12-m), Río Samiria (11-n), Breñaña (11-ñ), Requena (11-o), Remoyacu (11-p), Angamos (11-q), Santa Isabel (12-n), Tamanco (12-ñ), Nueva Esperanza (12-o), Buenas Lomas (12-p), Laguna Portugal (12-q), Puerto Rico (13-ñ), Tabalosos (14-ñ), Curinga (13-o), Qda. Betilia (13-p), Quebrada Capanhua (14-o) y Río Yaquerana (14-p), (Noviembre, 1999), Por: De la Cruz N., Zuloaga A., Geldrés M., Fidel L., Cavero R., Hipólito A., Lipa V., Ticona P., Valdivia W., 256 pág., 50 fot., 65 fig., 4 lám., 20 map.
135	Río Naraimé (7-g), Río Machinaza (8-f) y Jiménez Banda (8-g), (Noviembre, 1999), Por: Quispesiviana L., Zárate H., 156 pág., 81 fot., 12 fig., 3 map.
136	Memoria Explicativa del Mapa Geológico del Perú escala 1:1 000 000, versión 1999, incluye láminas de perfiles estructurales y secciones estratigráficas
	Mapa Geológico del Perú, versión 1999, impreso en 6 hojas A0 a todo color
Cuadrángulos geológicos impresos a color, sin boletín	

GEOLOGÍA ECONÓMICA (Serie B)

07	El carbón en el Perú. 2000, Por: Carrascal R., Matos C., Silva O.- Universidad Nacional de Ingeniería, 150 págs, 18 lám., 22 fotos.
08	Estudio de los Recursos Minerales del Perú, Franja N° 1. (2000), Por: Lara M., Boulanger E., Carpio M., Larico W., Zárate H., Zedano J., Chira J., Galloso A., 193 págs., 8 figs., 19 fot, 38 mapas.
09	Rocas Ornamentales en el Perú, (setiembre, 2001), Por: Pool A., La Riva, J., 273 págs., 162 fotos, 4 figs., 11 tabs., 5 lám., 6 gráfs., 5 mapas.
10	COMPENDIO DE YACIMIENTOS MINERALES del Perú
11	Estudio de los Recursos Minerales del Perú, Franja N° 2. (2002), Dirección de Geología Económica y Prospección Minera, 392 págs., 8 mapas, 33 figs., 41 fotos.

ESTUDIOS DE PROSPECCIÓN MINERA REGIONAL CON COOPERACIÓN TÉCNICA INTERNACIONAL  
(Disponibles en fotocopias)

	REGIÓN NORTE DEL PERÚ CONVENIO INGEMMET-PERÚPETRO/ERDASC- MMSCO, 1999-2000 Regional Study of Applied Satellite Data por Evaluation of Resources Potential in the Northern Area of the Republic of Peru, Vol. I - Fase I (1998), Vol. II - Fase II (1999), Vol. III - Fase III (2000).
	ÁREA DEL RÍO URUBAMBA, JICA, 1999-2000 Report on Geological Survey in the Urubamba River Inferior Area of the Republic of Peru, Fase I, Marzo 1999, 70 pág.
	Report on Geological Survey in the Urubamba Rlver Inferior Area of the Republic of Peru. Final Report (2000), 72 pág.
	Report on the Geological Survey in the South Area of the Republic of Peru. Phase I (2001), 170 págs.
	Report on the Geological Survey in the South Area of the Republic of Peru. Final Report (2002), 332 pág., 1 mapa.

ESTUDIOS GEODINÁMICOS - GEOTÉCNICO Y DE LA SEGURIDAD FÍSICA

20	Estudio Geotécnico de Futuras Áreas de Expansión Urbana entre Lima y Cañete, (1998), Por: Guzmán A., Fidel L., Aniya R., Zavala B., 254 pág., 17 fot., 6 fig.
21	Estudio del Riesgo Geológico del Volcán Sara-Sara, (1998), Por: Morche W., Núñez S., 81 pág., 12 fot., 2 mapas, 2 fig.
22	Estudio Geológico Geotécnico de la Región Sur Occidental del Perú, (1999), Por: Zavala B., Núñez S., 394 pág., 68 fot., 16 lám., 6 map.
23	Estudio del Riesgo Geológico del Perú, Franja N°1. (2000), Fidel L., Valenzuela G., Pari W., Zavala B., Núñez S., 238 págs., 65 fotos, 58 figs.
24	Mapa Preliminar de Amenaza Volcánica Potencial del Volcán Tutupaca. 2001, Fidel L., Zavala B. 117 pág., 6 fot., 12 lám., 10map.
25	Mapa Preliminar de Amenaza Volcánica Potencial del Nevado Coropuna. 2001, Núñez S., Valenzuela G. 118 págs, 28 fot., 9 lám., 5 mapas.
26	Mapa Preliminar de Amenaza Volcánica Potencial del Volcán Yucamane. 2001, Fidel L., Huamaní A. 158 págs, 36 fot., 10 lám., 8 mapas.
27	Estudio de Riesgos Geológicos del Perú Franja N° 2. (2002), Dirección de Geología Ambiental, 368 págs., 27 mapas, 145 fotos, 20 figs.

ESTUDIOS REGIONALES (serie D)

19	Hidrotermalismo en el Sur del Perú, - (sector Cailloma-Puquio). (1998), Por: Steinmüller K., Núñez S., 106 págs., 14 fot., 2 fig., 1 mapa
20	Estudio Geológico Regional Aplicando Imágenes Satelitales para la Evaluación del Potencial Minero en un Área en el Norte de la República del Perú, Fase I, (1998), Convenio INGEMMET-PERUPETRO; ERSDAC, MMSO, MOECO, 119 pág., 30 fig., 6 microfot., 2 planos
21	Aguas Termales y Minerales en el Centro del Perú, (1999), Por: Steinmüller K., Huamaní A., 76 págs., 17 fot., 3 fig., 2 planos.
22	Aguas Termales y Minerales en el Norte del Perú. (2000), Por: Huamaní A., 75 págs., 1 fig., 35 fotos, 6 mapas.
23	The Late Miocene Gomphothere <i>Amahuacaterium Peruvium</i> (PROBOSCIDEA GOMPHOTHERIDAE) from AMAZONIAN PERU: IMPLICATIONS FOR THE GREAT AMERICAN FAUNAL INTERCHANGE. (2000), Por: Campbell K., Frailey C., Romerio L., 152 págs., 31 fig.
24	Aguas Termales y Minerales en el Sur Oriente del Perú. 2001, Huamaní A., 268 págs., 40 fot., 7 mapas.
	Publicación Especial: MINERALES INDUSTRIALES DEL PERÚ-OPORTUNIDADES DE NEGOCIOS, Dunin Borkowski, E. 1996, 166 págs., 1 mapa Boletín Especial: Proyectos de Inversión Minera y Prospectos en Estudio. 2001, 148 págs.

OTRAS PUBLICACIONES

01	Diccionario Geológico (1999), Dávila J., Tercera Edición
----	----------------------------------------------------------

- Laboratorios del INGEMMET
  - Equipo de Campo, GPS (Global Positioning System), y otros
  - Laboratorio de Imágenes de Satélite
  - Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica (GIS).
  - Laboratorio de Mineralogía y Petrología
  - Laboratorio de Paleontología
  - Laboratorio de Química
  - Laboratorio de Análisis Multielemental
  - Laboratorio de Rayos X.
  
- Plataforma computacional, conectada en red
  - Equipos
    - Workstations SUN Microsystems
    - Tableros digitalizadores Calcomp
    - PCs
    - Plotters HP
    - Impresoras a color en red
    - Conexiones de red, hubs, switches,
  
  - Softwares
    - Arc/Info UNIX

- Arc/Info PC
  - Arc/View
  - Arc/View-IMS
  - Productos para clientes finales: Autocad Map y MapInfo
  - Erdas Imagine, Envi-RT, TNT-Mips, PCI, para imágenes satelitales
  - Software de desarrollo de aplicaciones INTERNET
  - Software de oficina.
- Base de datos
    - Base de Datos Alfanuméricos
    - Bibliografía Geológica (18 000 informes geológicos, 20 000 documentos de biblioteca, 10 000 mapas varios)
    - Ocurrencias Minerales: 9 300 registros
    - Edades Radiométricas: 1 800 registros
    - Geoquímica: 60 000 datos geoquímica ( antigua).
    - Fósiles: 10 000 especies catalogadas
    - Geodinámica: 2 600 fenómenos registrados (DGA)
    - Mineralogía y Petrología: 3 000 estudios
    - Otros: volcanes, fuentes termales
  - a) Softwares: MS-Access, Micro-ISIS, Oracle
- Base de datos de mapas geológicos
    - Sistemas de Información Geográfica (GIS: Geographic Information System)
    - 501 Cuadrángulos geológicos digitales
    - 01 Mapa geológico al millón
    - Mapas geológicos 1:500 000
    - Mapas temáticos: geoquímicos, geofísicos
    - Nuevos mapas geológicos 1:50 000
- Softwares de desarrollo: ARCINFO, ARCVIEW, MAPINFO, AUTOCAD.
- Base de datos de imágenes satelitales
    - 72 Escenas Landsat TM
      - 182 km x 182 km
      - 7 bandas espectrales
      - Resolución de 30 m
      - Escalas de productos: 1:50 000 - 1:500 000
    - Imágenes Radarsat (Canadá)
      - 6 imágenes de 300 x 300 km, pixel = 100m
      - 21 imágenes 150 x 150 km, pixel = 30m
    - Imágenes Jers-1 (Japón)
      - Zona norte del Perú hasta 12° lat. Pixel = 100m
      - Zona franja No.1, pixel = 30m
- Posibilidad de procesar otras imágenes, spot, ikonos.

• Biblioteca y archivos de informes técnicos (\*)

- 18 000 informes geológicos y mineros
- 20 000 fotografías aéreas
- 10 000 mapas geológicos y de otra temática
- 1 200 títulos de revistas geocientíficas (series hasta año 2000).
- 10 000 libros de geociencia actualizados hasta año 1996.

\* Es recomendable que el INGEMMET efectúe una reingeniería en esta biblioteca y la actualice hasta el año 2002. Principalmente las revistas técnicas y científicas sobre Geología, Minería y Metalurgia deberían estar actualizadas hasta la presente fecha.

Otra recomendación sería: dar apertura para el uso de esta biblioteca a todos los estudiantes, trabajadores e investigadores de las universidades y del Sector Geología y Minería.

**COOPERACIÓN Y VINCULACIÓN DEL INGEMMET CON SU ENTORNO**

Cooperación con otras instituciones peruanas

Este Instituto mantiene relaciones de tipo horizontal con otras instituciones públicas para el mejor cumplimiento de sus responsabilidades, entre las cuales se tiene al Instituto Nacional de Concesiones y Catastro Minero (INACC), el Instituto Geofísico del Perú (IGP), el Instituto Geográfico Nacional (IGN), el Instituto Nacional de los Recursos Naturales (INRENA) y otros.

Participación en proyectos de Cooperación Técnica Internacional

El INGEMMET ha participado en numerosos proyectos de cooperación internacional con países como Francia, Alemania, España, Estados Unidos de América, Japón, etc., con los cuales ha efectuado investigaciones aplicadas en el tema de recursos minerales del país.

• Trabajos efectuados por INGEMMET con Cooperación Técnica Internacional

Fuente cooperante	Proyectos	Período
1. Cooperación Minera Peruano Alemana (CMPA)	1.1 Proyecto Cerro Colorado	1974
	1.2 Evaluación de Distritos y Unidades Mineras	1970
	1.3 Proyecto La Granja	1979
	1.4 Prospección y Exploración por Minerales No Tradicionales (Zonas de Azángaro y Crucero, por: Sn y W)	1985
	1.5 Prospección y Exploración por Minerales No Tradicionales (Las Huaquillas - Tamborapa)	1986 a 1992
	1.6 Estudio de No Metálicos	1989 a 2002
	1.7 Estudio de Mercados en Lima y Arequipa	1989 a 2002
2. Cooperación Técnica con Canadá (MAP/CIDA)	2.1 Cooperación con el Servicio Geológico de Canadá (GSC - Vancouver) Proyecto Multinacional Andino (MAP/CIDA)	1996-2002
3. Cooperación Técnica con	3.1 Cooperación Técnica con el United States Geological Survey (USA) para investigaciones de	1988 a 1992

Estados Unidos (USGS)-BID	metales preciosos en los Andes Centrales de Perú, Bolivia y Chile. Participó el Dr. N.I. Chacón A. como coordinador del proyecto por parte de INGEMMET. Estudio auspiciado por el BID.	
4. Misión Española	4.1 Inventario Nacional de Sustancias No Metálicas	1979 a 1982
	4.2 Proyecto San Juan	1980
	4.3 Proyecto Marcahui	1979 a 1980
5. Misión Francesa	5.1 Estudio en Rocas Ultrabásicas (ORSTOM)	1974
	5.2 Investigaciones por oro en la Región Sur Oriental del Perú (ORSTOM)	1980 a 1982
	5.3 Distribución de Metales Trazas en los Yacimientos de Pb-Zn del Perú Central	1980 a 1984
	5.4 Exploración del Yacimiento Tambo Grande (BRGM)	1979 a 1980
6. Misión Inglesa (BGS)	6.1 Proyecto Norte	1969 a 1970
	6.2 Proyecto Huayhuash	1979 a 1981
	6.3 Proyecto Levantamiento Geológico Integrado del Sur del Perú	1983 a 1987
7. Misión Japonesa	7.1 Proyecto Yauri – Velille	1971 a 1975
	7.2 Proyecto Cordillera Oriental	1975 a 1978
	7.3 Proyecto Oyón	1978
	7.4 Proyecto Cotahuasi "Prospección Minera en Cotahuasi"	1986-1989
	7.5 Proyecto Pachapiriana	1989 a 1992
	7.6 Exploración Geológica en la Cordillera Oriental en el Sur del Perú	1996 a 1997
	7.7 Control de Anomalías Espectrales en el Norte del Perú	1998 a 2000

- Descripción del tipo de cooperación existente entre el INGEMMET y las universidades en el período 1998-2002

Efectivamente es muy importante el rol del INGEMMET en los trabajos mancomunados de investigación que lleva a cabo con el apoyo y/o participación de las universidades.

En este sentido, la cooperación existente entre el INGEMMET y las universidades se da bajo la forma de dos (2) tipos de convenios:

- a) Convenio Marco
- b) Contratos de Prestación de Servicios

A. Como ejemplo describo el Convenio Marco del INGEMMET con la Universidad Nacional de Piura para el período 2001-2003:

"Convenio de Cooperación Suscrito entre el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET) y la Universidad Nacional de Piura

- Invitación de destacados profesionales del plantel de la Universidad a formar parte de los equipos de investigación conformados con profesionales de la Institución y realización de prácticas preprofesionales de la especialidad de Geología e Ingeniería Geológica.
- Programa de becas de tesis en el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico.
- El INGEMMET proporcionará sus publicaciones científicas tales como mapas geológicos, boletines, revista y demás textos científicos.
- La Universidad proporcionará a INGEMMET las publicaciones, revistas, textos científicos y textos especializados.
- El INGEMMET y la Universidad, con previa coordinación del primero de los nombrados, podrán establecer un plan de transferencia de bienes, como equipos operativos, muebles, bienes culturales que no tengan uso en el INGEMMET.
- El INGEMMET podrá hacer uso de los laboratorios, equipos y auditorios de la Universidad cuando las necesidades así lo sugieran, cubriendo los gastos que pueda ocasionar su uso.
- El INGEMMET podrá facilitar profesionales destacados de la Institución para el dictado de conferencias o cursillos; la Universidad cubrirá los gastos de organización, local, material didáctico, etc.
- Las condiciones económicas y su financiamiento para cada una de las actividades que se realicen serán pactadas de común acuerdo”.

B. Como ejemplo menciono los Contratos de Prestación de Servicios por parte de la Universidad Nacional de Piura para el período 2001-2003:

- Para el muestreo litogeoquímico localizado, se seguirán las instrucciones de la guía que el INGEMMET proporcionará a la Universidad.
- El informe final y los mapas (02 ejemplares) se ajustarán a las normas que para el caso ha sido impartidos por el INGEMMET.

OTROS CONVENIOS MARCO SUSCRITOS ENTRE EL INGEMMET Y OTRAS UNIVERSIDADES:

Fechas	Universidades	Modalidad
Del 01-07-96 al 01-07-98	Univ. Nac. del Altiplano de Puno	Convenio similar al de la Univ. Nac. de Piura.
Del 11-06-2001 al 11-06-2003	Univ. Nac. Jorge Basadre Grohmann de Tacna	Ídem.
05-07-2001	Univ. Nac. Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco	Ídem.
2 años a partir de 02-02-2002	Univ. Nac. de Cajamarca	Ídem.
Del 15-01-1999 al 14-01-2003	Univ. Nac. Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque	Ídem.

SE DESCRIBEN A CONTINUACIÓN OTROS CONTRATOS DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS CON OTRAS UNIVERSIDADES:

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

- 1° Levantamiento geológico de los cuadrángulos de Soledad y Alegría (1998)
- 2° Levantamiento geológico de los cuadrángulos de Quillabamba y Santa Teresa (1998)
- 3° Estudios de revisión y actualización a escala 1:50 000 del mapa de la Carta Geológica de Pichacani (2000).

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA (UNSA)

Fechas: 04/04/94 al 06/04/2000

- Contrato de locación de servicios para el levantamiento de las hojas de Quebrada Honda y Porobamba (1998).
- Apoyo para la instalación de la Planta de Segregación en Arequipa (1998).
- Contrato de locación de servicios para el levantamiento de las hojas Fitzcarrald y Río Los Amigos (1999).
- Contrato de locación de servicios para la actualización del Mapa Geológico de la hoja de Arequipa 33 - s (2000).
- Contrata de locación de servicios para el levantamiento de las hojas de Chilca, Cayorani, Cotahuasi y Orcopampa (2001)

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS (UNMSM)

Fechas: 1998 al 2003

- Contrato de locación de servicios para el levantamiento de las hojas de Juscubamba y Pólvora (1998).
- Contrato de locación de servicios para el levantamiento geológico de los cuadrángulos 7 (k) - 7 (l) - 7(m); 8 (k) - 8 (l) - 8 (m) (1999).
- Contrato de locación de servicios para la revisión y actualización del Mapa Geológico del cuadrángulo de ILAVE (2000).
- Contrato de locación de servicios para la revisión y actualización de los Mapas Geológicos de las hojas de Santa Ana, Querobamba, Puquio, Clavine (2001).

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA (UNI)

Fechas: 1994 al 2001

- Contrato de locación de servicios para el levantamiento geológico de los cuadrángulos de Barranquita y Jeberos (1998).
- Contrato de locación de servicios para el levantamiento geológico de los cuadrángulos de Tocache y Uchiza (1999).
- Contrato de locación de servicios para el levantamiento geológico de las cartas nacionales 5n - 6n - 5ñ - 6ñ - 5o y 6o (1999).
- Impresión del texto *El carbón en el Perú* (1999).
- Contrato de locación de servicios para la revisión y actualización de los Mapas Geológicos de las hojas de Maure y Antajave (2000).
- Contrato de locación de servicios para la revisión de los Mapas Geológicos de Jaqui, Cora Cora, Chala y Chaparra (2001).

- Posibilidades de aumentar la cooperación entre el INGEMMET y las universidades en el 2003 y años futuros

Por el momento están suspendidos todos los contratos de prestación de servicios por no tener el INGEMMET fondos disponibles para la ejecución de este tipo de contratos. Según lo manifestado por el Subdirector de Sistemas de Información del INGEMMET últimamente (con fecha 18-02-2003), esta Institución actualmente atraviesa una seria limitación presupuestaria. Como referencia mencionó que el Presupuesto Anual tiene principalmente 2 fuentes: la del Tesoro Público, la cual ha sido demasiado limitada en los últimos años, y la de ingresos por derechos de vigencia, la cual en el 2002 ha disminuido también sensiblemente, en razón de que no hay tantas empresas con concesiones de exploración como había antes del año 2000; en consecuencia, los fondos disponibles del INGEMMET actualmente son muy limitados.

#### V. INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y METALÚRGICA (IIFIGMM) DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA (UNI)

La Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) fue creada en 1876 con la denominación de Escuela Especial de Construcciones Civiles y de Minas del Perú. Fue la primera entidad en trabajar para la formación de Ingenieros de Minas, y posteriormente se creó la Escuela de Geología para la formación de Ingenieros Geólogos. La UNI quedó constituida como tal en 1955. Esta entidad es pionera y una de las principales en la formación de ingenieros de las especialidades mencionadas, así como en las investigaciones en los campos aludidos.

En 1984 inicia sus actividades el Instituto de Investigación (IIFIGMM) dentro de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica, bajo la dirección del Dr. Estanislao Dunin Borkowsky (Doctor en Geología).

Los proyectos de investigación se planifican por un período de 12 meses prorrogables a 24 meses. (Ref.: Revista *Minería* del IIMP. Marzo 2002, N° 294). Ver información adicional en el web site <http://www.iimp.org.pe/mineria/>

#### • Recursos humanos involucrados

- Principales grupos de investigación registrados en el IIFIGMM: 12 (ver cuadro N° 1).
- Producción científica (ver y analizar cuadro N°2). Como ejemplo se mencionan 4 investigaciones publicadas en 2001 en una revista de difusión nacional denominada *Minas*, de la FIGMM-UNI. En los archivos del Instituto de Investigación de la FIGMM existen del período 1999-2002, 21 proyectos de investigación finalizados con sus respectivos informes impresos (ver y analizar cuadros N° 3 y 4).
- Formación de investigadores (ver cuadro N° 5). De los 93 docentes que hay en la FIGMM, 22 (24%) tienen título de postgrado, de los cuales 7 (32%) participan en los proyectos de investigación en ejecución (período 2002-2003).
- Recursos financieros disponibles. En los últimos 12 meses se ha dispuesto de un promedio de S/. 8 000 soles/mes, o sea S/. 96 000 por año.
- Estudios de postgrado existentes y evaluación de su calidad y desempeño.

En la Sección de Postgrado existen 6 especialidades, de las que actualmente tres tienen alumnos:

- o Gestión Minera

- o Minería y Medio Ambiente
- o Seguridad y Salud Minera.

Las siguientes son las que desde hace más de 7 años y hasta la fecha no cuentan con alumnos:

- o Ingeniería Geológica
- o Ingeniería de Minas
- o Ingeniería Metalúrgica

El número de alumnos inscritos para rendir exámenes de admisión fueron en el 2001-I: 89, en el 2001-II: 70 y en el 2002-I: 57.

Por la situación económica del país, así como por el bajo precio de algunos metales como el Cu, Pb, Zn, etc. en el mercado internacional, en los últimos ciclos se nota una tendencia a la disminución de los alumnos matriculados; así mismo se nota que la preferencia de los profesionales que ingresan al postgrado es más por las especialidades orientadas a la Gestión Minera, Minería y Medio Ambiente, y Seguridad y Salud Minera. Las otras tres especialidades permanecen sin alumnos.

El Programa de Postgrado de la FIGMM-UNI es de buena calidad, pero en los últimos 2 años ha disminuido su demanda, en parte por el bajo precio de los metales básicos a nivel internacional, y por la crisis económica del país. Por esto en las empresas mineras disminuye la cantidad de alumnos que desean efectuar sus estudios de postgrado. La otra razón es porque el costo total del programa de estudios por 4 semestres (2 años) en el Postgrado de la UNI es mayor en US \$ 1 534,35 respecto al costo de la UPG de la UNMSM.

Por segunda vez se solicitó vía E-mail el 28.11.02 diversa información estadística sobre la Sección de Postgrado al Director del Instituto de Investigación de la FIGMM, con copia al Decano de la Facultad responsable, quien es el Jefe de toda la Facultad, a pesar de lo cual no hemos recibido información alguna.

El 16 de diciembre de 2002 se consiguió telefónicamente la siguiente información del Coordinador de la Sección de Postgrado de la FIGMM-UNI:

- Total de alumnos ingresantes en año 2001: 32
- Total de alumnos ingresantes en año 2002: 30
- Total de egresados en:

Año	Min. y Med. Amb.	Gest. Min.	Seg. y Salud Min.
2001	10	8	8
2002	15	7	0

- Costo de estudios de maestrías es de US \$ 71,43/crédito.
- Costo de matrícula por cada ciclo o semestre: US \$ 100
- Total por 45 créditos para egresar:  $45 \times 71,43 = \text{US } \$ 3\,214,35$
- Matrículas en 4 ciclos o semestres = US \$ 400,00
- Costo total por créditos en 4 semestres = US \$ 3614,35 (2 años).

Planta Profesorial de la Sección de Postgrado de la FIGMM - UNI  
Total de profesores = 32

Total de doctores = 8  
Total de maestros (MSc., MBA) = 24

- Cantidad y calidad de los laboratorios

De acuerdo a las especialidades se agrupan los laboratorios:

En la Escuela de Geología existen 03 laboratorios:

- Laboratorio de Espectrometría (equipamiento al 70%)
- Laboratorio de Mineralogía (equipamiento al 30%)
- Laboratorio de Geología (equipamiento al 10%)

En la Escuela de Minas existen 04 laboratorios:

- Laboratorio de Mecánica de Rocas (inaugurado en el año 2001)
- Laboratorio de Software Minero
- Laboratorio de Ventilación y Seguridad Minera
- Laboratorio de Maquinaria Minera

El Laboratorio de Mecánica de Rocas es nuevo y posee módulos básicos. El resto del equipamiento es de mediana calidad y está bastante usado.

Más información sobre el Laboratorio de Mecánica de Rocas se puede ver en el web site <http://figmm.uni.edu.pe/labmecroc/labmecroc1.htm>

En la Escuela de Metalurgia existen 04 laboratorios:

- Laboratorio de Beneficio de Minerales y Metalurgia Extractiva
- Laboratorio de Metalurgia Física
- Laboratorio de Ensayos No Destructivos
- Laboratorio de Hornos y Combustibles.

Entre los equipos operativos de estos laboratorios, algunos datan de hace unos cuarenta años, y otros están fuera de operación por tratarse de marcas discontinuadas en su fabricación. Las facilidades actuales no permiten satisfacer a plenitud los requerimientos para la formación académica de los alumnos de pregrado de la especialidad de Ingeniería Metalúrgica. Algunos servicios para la industria son ofrecidos especialmente en el campo del beneficio de minerales, metalografía y algunos ensayos no destructivos. Hay carencia de equipos para medición y control. En los últimos diez años no ha habido inversiones en equipamiento de laboratorios para la Escuela de Metalurgia.

Es recomendable, de ser posible, asignar alguna línea de financiamiento para modernizar los 4 laboratorios de esta importante Escuela, la misma que contribuiría a proponer nuevos proyectos de I+D en las especialidades de Metalurgia Extractiva y de Transformación.

- Cantidad y calidad de equipamiento disponible

El 28.11.02 se pidió por correo electrónico información sobre la cantidad de clientes, la identificación de los mismos, los ingresos estimados por servicios prestados en US \$/año para cada uno de los servicios que ofrecen los laboratorios de la FIGMM, pero el Director del Instituto de Investigación no ha contestado. Los datos solicitados se refieren a los servicios que prestan las siguientes áreas:

EN GEOLOGÍA:

- Prospección y evaluación de yacimientos carboníferos y metálicos.
- Estudio estructural de yacimientos y otros.
- Estudio de fotografías aéreas, cartografía geológica regional y de detalle.
- Estudios petrográficos (secciones delgadas) y minerográficos (secciones pulidas).
- Estudio geológico para proyectos de Ingeniería Civil.
- Estudio de prevención de desastres naturales.
- Estudio petromineralógico de rocas para obras de Ingeniería Civil.
- Estudio mineralógico de arenas para abrasivos y otros fines.

EN MINERÍA:

Actualmente se cuenta con el nuevo Laboratorio de Mecánica de Rocas (2001) en el cual se efectúan:

- Ensayos de pruebas físicas para determinar: densidad seca y saturada, contenido de humedad, porosidad y absorción.
- Ensayos de compresión simple y triaxial.
- Ensayos de corte directo sobre superficies de discontinuidad.
- Ensayo de carga puntual para determinar los índices de resistencia de Franklin y Louis.
- Ensayos de impacto.

También se realizan investigaciones en seguridad minera e industrial, ventilación de minas, y en evaluación de proyectos mineros.

EN METALURGIA:

- Equipos para pruebas de molienda: determinación del "Work Index", función fractura y selección de equipos.
- Equipos para pruebas de flotación: de sulfuros, óxidos, silicatos.
- Equipos para pruebas hidrometalúrgicas, lixiviación de óxidos, sulfuros, cianuración, cementación y electro-obtención. Incluye lixiviación en columnas.
- Equipos para separación sólido-líquido (filtración, floculación, etc.).
- Equipos para pruebas pirometalúrgicas y de refinación: tostación y electrorrefinación.
- Equipos para ensayos: tracción, dureza, microdureza.
- Fundición de pequeñas piezas.
- Pruebas metalográficas.
- Análisis de arenas.
- Pruebas para materiales no metálicos.
- Ensayos no destructivos.
- Pruebas de corrosión y protección a bajas y altas temperaturas.
- Recubrimientos electrolíticos.
- Equipos para el estudio de materiales cerámico-refractarios.

Ver más información ver en el "web site": <http://figmm.uni.edu.pe/servicios/servicios.html>

• Redes de investigación

Actualmente no hay redes de investigación establecidas en ninguna de las tres especialidades. Y a la fecha el Director de Investigación no ha contestado al suscrito sobre los pasos que se estarían dando para el desarrollo e implementación de las redes de investigación.

- N° de bibliotecas

Una biblioteca central en red con las otras 11 bibliotecas y con la biblioteca central de la UNI. Además, cada escuela maneja una pequeña biblioteca especializada.

La biblioteca de la FIGMM cuenta con 1 600 títulos del área de ciencias básicas, 1 950 títulos de la especialidad, y otros 1600 que totalizan 5 150 títulos. La falta de recursos presupuestales ha impedido una deseable actualización de esta biblioteca. En el año 2001 tuvo 2 000 consultas de alumnos, 80 de docentes y 60 consultas de personal administrativo.

Tesis de pregrado de las tres especialidades: 1 292 tesis de Ingeniería.

Tesis de postgrado: 100 de Geología-Minas y 1 de Metalurgia.

- Revistas científicas

Revista *Minas*, año 8, N° 22, editada por la FIGMM y de distribución nacional. Se editan 4 revistas por año.

- Otros aspectos importantes

En la especialidad de minería existe carencia de financiamiento para implementar los laboratorios de Seguridad e Higiene Minera as como el de Maquinaria Minera.

En la especialidad de geología se necesita implementar mejor los laboratorios de Mineralogía y Geología.

En la especialidad de metalurgia, el Director del Instituto de Investigación de la FIGMM nos ha hecho conocer que existe la necesidad de apoyar a las siguientes líneas de investigación:

1. Desarrollo de nuevas tecnologías de enseñanza. Implementación de cursos en línea (online) para antegrado; postgrado y cursos de capacitación para las empresas mineras.
2. Desarrollo de softwares y aplicaciones de métodos discretos para la evaluación de procesos.
3. Caracterización de minerales, subproductos, residuos y materiales.
4. Reciclaje de los residuos de procesos metalúrgicos.
5. Evaluación de las propiedades de biomateriales.
6. Desarrollo de las técnicas de recubrimientos duros para metales.
7. Desarrollo de técnica de uniones de metales con otros materiales.

El 28.11.02, por teléfono y correo electrónico, se solicitó a la Dirección del Instituto de Investigación de la FIGMM-UNI información sobre cada una de las 7 líneas de investigación respecto de los siguientes aspectos:

- N° de investigadores por cada línea de investigación.
- El nivel del jefe de cada proyecto.
- Costo estimado de cada proyecto en US \$.
- Período de tiempo estimado para la ejecución de cada proyecto.

Al 18 de diciembre del 2002, el Director del Instituto de Investigación de la FIGMM-UNI no ha proporcionado información alguna.

CUADRO 1

Proyectos de Investigación en Ejecución 2002-2005									
RIGVM									
DR. CARLOS ÁGRED A TURRIARTE	Jefe	20 H/seman.	Inicio: 1/IV/02	Fin: 31/III/03	Duración: 12 meses	Investigadores	Dedicación	Docencia	
Aplicación de la teoría de la continuidad a la voladura de rocas									
ING. WASHINGTON CALLAPIÑA DURAND	Jefe	20 H/seman.	Inicio: 1/IV/02	Fin: 31/III/03	Duración: 12 meses	Investigadores	Dedicación	Docencia	
Seguridad e higiene minera									
ING. JULIO UZA TERUYA	Jefe	20 H/seman.	Inicio: 1/IV/02	Fin: 31/III/03	Duración: 12 meses	Investigadores	Dedicación	Docencia	
Análisis de esfuerzos y deformaciones en el comportamiento mecánico de los metales									
ING. OSCAR SILVA CAMPOS	Jefe	20 H/seman.	Inicio: 1/IV/02	Fin: 31/III/03	Duración: 12 meses	Investigadores	Dedicación	Docencia	
Termodinámica y cinética electroquímica aplicada a metalurgia y materiales									
ING. RIGOBERTO SANDOVAL SALINAS	Jefe	20 H/seman.	Inicio: 1/IV/02	Fin: 31/III/03	Duración: 12 meses	Investigadores	Dedicación	Docencia	
Fundición de metales y aleaciones									
ING. ALBERTO LANDAURO ABANTO	Jefe	20 H/seman.	Inicio: 1/IV/02	Fin: 31/III/03	Duración: 12 meses	Investigadores	Dedicación	Docencia	
Siderurgia									
LIC. ATILIO MENDOZA APOLAYA	Jefe	20 H/seman.	Inicio: 1/IV/02	Fin: 31/III/03	Duración: 12 meses	Investigadores	Dedicación	Docencia	
Minería y medio ambiente									
ING. MARCO ANTONIO FLÓREZ OLIVERA	Jefe	20 H/seman.	Inicio: 1/IV/02	Fin: 31/III/03	Duración: 12 meses	Investigadores	Dedicación	Docencia	
Sostenimiento en excavaciones subterráneas con madera									
ING. DAVID ROJAS CABALLERO	Jefe	20 H/seman.	Inicio: 1/IV/02	Fin: 31/III/03	Duración: 12 meses	Investigadores	Dedicación	Docencia	
Geología General									
ING. SANTIAGO VALVERDE ESPINOZA	Jefe	20 H/seman.	Inicio: 1/IV/02	Fin: 31/III/03	Duración: 12 meses	Investigadores	Dedicación	Docencia	
Medio ambiente en procesos metalúrgicos									
ING. FÉLIX MAURICIO PÉREZ	Jefe	20 H/seman.	Inicio: 1/IV/02	Fin: 31/III/03	Duración: 12 meses	Investigadores	Dedicación	Docencia	
Análisis Estructural de Materiales									
DR. HUMBERTO CHIRIF RIVERA	Jefe	20 H/seman.	Inicio: 1/IV/02	Fin: 31/III/03	Duración: 12 meses	Investigadores	Dedicación	Docencia	
Petrología de rocas sedimentarias									

Nº JEFES DE PROYECTOS: 12

Nº INVESTIGADORES: 12

DIFIGMM

CUADRO 2

RELACION DE PUBLICACIONES SEGUN TEMAS REALIZADOS POR LA FIGMM - INSTITUTO DE INVESTIGACION  
AÑO 2001

NOOMBRE DEL TEMA	AUTORES	NOMBRE DE LA PUBLICACION	CATEGORIA	OBSERVACIONES
APLICACION DE LOS MODELOS CINÉTICOS A LA LIXIVIACION DE MINERALES OXIDADOS DE COBRE EN COLUMNAS	M.Sc. Ing. Oscar Silva, Ing. Mery Gómez	REVISTA MINAS N° 20 AÑO 7- 2001	REVISTA TRIMESTRAL	AUTOFINANCIADO PUBLICIDAD
CONCEPTOS MATEMÁTICOS BÁSICOS DE LA TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN APLICADOS A LA VOLADURA DE ROCAS	Dr. Carlos Ágreda	REVISTA MINAS N° 19 AÑO 7- 2001	REVISTA TRIMESTRAL	AUTOFINANCIADO PUBLICIDAD
PRUEBAS CINÉTICAS DE RELAVES DEPOSITADOS EN PLAYA SAN JUANITO- MARCONA SHOUGANG HIERRO PERÚ S.A.A.	M.Sc. Lic. Atilio Mendoza, Ing. Santiago Valverde et al.	REVISTA MINAS N° 18 AÑO 7- 2001	REVISTA TRIMESTRAL	AUTOFINANCIADO PUBLICIDAD
APLICACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN LINEAL A LA METALURGIA	Ing. Santiago Valverde	REVISTA MINAS N° 17 AÑO 7- 2001	REVISTA TRIMESTRAL	AUTOFINANCIADO PUBLICIDAD

Proyectos de Investigación Ejecutados 1999 - 2000 DIFIGMM						
ING. ISAAC RÍOS QUINTEROS	Jefe	20 H/seman.	Inicio: 1/III/99	Fin: 31/VIII/2000	Duración: 18 meses	Docencia
Optimización de la Ventilación de una Unidad Minera con Aplicación de Sistemas Informáticos						DE/TC
ING. WASHINGTON CALLAPIÑA DURAND	Jefe	20 H/seman.	Inicio: 1/III/99	Fin: 31/VIII/2000	Duración: 18 meses	
Estudio de la Seguridad Industrial de las Empresas Mineras del Perú Período 1997 - 1998						DE/TC
ING. JULIO UZA TERUYA	Jefe	20 H/seman.	Inicio: 1/III/99	Fin: 31/VIII/2000	Duración: 18 meses	
Análisis de Defectos en Productos Laminados de Zinc						DE/TC
ING. OSCAR SILVA CAMPOS	Jefe	20 H/seman.	Inicio: 1/III/99	Fin: 31/VIII/2000	Duración: 18 meses	
Medidas de Mitigación de Relaveras de Minas Inactivas - Caso Apurímac						DE/TC
ING. RICARDO ZACARÍAS DÍAZ	Jefe	20 H/seman.	Inicio: 1/III/99	Fin: 31/VIII/2000	Duración: 18 meses	
Procesos de Lixiviación Alcalina del Antimonio Contenido en los Concentrados de Plomo y Plata						DE/TC
ING. RIGOBERTO SANDOVAL SALINAS	Jefe	20 H/seman.	Inicio: 1/III/99	Fin: 31/VIII/2000	Duración: 18 meses	
Evaluación de la Calidad del Aire del Entorno de la Ciudades de Marcona y La Oroya						DE/TC
ING. ALBERTO LANDAURO ABANTO	Jefe	20 H/seman.	Inicio: 1/III/99	Fin: 31/VIII/2000	Duración: 18 meses	
Control de Emisiones Gaseosas en Hornos Metalúrgicos						DE/TC
ING. JUAN HOYOS CASTILLO	Jefe	20 H/seman.	Inicio: 1/III/99	Fin: 31/VIII/2000	Duración: 18 meses	
Optimización de las Operaciones Mineras Unitarias						DE/TC
DR. CARLOS ÁGRED A TURRIARTE	Jefe	20 H/seman.	Inicio: 1/III/99	Fin: 31/VIII/2000	Duración: 18 meses	
Identificación, Monitoreo, Control y Mitigación de los Factores Contaminados del Agua de Mina						DE/TC
LIC. ATILIO MENDOZA APOLAYA	Jefe	20 H/seman.	Inicio: 1/III/99	Fin: 31/VIII/2000	Duración: 18 meses	
Absorción Atómica con Horno de Grafito y sus Aplicaciones en Geoquímica y Medio Ambiente						DE/TC
DR. ROLANDO CARRASCAL MIRANDA	Jefe	20 H/seman.	Inicio: 1/III/99	Fin: 31/VIII/2000	Duración: 18 meses	
Clasificación Sistemática de los Ensamblajes de Alteración y Texturas de los Principales Yacimientos						DE/TC
LIC. CARLOS DE SOUZA FERREYRA LLAQUE	Jefe	20 H/seman.	Inicio: 1/III/99	Fin: 31/VIII/2000	Duración: 18 meses	
Aplicación de la Serie de Taylor para la Calibración de Equipos de Análisis Químicos						DE/TC
ING. SANTIAGO G. VALVERDE ESPINOZA	Jefe	20 H/seman.	Inicio: 1/III/99	Fin: 31/VIII/2000	Duración: 18 meses	
Metodología para la Evaluación Ambiental de una Cuenca Contaminada Causada por la Actividad Minera						DE/TC

CUADRO 4

Proyectos de Investigación Ejecutados 2001-2002 FIGMM									
El AN/CO en el Perú									
Investigador	Cargo	Inicio	Fin	Duración	Investigadores	Dedicación	Docencia		
DR. CARLOS ÁGRED A TURRIARTE	Jefe	1/X/00	31/III/2002	18 meses	1	13 H/sem.	DE/TC		
ING. WASHINGTON CALLAPINA DURAND	Jefe	1/X/00	31/III/2002	18 meses	2	13 H/sem.	DE/TC		
Estudio de la Seguridad Integral de las Empresas Mineras del Perú Período 1999 - 2000									
ING. JULIO UZA TERUYA	Jefe	1/X/00	31/III/2002	18 meses	2	13 H/sem.	DE/TC		
Desarrollo de un Sistema de Evaluación Curricular para la Formación del Ingeniero Metalurgista									
ING. OSCAR SILVA CAMPOS	Jefe	1/X/00	31/III/2002	18 meses	2	13 H/sem.	DE/TC		
Áreas Estratégicas de Investigación a ser Desarrolladas por la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica									
ING. RAUL R. SANDOVAL SALINAS	Jefe	1/X/00	31/III/2002	18 meses					
Plan de Desarrollo de los Laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica									
ING. ALBERTO LANDAURO ABANTO	Jefe	1/X/00	31/III/2002	18 meses	1	13 H/sem.	DE/TC		
Diseño e Implementación de una Interfase para la Medida del Grado de Turbidez de Sólidos Suspendidos de Muestras por Computadora en Tiempo Real									
LIC. ATELIO MENDOZA APOLAYA	Jefe	1/X/00	31/III/2002	18 meses	4	10 H/sem.	DE/TC		
Contaminantes Metálicos Generados por la Actividad Minera en Sedimentos y Suelos Agrícolas									
ING. MARCO ANTONIO FLÓREZ OLIVERA	Jefe	1/X/00	31/III/2002	18 meses	2	13 H/sem.	DE/TC		
Control de Estabilidad de Rocas en una Unidad Minera									

Nº DE PROYECTOS: 8

Nº INVESTIGADORES: 16

DIFIGMM

CUADRO 5

PROFESORES DE INVESTIGACIÓN CON VAE/STRIA - DOCTORADO 2002						
N°	APELLIDOS Y NOMBRES	CONDICIÓN	CATEGORÍA	GRADO/TÍTULO	ESCUELA /ÁREA	ESCUELA /ÁREA
1	BERNUI VERANO OSCAR	CONTRATADO	PR-TP-06	M. Sc. INGENIERO	ESCUELA DE MINAS	
2	BONELLI ARENAS JULIO	CONTRATADO	PR-TC-40	M. Sc. INGENIERO	ESCUELA DE METALURGIA	
3	CARRASCAL MIRANDA ROLANDO	NOMBRADO	AS-TC-40	DOCTOR INGENIERO	ESCUELA DE GEOLOGÍA	
4	CASQUINO REY WALTER	CONTRATADO	PR-TP-06	M. Sc. INGENIERO	ESCUELA DE MINAS	
5	CHIRIF RIVERA HUMBERTO *	NOMBRADO	AX-TC-40	DOCTOR INGENIERO	ESCUELA DE GEOLOGÍA	DIRECTOR ESCUELA DE GEOLOGÍA
6	DÍAZ ARTUEDA IORGE GUSTAVO	NOMBRADO	PR-TP-40	M. Sc. INGENIERO	POSTGRADO	DIRECTOR POSTGRADO
7	HIDALGO MENDEIETA FIDEL JULIO *	NOMBRADO	PR-DE-40	M. Sc. INGENIERO	MINAS Y POSTGRADO	
8	ILAVE ANTAYHUA VILMA FLORIZA	NOMBRADO	PR-DE-40	DOCTORA BIÓLOGA	POSTGRADO	
9	INGA BATAIHA MAX	CONTRATADO	AS-TC-40	DOCTOR INGENIERO	POSTGRADO	
10	MALDONADO ASTORGA ROBERTO F.	NOMBRADO	AS-TP-06	M. Sc. INGENIERO	ESCUELA DE MINAS	
11	MENDOZA APOLAYA ATILIO *	NOMBRADO	PR-DE-40	M. Sc. LICENCIADO	ESCUELA DE GEOLOGÍA	
12	MERCADO PÉREZ LUIS	NOMBRADO	PR-TP-05	DOCTOR INGENIERO	ESCUELA DE GEOLOGÍA	
13	PERALES PÉREZ OSCAR ILIJAN *	NOMBRADO	AS-TC-40	DOCTOR INGENIERO	ESCUELA DE METALURGIA	
14	PÉREZ VERÁSTEGUI GUILLERMO	CONTRATADO	AS-TC-40	M. Sc. INGENIERO	ESCUELA DE GEOLOGÍA	
15	ROJAS CABALLERO DAVID R. *	NOMBRADO	AS-DE-40	M. Sc. INGENIERO	ESCUELA DE GEOLOGÍA	
16	ROSALES HUAMANÍ JIMMY A. *	NOMBRADO	AX-TC-40	M. Sc. INGENIERO	CIENCIAS BÁSICAS	
17	SANZ PARRA VÍCTOR RAÚL	NOMBRADO	AS-TC-40	DOCTOR INGENIERO	ESCUELA DE GEOLOGÍA	
18	SESPEDES VALKARSEL SVITLANA	CONTRATADA	AX-TC-40	M. Sc. QUÍMICO	CIENCIAS BÁSICAS	DIRECTOR DE INVESTIGACIONES AD HONOREM
19	SILVA CAMPOS OSCAR FELIPE *	NOMBRADO	PR-DE-40	M. Sc. INGENIERO	ESCUELA DE METALURGIA	
20	TUMIALÁN DE LA CRUZ PEDRO	AD HONOREM	PR-TP-05	M. Sc. INGENIERO	POSTGRADO	
21	VIDALÓN GÁLVEZ JOSÉ ANDRÉS	CONTRATADO	AS-TP-06	M. Sc. INGENIERO	ESCUELA DE METALURGIA	
22	VILLACHICA LEÓN CARLOS ARTURO	CONTRATADO	AS-TP-06	M. Sc. INGENIERO	POSTGRADO	
23	YOPLAC CASTROMONTE EDWILDE	NOMBRADO	PR-TC-40	M. Sc. INGENIERO	ESCUELA DE METALURGIA	

DIFIGMM

PR Principal  
 AS. Asociado  
 AX Auxiliar  
 DE Dedicación exclusiva  
 TC Tiempo completo  
 TP Participa en proyectos de investigación

23 N° total de docentes FIGMM con postgrado  
 7 Participan en proyectos de investigación FIGMM 2002-2003  
 93 N° total de docentes FIGMM

Participa en proyectos de investigación FIGMM 2002-2003

## VI. SECCIÓN INGENIERÍA DE MINAS DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ (PUCP)

La Sección Ingeniería de Minas fue creada en 1970, como resultado de un convenio entre la University of Wales at Cardiff de Gran Bretaña y la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), con el objeto de formar profesionales en Ingeniería de Minas y ofrecer servicios al Sector Minero, Metalúrgico y de Construcción. Es importante resaltar que la PUCP es la única universidad del sector privado encargada de la formación de Ingenieros de Minas en el país. Esta universidad no cuenta con una Sección de Postgrado.

El Jefe de la Sección Minas (Sr. Dante Elías) manifestó que: "En lo que se refiere a la investigación, y dentro del Plan Estratégico de la Universidad, la especialidad de Ingeniería de Minas ha considerado retomar prioritariamente la investigación científica como parte importante de la actividad universitaria y el desarrollo tecnológico del país". Pero realmente no existe la mínima información de labor de investigación realizada en el presente año 2002, ni en años anteriores. Tampoco existe anteproyecto alguno para investigaciones en Geología y Minería para el futuro.

En los últimos años, la Universidad ha promovido el perfeccionamiento docente y la modernización de sus laboratorios. De esta manera, la especialidad de Ingeniería de Minas de la Pontificia Universidad Católica del Perú se encuentra entre las cuatro (4) más importantes del país, en cuanto a la formación de profesionales para la industria minera.

No hay pruebas ni indicios de que en la Sección Ingeniería de Minas de la PUCP se hayan realizado trabajos de investigación científica por lo menos durante los últimos 10 años, y en este año 2002 tampoco existe ningún proyecto de investigación sobre Geología y Minería.

Esto posiblemente ha ocurrido por las siguientes razones:

- La especialidad tiene 30 años de antigüedad.
- La cantidad de profesionales con dedicación a tiempo completo (que este año es de 3) ha resultado insuficiente, y éstos mayormente sólo se dedican al dictado de sus cursos; y "no disponen de tiempo para la investigación", según lo manifestado por el Jefe de la Sección Minas.
- Los sueldos de los sectores minero e industrial son más atractivos para los profesionales de Geología y Minería, por lo que pocos son los docentes que trabajan a tiempo completo en la Universidad.
- No hay fondos asignados para la investigación científica y tecnológica en la Sección Minas de la PUCP; tampoco hay información de investigación alguna que se haya realizado en este Centro.

### • Recursos Humanos

La Sección Ingeniería de Minas sólo cuenta en la actualidad con 3 profesionales a tiempo completo para desarrollar únicamente tareas de docencia:

Silvia Rosas (Doctora en Geología).

Especialidad: Geología (dentro de la Geología no indicó en qué temas específicos es especialista).

Grado académico: Doktor rer. nat., Universidad de Heidelberg, Alemania.

Título profesional: Ingeniero Geólogo, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú.

Mario Cedrón (Ingeniero de Minas)

Especialidad: Minería (dentro de la Minería no indicó en qué temas específicos es especialista).

Grado académico: Baccalaurei in Scientia otorgado por la Universidad de Gales de Gran Bretaña y revalidado en la Pontificia Universidad Católica del Perú por el de Bachiller en Ciencias de la Ingeniería.

Título profesional: Chartered Engineer, otorgado por el Council of Engineering Institutions de Gran Bretaña y revalidado en la Pontificia Universidad Católica del Perú por el de Ingeniero de Minas.

Dante Elías (Ingeniero Mecánico y Jefe de la Sección Minas)

Especialidad: Diseño Asistido por Computador (dentro de esta especialidad no existen especialidades sobre Geología y Minería).

Grado académico: Doctor en Ciencias de la Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

Título profesional: Ingeniero Mecánico, Pontificia Universidad Católica del Perú.

El suscrito preguntó al Decano de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la PUCP, vía E-mail, sobre las líneas de investigación que desarrollan los 3 investigadores arriba mencionados. La falta de respuesta nos hace pensar que estos profesionales no desarrollan investigación alguna y sólo se dedican a la enseñanza.

Por otro lado, la Sección Minas cuenta con 22 docentes contratados a tiempo parcial, los mismos que sólo se dedican a dictar sus clases por horas.

Esta entidad tiene un buen potencial en laboratorios, equipos, hardware y software; pero no hay recursos humanos calificados para emprender proyectos de investigación. Conclusión: actualmente esta Sección no está capacitada para efectuar investigaciones.

- Producción científica: no tiene. El Jefe de la Sección Minas comunicó al suscrito que él recién empezó a trabajar en el año 2002 en este Centro, y que no está informado de las actividades en este rubro antes de ese año. Tampoco ha presentado ningún proyecto de investigación sobre Geología y Minería en el 2002.
- Formación de investigadores: sólo se dedica a la formación de ingenieros de minas. No tiene ningún programa para formación de investigadores en este campo, y tampoco realizan investigaciones actualmente.
- Recursos financieros disponibles para investigación: el Jefe de la Sección Minas manifestó que no se cuenta con tales recursos.
- Estudios de postgrado existentes: La PUCP no ofrece programas de postgrado en el área de Geología y Minería.

#### • Laboratorios y equipamiento

##### a) *Laboratorio de Mecánica de Rocas*

Este laboratorio al parecer brinda servicios a la industria minera y a proyectos de ingeniería civil desde hace más de 25 años. Dispone de una buena infraestructura y equipos para la realización de los diversos ensayos que se ofrecen. El suscrito al tener experiencia en Mecánica de Rocas da fe de que la Sección Minas dispone de un excelente laboratorio. Pero al

consultársele nuevamente sobre quiénes son sus clientes, de cuántos clientes por año disponen, y cuáles son los ingresos estimados en US\$, por año, no recibimos respuesta alguna, por lo que se desconoce el potencial económico de este importante laboratorio.

Este laboratorio está capacitado para realizar los siguientes ensayos:

- i. Determinación de propiedades físicas de las rocas: densidad o peso específico, humedad, porosidad y absorción.
- ii. Compresión simple: se determina la resistencia máxima a la compresión uniaxial. Este parámetro permite clasificar el macizo rocoso.
- iii. Tracción indirecta: se determina la resistencia a la tracción utilizando el Método Brasileiro.
- iv. Compresión triaxial: se mide la resistencia de compresión de especímenes rocosos a presiones confinantes. Esto permite determinar el ángulo de fricción interna y la cohesión.
- v. Corte directo: se determina el ángulo de fricción residual usando la caja portátil de ensayo de corte de Hoek.
- vi. Determinación de propiedades elásticas: ensayo de compresión simple para medir deformación axial y transversal. Se obtienen el módulo estático de elasticidad (E) y la relación de Poisson ( $\Omega$ ).
- vii. Carga puntual: se determina el Índice de Resistencia  $I_s(50)$  en testigos de roca que requieren poca preparación y que pueden tener formas regulares o irregulares. Se utiliza para estimar el esfuerzo de compresión uniaxial.

#### b) *Laboratorios del Área de Geología*

Estos laboratorios (Geología, Mineralogía y Microscopía) disponen de ambientes y equipos para realizar prácticas con muestras de minerales y rocas, así como también para realizar análisis microscópico de minerales, rocas y concentrados. Además, tiene un ambiente de preparación de muestras (delgadas y pulidas) para microscopía.

Realizan petrografía y mineralogía en geología regional y yacimientos minerales, mineralogía para plantas concentradoras, caracterización de macizo rocoso, agregados gruesos y finos para hormigón, sedimentos granulares en obras hidráulicas, mineralogía para predicción del drenaje ácido, fotomicrografía con luz polarizada en secciones delgadas y pulidas.

#### c) *Laboratorio de Concentración de Minerales*

Este laboratorio, además de brindar formación académica a los alumnos, acoge cualquier demanda de la industria, ofreciendo la posibilidad de realizar simulaciones y estudios metalúrgicos. Además, realiza la preparación del mineral y hace análisis granulométricos. Para ello dispone de chancadoras, molinos, zarandas, muestreadores, etc.

Para obtener la concentración del mineral este laboratorio dispone de separadores magnéticos, mesa vibratoria, jig, espiral Reichert, celdas de flotación, filtro prensa y equipo auxiliar. Asimismo, cuenta con una miniplanta de molienda-flotación de 1 ton/día.

El Proyecto Metalurgia permitió adquirir equipos de última tecnología, y actualmente este laboratorio dispone de equipos de concentración centrífuga Falcon y Knelson.

#### d) *Laboratorio de Metalurgia Extractiva*

El Proyecto Metalurgia implementó el año 2000 un moderno Laboratorio de Metalurgia Extractiva.

El laboratorio dispone de: oxímetros, pH-metros, bombas peristálticas, agitador orbital, agitadores eléctrico-digitales, conductímetros, galvanostatio-potenciostato, estufas de secado/esterilización y de cultivo, etc.

Estos equipos permiten realizar: lixiviación por agitación y percolación (por cianuración, ácida, etc.), bio-lixiviación, electrometalurgia y extracción por solventes. Además, realizan pruebas en plantas piloto según lo requiera la empresa minera.

*Proyectos de investigación en desarrollo*

La Sección Minas de la PUCP manifestó tener los siguientes proyectos sobre metalurgia extractiva y metalurgia de transformación:

- i. "Cultivo de bacterias para biolixiviación de minerales de sulfuros".
- ii. "Interacciones galvánicas entre especies sulfuradas en la generación de drenajes ácidos de minas".
- iii. "Estudio para la lixiviación de menas de oro en la mina Santa Rosa".
- iv. "Estudio de adsorción del cobre, hierro, zinc con la resina CMA".

Cuando el suscrito preguntó al Decano de Ciencias e Ingeniería de la PUCP sobre quiénes están a cargo de estos proyectos y con qué recursos se van a ejecutar, no recibimos respuesta, y al manifestar el Jefe de la Sección Minas que no hay recursos monetarios para realizar investigaciones, entonces es obvio que estos proyectos sólo están a nivel de idea y no se ha avanzado más.

Conclusión: la Sección Ingeniería de Minas de la PUCP no tiene actualmente proyectos de investigación sobre las áreas de Geología, Minería y Metalurgia.

e) *Laboratorio de Ventilación de Minas*

El Laboratorio de Ventilación de Minas cuenta con equipos que permiten analizar los problemas más frecuentes en conductos de circulación de aire. Este laboratorio puede simular condiciones ambientales en galerías mineras usando psicrómetros, catatermómetros y barómetros, determinar pérdidas por fricción en paredes así como pérdidas por obstáculos y cambios de dirección del flujo de aire (túnel de viento, tubos de Pitot, etc.), además de determinar velocidad del flujo de aire en galerías y chimeneas mediante anemómetros.

f) *Laboratorio de Análisis Químicos*

El Laboratorio de Análisis Químicos brinda servicios a la minería, obras civiles y medio ambiente. Además, apoya a los proyectos de investigación del Laboratorio de Metalurgia.

El laboratorio realiza determinación de la concentración de un elemento usando el espectrofotómetro de absorción atómica, plata: vía seca y oro: vía combinada, sales disueltas en suspensión y sales totales, sulfatos, pH de soluciones acuosas, etc., análisis de carbón mineral de agregados y suelos, drenaje ácido de rocas: pruebas estáticas y pruebas cinéticas.

g) *Laboratorio de Diseño de Minas*

Este laboratorio cuenta con suficientes equipos y herramientas informáticas, así como licencia de softwares de aplicación minera (Datamine, Gencom, Autocad, Rock data, etc.).

- Asociación de ex alumnos de geociencias

La Sección Minas de la PUCP no tiene red de investigación.

Con la iniciativa del Dr. Christoph Breitzkreuz (Universidad de Freiberg - Alemania), el Dr. Heinrich Bahlburg (Universidad de Münster - Alemania) y la Dra. Silvia Rosas (Sección Ingeniería de Minas) se realizó del 5 al 7 de julio el evento internacional "Georrecursos y Medio Ambiente (GREMIO)". Este evento permitió la creación de una asociación denominada "Geo-Network of Latinamerican – German Alumni (GOAL)". Esta asociación está conformada por ex alumnos de facultades de geociencias de universidades alemanas, provenientes de países andinos y vecinos. Esta asociación tiene por objetivo mantener el contacto entre geocientíficos y geotécnicos de universidades y empresas alemanas y latinoamericanas.

Estoy de acuerdo con nuestro asesor internacional, Dr. C. Abeledo:

"Esta asociación no es una red de investigación".

- Número de bibliotecas

La Sección Minas de la PUCP cuenta con la Biblioteca de Ingeniería y la Hemeroteca de la Facultad de Ciencias e Ingeniería. Estas unidades forman parte de una red de bibliotecas dirigidas por la Biblioteca Central de la PUCP. Además, dispone de las bibliotecas de Estudios Generales Ciencias, Estudios Generales Letras, Ciencias Sociales y Teología.

Asimismo, la Pontificia Universidad Católica del Perú forma parte de un consorcio de universidades, lo que le permite tener acceso a las bibliotecas de las universidades que pertenecen a este consorcio. Las universidades que conforman el consorcio son: Universidad de Lima, Universidad del Pacífico, Universidad Particular Cayetano Heredia y la Pontificia Universidad Católica del Perú.

- Revistas científicas

- La Sección Minas ha adquirido suscripciones de diferentes publicaciones, y de la lectura de los años del listado se puede deducir que la mayoría son del 2000 hacia atrás, y sólo una figura como del año 2001. Estas publicaciones son las siguientes:

*Minas & Pozos: Revista Internacional de Minería Petróleo y Energía* 1998-2000

*Rocas y minerales: técnicas y procesos de minas y canteras* 1985, 1987-

*Tamrock news*

Autor Institucional: Tamrock Corporation 1985-1986, 1997-1998

*Transactions of the American Institute of Mining Metallurgical and Petroleum Engineers*

Autor Institucional: AIMME American Institute of Mining Metallurgical Engineers  
1952-1954, 1956-1969, 1973

*Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy*

Autor Institucional: IMM The Institute of Mining and Metallurgy  
1969-1971, 1973, 1975-1980, 1982-1989, 1991-1995

*E&MJ Engineering and mining journal*

1958, 1962-1964, 1966, 1970-1993, 1995-1996, 1998-2001

*International journal of mining and geological engineering*

Autor Institucional: Chapman and Hall Ltd. 1986, 1990

*International journal of rock mechanics and mining sciences* 1971

*Journal of the mine ventilation Society of South Africa*

Autor Institucional: The mine ventilation Society of South Africa 1974

*Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy*

Autor Institucional: SAIMM. The South African Institute of Mining and Metallurgy  
1975-1991, 1993

*Mining engineering*

Autor Institucional: SME Society for Mining, Metallurgy and Exploration 1954-

*Mining journal* 1974

*Mining magazine* 1977

Natural resources and development

Autor Institucional: Institute for Scientific Co-operation

1989, 1991, 1995-1996, 1998-1999

\* **Recomendación:** Es importante efectuar la actualización de todo tipo de publicaciones en la Biblioteca de la Sección Ingeniería de Minas de la PUCP.

- La Sección Minas de la PUCP no edita, ni publica revista alguna.

## VII. FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN (UNJBG) DE TACNA

La enseñanza de Ingeniería de Minas en la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna se inició en 1974, creándose la Facultad de la especialidad.

El cuadro que sigue resume la cantidad de docentes y alumnos en la actualidad.

2002	Minas	Total
Docentes	17	17
Alumnos	250	250

### • Recursos humanos involucrados

- Número de investigadores: totalidad de docentes de la Facultad (17)
- Producción científica: no se conoce su producción. Esta Universidad no ha cumplido con transmitir el listado de sus publicaciones científicas,

- Formación de investigadores: 4M (4 Maestros de Ciencias).
- Recursos financieros disponibles: ninguno.
- Estudios de postgrado existentes: esta universidad no ofrece programas de postgrado en el área de Geología y Minería.
  
- Laboratorios:
  - Petrología
  - Mineralogía
  - Topografía
  - Planeamiento de Minado
  - Mecánica de Rocas
  - Mecánica de Suelos
  
- Redes de investigación: no tiene
  
- Equipamiento disponible
  - Microscopios
  - Niveles
  - Teodolitos
  - Planchetas
  - Estereoscopios
  - Prensa hidráulica.
  
- Bibliotecas
  - De la Facultad de Ingeniería de Minas
  - Biblioteca Central
  - De otras Ingenierías.
  
- Revistas científicas
  - No se informa de ninguna suscripción en revistas.
  - La entidad no publica, ni edita revista alguna.

Conclusión: esta universidad no está capacitada para realizar investigaciones científicas y tecnológicas.

#### VIII. FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ (UNCP) DE HUANCAYO – JUNÍN

La Facultad de Ingeniería de Minas fue creada en 1974 en la UNCP, y en la actualidad se constituye como una Facultad independiente.

- Recursos humanos involucrados

La Facultad, que tiene a la fecha 23 docentes en las diferentes categorías, se encuentra dividida en dos áreas: Matemáticas e Ingeniería, y Minas /Geología.

*Principales grupos de investigación*

La Facultad no tiene grupos de investigación, ni tiene líneas de investigación.

*Producción científica*

No cumplieron con entregar la información estadística solicitada para los últimos 5 años.

*Formación de investigadores*

No forman investigadores. Sólo se dedican a la enseñanza.

*Recursos financieros disponibles*

Se informa que no existen.

*Estudios de postgrado existentes*

Esta universidad no ofrece programas de postgrado en el área de Geología y Minería.

- Laboratorios.

A la fecha existen los siguientes:

*De Mineralogía.* Con infraestructura adecuada e implementación de microscopios y colección de muestras mineralógicas.

*De Petrología.* Con infraestructura adecuada e implementación de microscopios y colección de rocas.

*De Topografía.* Infraestructura adecuada e implementado con diferentes equipos como brújulas, teodolitos, niveles, G.P.S. (estación total) y otros.

*De Maquinaria Minera.* Con equipamiento básico elemental como material didáctico.

*De Data Mine.* Disponible para desarrollar trabajos que deseen conocer las diferentes empresas mineras del país.

*De Informática.* Con una implementación básica bastante usada; lo que hace necesario repotenciarla con equipos de última generación.

- Redes de investigación: no tiene.

- Equipamiento disponible

La Facultad de Minería dispone de mínimo equipamiento, bastante usado y de calidad regular.

- Número de bibliotecas

La Facultad de Ingeniería de Minas, al momento no cuenta con biblioteca especializada, existiendo únicamente una biblioteca central para toda la Universidad.

- Revistas científicas

No publica ni edita revista alguna. Las suscripciones a revistas científicas y tecnológicas no están actualizadas.

- Otros aspectos importantes

Existe la necesidad de implementar un laboratorio para el estudio y desarrollo de los

minerales no metálicos de la parte Central del Perú. Esta parte del país dispone de un gran potencial de reservas de estos minerales.

#### IX. ESCUELA DE MINAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN (UNDAC) DE CERRO DE PASCO

Se conversó con el Decano de la Facultad de Ingeniería de esta universidad. Luego, vía facsímil y correo electrónico se solicitaron datos estadísticos e información básica de las áreas de Minería y Geología a la mencionada autoridad universitaria. En definitiva, no recibimos información alguna.

### 3. DEFINICIÓN DEL ROL DEL ESTADO EN LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

- Análisis del Rol del Estado y su participación

- El Estado tiene la responsabilidad de preparar la geología básica del territorio y el inventario de sus recursos minerales y energéticos con el fin de planificar adecuadamente su utilización con una perspectiva de desarrollo sostenible. Esta tarea le corresponde principalmente al INGEMMET, pero otras entidades pueden también participar en estudios de prospección y exploración de minerales.

Los estudios que realiza el INGEMMET en la actualidad son: revisión y actualización de la Carta Geológica Nacional; estudio de los recursos minerales del país; estudio de los fenómenos de riesgo geológico en el país con fines de prevención y para el ordenamiento territorial; difusión de la información geocientífica generada.

- El Estado tiene en la investigación científica una función limitada de apoyo a las universidades y centros de investigación conexos; el apoyo económico es muy exiguo, de tal forma que para el presente año 2002 es del orden de 0,08% del PBI, y dentro del Presupuesto General de la República para el 2003, la partida correspondiente ha sido recortada, propiciándose con ello una fuga de talentos al extranjero y la poca dedicación a la investigación en algunas universidades nacionales. No obstante, vale la pena resaltar la existencia de una gran masa crítica de jóvenes profesionales formados en el área de Geología y Minería de las universidades que se visitaron en el país. Es decir, el recurso humano graduado y calificado existe en esta Área, lo que falta es su utilización adecuada a corto y mediano plazos, prioritariamente en investigaciones de ciencia y tecnología.

- Vinculación del Estado con las universidades y entidades similares

- La vinculación del Estado con las universidades es restringida; la mayoría de las universidades del Estado con las que se coordinó tienen en su estructura orgánica una Oficina o un Consejo Superior de Investigación, los que a su vez cuentan con una Dirección de Investigación en cada una de las facultades que tienen que ver con Geología y Minería. En las universidades estatales existe una política de otorgar "asignaciones para la investigación" y "subvenciones para el investigador", pero estos

emolumentos son muy pequeños; por ejemplo, en el caso de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos es de US \$ 33 mensual por investigador. En la UNI, la política y el monto de los emolumentos son similares.

- Por otro lado, se sabe que en las escuelas de pregrado y de postgrado de Geología y Minería, el Estado apoya al CONCYTEC en su loable y eficiente labor de incentivar las investigaciones en CyT, a través del otorgamiento de becas a los estudiantes jóvenes con excelencia para realizar sus estudios de postgrado en Geología y Minería. Estas becas son para pagar los gastos de estudios y para preparación de tesis.
- En algunos casos se ha conseguido llevar a cabo, mediante la firma de convenios de las universidades con las instituciones del Estado, trabajos de investigación como por ejemplo: con INGEMMET, INADE, INDECI; Municipios, etc.

- Vinculación del Estado con el sector privado

- No hay una vinculación directa del Estado con el sector privado para la implementación de políticas de desarrollo en el campo de la ciencia y tecnología dentro del área de Geología y Minería. Cada empresa del subsector Geología y Minería es muy autónoma de realizar sus investigaciones de acuerdo a sus intereses particulares y al quehacer microeconómico, y por lo general está más preocupada en mejorar su productividad, reducir sus costos de producción y optimizar su competitividad para mantener sus operaciones en marcha.
- El principal vínculo existente entre universidades y empresas privadas está en lo referente a la recepción de recursos humanos, tanto como prácticas preprofesionales o como incorporación de profesionales a las empresas. Esta relación en algunos casos conduce a la elaboración de trabajos de tesis, con alguna participación de los docentes universitarios; en otros casos, como es natural, las empresas privadas se muestran celosas de su información científica, llegando muchas veces a impedir la utilización y divulgación de dicha información.

- Relación entre universidades y empresas privadas

- Existe una relación de trabajo entre algunas universidades y empresas mineras que incluye la prestación de servicios, consultorías especializadas e investigaciones conjuntas. Entre estas universidades se menciona principalmente a las siguientes: la UNMSM con la UPG y la UI de la FIGMM; la UNSA de Arequipa con su Facultad de Geología, Geofísica y Minas; la UNI de Lima con su Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica y/o el II de la misma Facultad; y la PUCP de Lima con su Sección de Ingeniería de Minas.
- Las perspectivas para proyectos de este tipo en el área de Geología y Minería son buenas, principalmente con las 4 primeras de las nombradas en el párrafo anterior.
- Existen antecedentes y experiencia sobre trabajos de cooperación entre universidades y empresas mineras:

Ejemplo 1: Contrato entre la FIGMM de la UNI y la Empresa Administradora Chungar S.A. con el objeto de que la primera elabore el "Plan de Rehabilitación y Reinicio de Operaciones

de la Unidad Minera Animón en el distrito de Huayllay, departamento de Pasco”, el mismo que fue realizado a entera satisfacción de la empresa en 1998 por un equipo polivalente de 3 profesores (ingenieros y maestros en ciencias) de la FIGMM, liderado por el Director de la Escuela Profesional de Minas de la FIGMM-UNI.

Ejemplo 2: Contrato entre la FIGMM de la UNI y la Empresa Minera del Hierro del Perú (HIERROPERU) con el objeto de que la primera realice los “Estudios del Proyecto Hidrogeológico de Jahuay – Sacaco – Lomas”, cuyos objetivos fueron explorar y ubicar acuíferos en las áreas mencionadas, así como transportar por tubería el agua dulce desde los acuíferos de Jahuay-Sacaco-Lomas hacia San Juan de Marcona, departamento de Ica, donde está ubicado el campamento de la compañía HIERROPERU. Estos estudios fueron realizados a satisfacción por un grupo de profesionales y técnicos liderados por un Doctor en Geología y un Ingeniero Geólogo, ambos profesores de la FIGMM-UNI.

Ejemplo 3: Convenio entre la FIGMM de la UNI y la empresa minera SHOUGANG HIERRO PERÚ S. A. A. con el objeto de que 3 docentes investigadores del Instituto de Investigación de esta Facultad realice el estudio denominado “Pruebas Cinéticas de Relaves Depositados en la Playa San Juanito de Marcona-Ica de la Empresa SHOUGANG HIERRO PERÚ S. A. A.”, investigación que fue incluida y publicada en el año 2001.

Así como estos 3 ejemplos de convenios para realizar estudios por docentes investigadores de la UNI para empresas mineras, hay otros más, no sólo en esta universidad, sino también por parte de otras universidades, siempre bajo la modalidad de contrato o convenio entre 2 ó más partes.

El suscrito, en sus encuestas efectuadas a las universidades que tienen las especialidades de Geología, Minería y Metalurgia, ha solicitado por ejemplo los siguientes datos respecto a estudios y servicios que prestan las universidades a las empresas y público en general:

- Cantidad y principales clientes por año.
- Ingresos por servicios, estimados en US \$ por año.

Respecto a estas solicitudes de datos, ninguna universidad ha querido contestar, no obstante que el suscrito sabe que universidades han brindado los servicios de estudios e investigaciones respectivos. Así pues, la cantidad de empresas que solicitan estos servicios y las magnitudes de los ingresos percibidos por estas universidades por los servicios prestados no pudo establecerse en forma completa, por la negativa de las universidades en proporcionar dicha información. Inclusive la Sección Ingeniería de Minas de la PUCP no ha querido proporcionar estos datos, no obstante mi insistente solicitud.

#### 4. FUENTES DE FINANCIAMIENTO EXISTENTES Y EVALUACIÓN DE SU CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO DE PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN EN EL ÁREA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

- Fuentes de financiamiento existentes
  - El INGEMMET financia sus actividades de investigación mediante el uso del 10% de los fondos de la tributación del Derecho de Vigencia, que anualmente pagan los titulares mineros por el uso de la propiedad minera, más fondos del Tesoro Público. Con estos recursos el INGEMMET realiza sus investigaciones geológicas para elaborar los mapas que se utilizan en las actividades del Sector Energía y Minas y otros. Ver el cuadro 1 siguiente (los datos fueron proporcionados por el INGEMMET el 17 de septiembre de 2002)

CUADRO 1

A. Ingresos (miles de soles)

Fuente de ingreso	1997	1998	1999	2000	2001
Presupuesto público	26 675	46 808	59 228	64 210	62 611

B. Egresos (miles de soles)

Objeto del gasto	1997	1998	1999	2000	2001
Desarrollo tecnológico	-	-	-	-	-
Investigación científica(*)	12 748	15 810	14 593	16 700	19 985
% Uso del presupuesto	47,8	33,8	24,6	26,0	31,9

Del cuadro 1 se puede deducir que el INGEMMET en los últimos 5 años sólo ha venido utilizando un porcentaje reducido de sus presupuestos anuales. Por ello opino que desde el punto de vista del uso del presupuesto, este Instituto estaría sobredimensionado. En este sentido, habría que recomendar al INGEMMET que reestructure y amplíe sus programas de trabajo, y efectúe investigaciones y estudios también en las áreas de Minería y Metalurgia.

- En las universidades estatales las investigaciones que realizan los estudiantes de postgrado son en su mayoría con recursos propios, y en menor grado en base a becas que proporciona el CONCYTEC, y a los préstamos que facilita el INABEC a estudiantes y candidatos de maestrías en el área de Geología y Minería. (Ver la Addenda IV para aclaraciones y estadísticas.) Las escuelas o universidades con programas de postgrado sólo apoyan a los estudiantes/candidatos con el uso de laboratorios y equipos. Los asesores de tesis de postgrado participan en forma ad honorem, pero son muy escasos.
  - Las fuentes de financiamiento por parte del Estado son mínimas, tal como se indicó anteriormente. Las universidades estatales mediante sus reducidos presupuestos y con pocos ingresos propios generados, precisan de mayores recursos presupuestarios para efectuar trabajos de investigación de importancia.
  - Las universidades necesitan de asesoramiento para poder gestionar y acceder a fuentes de financiamiento del exterior, tales como de la OEA, BID, KFW, GTZ, JICA, IFC (WB), UNESCO, ODC (Overseas Development Corporation), CAF, etc. Las universidades que disponen de alguna información sobre este asunto son las mencionadas con los números V, VII, VIII y IX en la primera página de este informe.
- Contribución de las fuentes de financiamiento al desarrollo de programas de investigación en el área de Ciencia y Tecnología
- El INGEMMET financia la ejecución de sus actividades de investigación con los fondos anuales de la tributación del derecho de vigencia. Estos recursos son permanentes y considerables en comparación con los de otros centros de investigación y de las universidades estatales. (Ver Cuadro 1.)

Actualmente, el Instituto sólo está cumpliendo con un programa mínimo de investigaciones geológicas que son primordiales para entregar al país los mapas e información de base que se necesitan para el desarrollo de las actividades importantes en el Sector Energía y Minas.

El Instituto tiene un potencial mayor para emprender más programas de investigación, sin embargo sería recomendable en lo posible:

- a. Actualizar y repotenciar su infraestructura tecnológica de laboratorios y equipos.
  - b. La asignación de recursos económicos adicionales para ejecutar nuevas investigaciones y superar el ámbito de investigaciones aplicadas exclusivamente a Geología. El INGEMMET también debe incursionar en las áreas de Minería y Metalurgia, y llegar en lo posible a ser el líder en investigaciones científicas y tecnológicas.
- Las investigaciones de los estudiantes de postgrado de las universidades estatales realizadas con sus recursos propios y escasos apoyos económicos de CONCYTEC e INABEC tienen un alto valor académico y en gran parte resuelven problemas específicos y prácticos en el sector Geología y Minería. Lo que está faltando es una mayor difusión de estos trabajos a nivel horizontal y praxiológico (de praxis), a fin de que la comunidad nacional aproveche la característica utilitaria de éstos. De mi experiencia en la docencia de postgrado y de las coordinaciones efectuadas, puedo colegir que muchos de estos trabajos quedan archivados en estantes de libros y en bibliotecas restringidas para uso de pocos profesionales.

## 5. ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS EXISTENTES

- Análisis de los problemas existentes en ciencia y tecnología
  - Deficiencia en la homogeneidad de la información básica sobre la realidad del área de Geología y Minería. Los datos están dispersos, atomizados y falta la articulación de los Sistemas de Información de las diferentes entidades públicas y privadas. Esto es más notorio en algunas universidades, donde hay ausencia de una base de datos organizada y sistematizada, tal como ocurre en las entidades V, VI, VII, VIII y IX mencionadas al principio del presente informe.
  - Poca atención y prioridad por parte del Estado y del sector privado sobre el rol que cumple la investigación científica y tecnológica en el desarrollo nacional.
  - Falta intensificar la coordinación e intercambio de información en materia de cooperación técnica internacional (CTI) para ciencia y tecnología.
  - Falta de financiamiento y otras opciones para dar relieve a las actividades científicas y tecnológicas en el Subsector Geología y Minería.
- Fortalezas del sistema de investigación científica en el Perú
  - Los recursos humanos capacitados que se tienen, los recursos naturales de que se disponen y son de gran valor en el sector Geología y Minería, la enorme biodiversidad en su entorno; así como también el haber tenido un pasado arqueológico rico y variado, que se remonta por ejemplo a la minería incaica (*Incas' mining*), la cual estuvo circunscrita al oro, plata y cobre, mucho antes de la llegada de los españoles.

- Otra de las fortalezas de la investigación científica en el Perú radica en que a pesar de la falta de apoyo económico, existen docentes y estudiantes de postgrado que con sus propios recursos llevan a cabo sus investigaciones tanto en la experimentación como en la práctica; pero éstos son pocos casos.
- Al inicio de este Informe Final se puede observar que de las 9 entidades contactadas y encuestadas, ocho son entidades universitarias y uno es instituto (INGEMMET). Por otro lado, las 5 primeras entidades de esta lista cuentan con la infraestructura básica y un mínimo de recursos humanos (*humanware*) calificados que permiten desarrollar trabajos de investigación, prestación de servicios y actividades de proyección social acerca de las áreas de Geología y Minería. Sin embargo, precisan de modernizar, repotenciar y ampliar sus equipos y laboratorios. Estas entidades son las designadas con los números I, II, III, IV y V al inicio del presente informe:

- I. Unidad de Postgrado (UPG) de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la UNMSM
- II. Unidad de Investigación (UI) de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la UNMSM
- III. Facultad de Geología, Geofísica y Minas (FGGM) de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (UNSA)
- IV. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET)
- V. Instituto de Investigación (II) de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica (IIFIGMM) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)

• Debilidades del sistema de investigación científica en el Perú

- Muchas investigaciones sobre Geología y Minería tienen que realizarse in situ, es decir, en los lugares donde están ubicados los yacimientos de minerales, encareciendo sus costos y haciendo un tanto difícil su accesibilidad, al estar estos depósitos muy alejados de grandes centros urbanos y la mayoría de las veces arriba de 3500 m.s.n.m.
- El factor de frenaje es la carencia de los financiamientos adecuados, para que los investigadores se dediquen a tiempo completo a su trabajo y puedan tener también los asesores de alto nivel que requieren para realizar sus investigaciones.
- La falta de incentivos económicos conduce a un cierto grado de indiferencia por parte de los docentes y estudiantes de postgrado, para realizar labores de investigación, prestación de servicios y proyección social.
- La Sección Ingeniería de Minas de la PUCP posee una excelente infraestructura y laboratorios para realizar investigaciones en Geología, Minería y Metalurgia, sin embargo, no posee la mínima cantidad de recursos humanos calificados que pueda realizar este tipo de trabajos, que van más allá del simple dictado de clases.

## 6. DEFINIR ESTRATEGIAS DE DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN GEOLOGÍA Y MINERÍA EN EL MEDIANO PLAZO

- a) Actualizar y homogeneizar el sistema de información básica para el fomento de las investigaciones en Geología y Minería, y para promover nuevas inversiones mineras.

En esta tarea se buscará el apoyo de la cooperación técnica internacional y el apoyo de las empresas privadas especializadas para crear un sistema altamente confiable y eficiente al servicio del país. Una regla importante para esta tarea consiste en que los Geólogos, Ingenieros de Minas e Ingenieros Metalúrgicos usen la misma base de datos en sus investigaciones y en el desarrollo de sus proyectos.

- b) Actualizar los mapas de la Carta Geológica Nacional, con el fin de mejorar la geología de los mapas levantados en años anteriores, adecuándolos a los nuevos avances de la geología, al mayor conocimiento geológico del territorio, y a la capacidad de las nuevas tecnologías de punta desarrolladas en apoyo de las ciencias de la Tierra.
- c) Ejecutar la prospección regional para orientar y priorizar la exploración minera a nivel de todo el país, haciendo uso de las modernas tecnologías de investigación geológica, imágenes satelitales, geoquímica, geofísica, radiometría y otras.
- d) Efectuar estudios básicos de geología medioambiental (*environmental geology*), riesgos geológicos, contaminantes naturales y evaluación de las líneas de base de la contaminación ambiental, poniendo dicha información al servicio de la comunidad nacional.
- e) Acopio y difusión de nuevas tecnologías minero-metalúrgicas, con el fin de contribuir a mejorar las operaciones y procesamientos de minerales en la industria minera. Se deben actualizar y modernizar las bibliotecas especializadas.
- f) Coordinación e intermediación armónica social y comunitaria (*rapport*) entre el Estado, la Comunidad, la Universidad y el Inversionista; esta tarea será efectiva cuando se tenga la información geocientífica básica del territorio nacional.
- g) La investigación científica y tecnológica en Geología y Minería debe propender a brindar apoyo técnico a la pequeña minería y minería artesanal, para hacerlas más eficientes y menos contaminantes.
- h) Capacitar a su recurso humano (*humanware*) al más alto nivel para prepararlo a fin de efectuar una investigación más profunda de la geología, los recursos minerales del país, y la tecnología moderna de extracción de los minerales.
- i) La investigación científica y tecnológica en Geología y Minería debe coadyuvar al incremento del valor agregado de la producción minero-metalúrgica actual, mediante la coordinación de los sectores minero, industrial y metalmecánico.
- j) Dar alta prioridad a las investigaciones sobre minerales no metálicos:
  - 1° Preparación de un plan maestro de desarrollo de minerales no metálicos.
  - 2° Preparación y elaboración de estudios de preinversión para la explotación de yacimientos específicos, como el de la zona central: departamentos de Junín y Pasco.
- k) La investigación científica en Geología y Minería debe propender a la utilización de la tecnología de lixiviación bacteriana para una recuperación limpia de los metales básicos.
- l) La investigación científica en Geología y Minería debe tender a la utilización de tecnologías limpias en todas las fases de la actividad minera, es decir, en la prospección y exploración de los yacimientos, desarrollo de las minas, explotación de minerales, procesamiento de minerales y refinación de metales. Y los nuevos proyectos mineros tienen la obligación de nacer limpios, porque ya existen tecnologías limpias, como la de "procesamiento de mineral de oro en gran volumen mediante la lixiviación en pilas con cianuro".

Nota: Ver mayor detalle de este Capítulo 6 en la Addenda I del presente informe.

## 7. RESULTADOS ESPERADOS

Se puede establecer que el estado y nivel del área científica en el campo de la Geología y Minería es bastante desarrollado en las empresas de la gran minería, y medianamente desarrollado en las empresas de la mediana minería, por lo que se recomienda que el Programa Perú-BID de CyT en lo posible ponga mayor énfasis en los estratos de la mediana y pequeña minería.

Se esperan los siguientes resultados en el mediano plazo:

- a) Disponer de un eficiente sistema de información en geociencias que maximice la utilización de los conocimientos de geología, los recursos minerales, la tecnología de extracción y la geología medioambiental, que contribuyan al desarrollo socioeconómico del país.
- b) Disponer de las cartas geológicas del territorio nacional con alto grado de detalle científico.
- c) Fomento efectivo de las inversiones en minería mediante la entrega oportuna de la información geocientífica sobre los recursos minerales del país y las áreas potenciales de exploración. Contribuir en este aspecto para que la prioridad la tengan la mediana y gran minería, que son los motores del crecimiento y desarrollo nacional.
- d) Disponer de la información suficiente de geociencias para el ordenamiento territorial en un entorno de desarrollo sostenible.
- e) Disponer de los recursos humanos y de la infraestructura de investigación de alto nivel que garantice la calidad de los resultados esperados.
- f) Contribuir a tener una pequeña minería y minería artesanal eficientes y no contaminantes.

## 8. CONCLUSIONES

- 8.1. Sí hay capacidades en investigación científica y tecnológica en el Perú en el área temática de Geología y Minería, pero hay que hacer la salvedad de que esto es viable sólo en algunas entidades, sobre las que se informará líneas abajo.
- 8.2. Se ha revisado y evaluado la información de base de 9 entidades contactadas, cuya lista se puede observar en la página 1 del presente informe; y las entidades que eventualmente podrían recibir financiamiento para el desarrollo y ejecución de sus proyectos de investigación y/o adquisiciones de equipos y laboratorios prioritarios, serían las siguientes:
  - I. Unidad de Postgrado (UPG) de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la UNMSM
  - II. Unidad de Investigación (UI) de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la UNMSM
  - III. Facultad de Geología, Geofísica y Minas (FGGM) de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (UNSA)
  - IV. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET)
  - V. Instituto de Investigación (II) de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica (IIFIGMM) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)

- 8.3. Las entidades de investigación I, II, III, IV y V cuentan con infraestructura, laboratorios y equipos básicos para desarrollar trabajos de investigación, prestación de servicios y actividades de proyección social.
- 8.4. Los recursos humanos de que disponen estas entidades cuentan con docentes que tienen estudios de postgrado y amplia experiencia en las especialidades de Geología, Geofísica y Minería; y están capacitados para ejecutar individualmente o asociadamente una gran variedad de proyectos de investigación.
- 8.5. La entidad VI (Sección Ingeniería de Minas de la PUCP), si bien tiene una buena infraestructura y laboratorios importantes, no dispone actualmente de la mínima cantidad de recursos humanos calificados que puedan efectuar investigaciones a corto y mediano plazo. Y respecto a lo que contempla el Plan Estratégico de la PUCP, el suscrito opina que no sólo es importante formular políticas para promover la investigación científica, sino que se debe ya de hacer algo en la práctica y en lo real, cosa que no he podido percibir en esta Sección de la PUCP en el presente año ni en años anteriores.
- 8.6. Discusión de la posibilidad de integración de programas de postgrado  
En el área de Geología y Minería sólo hay 2 programas de postgrado en todo el Perú, a saber:
  - i. La Unidad de Postgrado (UPG) de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, y
  - ii. La Sección de Postgrado de la FIGMM-UNI.De acuerdo a lo conversado y discutido con uno de los Directores de estos programas, y con el Coordinador de uno de ellos, llegamos a la conclusión de que sí se puede trabajar en forma integrada a fin de mejorar la calidad y el rendimiento de estos 2 programas. Sólo se requiere un trabajo de coordinación, y que alguna de las 2 partes tome la iniciativa. El suscrito opina que el CONCYTEC podría liderar las negociaciones para que se pueda eventualmente gestionar la integración de estos 2 programas. Yo lo veo viable por las siguientes razones:
  - Los programas se complementarían mutuamente, ya que hay un mayor énfasis en la Especialidad de Ingeniería de Minas en el P.G. de la UNI que en el de la Universidad de San Marcos; y por otro lado hay un mayor énfasis en la Geología e Ingeniería Geológica en el P.G. de la Universidad de San Marcos que en el de la UNI.
  - Se mejoraría la calidad y la utilización de la capacidad instalada de la infraestructura, laboratorios y equipos de ambas universidades.Ejemplo 1: La UPG de la UNMSM podría utilizar el laboratorio de Mecánica de Rocas (que es nuevo, del 2001) de la Sección de Postgrado de la UNI para las especialidades de las Maestrías en Geología y en Ciencias Ambientales.  
Ejemplo 2: La Sección de P.G. de la UNI podría utilizar el microscopio electrónico digital de barrido de última generación de la FIGMMG-UNMSM, para los trabajos en los cursos e investigaciones sobre ciencias de la Tierra que realicen los maestristas de la UNI.

- En cuanto a la cantidad y calidad de los docentes-investigadores, se racionalizaría su utilización.
  - Contribuiría a la mejor utilización de los recursos presupuestarios.
  - En una época de crisis económica y escasez de recursos para entidades del Estado, se justifica más este tipo de integración.
- 8.7. Ranking de los programas de postgrado en Geología y Minería  
Para los dos programas de P.G. en Geología y Minería, el siguiente es el ranking que resulta del análisis de éstos:  
1° es la UPG de la FIGMMG de la UNMSM,  
2° es la Sección de Postgrado de la FIGMM-UNI.  
La información que sustenta este ranking de postgrados se podrá observar en las Secciones I y V del presente informe:  
I. Unidad de Postgrado de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la UNMSM  
V. Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica de la UNI (la Sección de Postgrado es tratada en esta parte del informe)
- 8.8. No se está utilizando la gran capacidad instalada de la infraestructura y recursos humanos de que dispone el INGEMMET. Es importante y prioritario que el Estado le asigne nuevas tareas, objetivos y responsabilidades en el campo de la investigación científica y tecnológica, para lo cual originariamente fue creado. Sus investigaciones deben cubrir también las áreas de la Minería y Metalurgia. A esto hay que agregar que actualmente el INGEMMET es el centro de investigación que mayores recursos presupuestarios recibe en comparación con los centros universitarios de investigación del sector Geología y Minería, los cuales trabajan con exiguos recursos.
- 8.9. La Facultad de Geología, Geofísica y Minas (FGGM) de la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa (UNSA), ubicada estratégicamente en un departamento regionalmente importante del país, tiene un gran potencial para concretar a corto y mediano plazo la ejecución de proyectos de investigación. Estos tipos de trabajos son ofrecidos bajo la forma de servicios, y a través de ellos se captan y/o materializan indirectamente proyectos de investigación para esta Facultad. (Ver el apartado sobre Potencialidad del Área en la Sección III de la UNSA).
- 8.10. Los recursos financieros son escasos para la investigación científica y tecnológica, por lo que se requiere de fuentes externas de financiamiento para aumentar su eficiencia y ámbito de acción en el área de Geología y Minería.
- 8.11. Los recursos humanos están adecuadamente preparados, pero los más jóvenes necesitan mayor capacitación y perfeccionamiento en las diversas fases de la investigación geológica y minera.
- 8.12. No obstante la situación económica del país y su lenta recuperación, el INGEMMET y los otros centros universitarios de investigación en Geología y Minería cumplen

un rol fundamental en la vida socioeconómica del país, aportando los descubrimientos y conocimientos geológico-minero-metalúrgicos necesarios para impulsar el desarrollo de la actividad minera, así como para el de otras actividades económicas que requieren del conocimiento del territorio nacional, tales como el de la construcción, la agricultura, la prospección y exploración de hidrocarburos, la exploración de acuíferos (sistemas hidrogeológicos) en áreas desérticas del país, etc.

## 9. RECOMENDACIONES

- 9.1. Se recomienda que las entidades numeradas con I, II, III, IV y V que se mencionan en el apartado 8.2 de las Conclusiones del presente informe, puedan en lo posible tener la máxima prioridad para acceder al financiamiento del Programa Perú-BID de CyT (PE-0203) conducentes al desarrollo y ejecución de sus proyectos de investigación y/o eventuales adquisiciones de equipos y laboratorios prioritarios, previas las aprobaciones requeridas del caso.
- 9.2. Recomendar una mayor asignación presupuestal por parte del Estado, para los trabajos de investigación científica y tecnológica en el área de Geología, Minería y Metalurgia, para dar mayor prioridad y profundidad a las investigaciones.
- 9.3. También solicitar un mayor apoyo financiero de otras entidades internacionales tales como la CFI del BM, KFW, GTZ, JICA, ODC, CIDA, PNUD, etc. en proyectos orientados al análisis y preparación de información geológica, minera y metalúrgica para los temas de ordenamiento territorial, desarrollo sostenible, medio ambiente, exploración de agua subterránea; optimización de métodos de explotación minera; búsqueda y aplicación de métodos limpios de procesamiento y metalurgia de extracción, etc., que contribuyan al crecimiento y desarrollo de la minería, y por ende al desarrollo nacional.
- 9.4. Es necesario aplicar recursos propios y/o de la cooperación técnica internacional en aspectos de capacitación y perfeccionamiento de investigadores en las áreas de Geología y Minería.
- 9.5. Potenciar la infraestructura de investigación científica y tecnológica de las universidades y sus centros de investigación en las áreas de Geología y Minería, a fin de ofrecer al mercado laboral, profesionales con más amplia capacidad de investigación y experiencia.
- 9.6. Mayor apoyo a las actividades de acopio, transmisión electrónica y difusión de temas científicos y tecnológicos recientes. Esta es una forma efectiva de preparar a los profesionales de Geología y Minería para una adecuada captación y aplicación de las tecnologías en función de la realidad nacional.
- 9.7. Recomendar a las 9 entidades contactadas, las cuales se mencionan en la página 1 del presente Informe, "que implementen sus bases de datos en forma organizada,

sistematizada y actualizada por lo menos para el período 1998-2002 (5 años), a fin de lograr una rápida capacidad de respuesta ante encuestas que se les efectúen en el futuro”.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

1. COLORADO SCHOOL OF MINES. *2001 – 2002 General Catalog (Undergraduate and Graduate School Information)*. Golden, Colorado–USA. 2001.
2. ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA DE UNMSM. *Folleto de CESGA (Centro de Estudios Geológico-Ambientales) de la FIGMMG de la UNMSM*. Lima–Perú. 2002.
3. ESCUELA DE POST – GRADO DE LA UNMSM. *Unidad de Postgrado de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas – Prospecto de Admisión 2002*. Lima–Perú.
4. FACULTAD DE GEOLOGÍA, GEOFÍSICA Y MINAS DE LA UNSA-AREQUIPA. *Datos Estadísticos de la Facultad de Geología, Geofísica y Minas, y de la Oficina Universitaria de Investigación de la UNSA*. Arequipa–Perú. Octubre 2002.
5. FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN (UNJBG) DE TACNA. *Información Parcial de la Facultad de Ingeniería de Minas*. Tacna–Perú. 24 Octubre 2002.
6. FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ (UNCP) de HUANCAYO-JUNÍN. *Información Parcial de la Facultad de Ingeniería de Minas*. Huancayo–Perú. 17 Octubre 2002.
7. GOODMAN, RICHARD E. *Engineering Geology: Rock in Engineering Construction*. N. Y.–USA. John Wiley & Sons, Inc. 1993.
8. GOODMAN, RICHARD E. *Introduction to Rock Mechanics*. Second Edition. N. Y.–USA.–John Wiley & Sons, Inc. 1989.
9. INGEMMET. *La autoevaluación de los institutos tecnológicos públicos en Perú-INGEMMET*. Lima–Perú. 17 Septiembre 2002.
10. INGEMMET. *Información estadística parcial del INGEMMET para el período 1997-2001*. Lima–Perú. 03 Octubre 2002.
11. INGEMMET. *Información Geológica Publicada de 1998 al 2002*. Lima–Perú. 18 Febrero 2003.
12. INGEMMET. *Tipos de Cooperación Existentes entre el INGEMMET y las Universidades en el período 1998-2002*. Lima–Perú, 18 Febrero 2003.
13. INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y METALÚRGICA (IIFIGMM) DE LA U.N.I. *Información Estadística del Instituto de Investigación para 1999 – 2002*. Lima–Perú. 10 Octubre 2002.
14. KELLER, EDWARD A. *Environmental Geology*. Seventh Edition. New Jersey–USA.–Prentice–Hall, Inc. 1996.
15. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. *Normatividad Legal del Sector Energía y Minas: Minería*. Lima–Perú. CAFAE–MEM. Septiembre 2000.
16. OFICINA CENTRAL DE PERSONAL DE LA U.N.I. *Relación de los profesores nombrados y contratados de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica de la UNI*. Lima–Perú. 16 Enero 2003.

17. SECCIÓN DE INGENIERÍA DE MINAS DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ (PUCP). *Información Parcial de la Sección Ingeniería de Minas*. Lima-Perú. 22 Octubre 2002.
18. UNIDAD DE INVESTIGACIÓN (UI) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA (FIGMMG) DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS (UNMSM). *Revista del Instituto de Investigación, Vol. 4, N° 7*-Lima-Perú. Enero-Junio 2001.
19. UNIDAD DE INVESTIGACIÓN (UI) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA (FIGMMG) DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS (UNMSM). *Información Estadística de la Unidad de Investigación para el período 1996-2002*. Lima-Perú. 03 Octubre 2002.
20. UNIDAD DE POSTGRADO (UPG) DE LA FIGMMG DE LA UNMSM. *Información Estadística de la UPG de la FIGMMG para el período 1998 - 2002*. Lima-Perú. 02 Octubre 2002.
21. UNIVERSITY OF MISSOURI-ROLLA. *2001-2002 Graduate Catalog*. Rolla, Missouri -USA. 2001.
22. VAN ZYL, DIRK (Editor - Colorado State University).-*Geotechnical Aspects of Heap Leach Design*. Littleton, Colorado-USA. Society of Mining Engineers, Inc. 1987.

ADDENDA I AL INFORME FINAL [VERSIÓN DEL 20 DE DICIEMBRE DEL 2002] SOBRE LAS CAPACIDADES DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN EL PERÚ EN EL ÁREA TEMÁTICA DE GEOLOGÍA Y MINERÍA - PROGRAMA PERÚ - BID DE CyT (PE - 0203)

Ampliación sobre la definición de estrategias de desarrollo de la investigación científica en Geología y Minería en el mediano plazo

- a) Actualizar y homogeneizar el sistema de información básica para el fomento de las investigaciones en Geología y Minería, y para promover nuevas inversiones mineras. En esta tarea se buscará el apoyo de la cooperación técnica internacional y el apoyo de las empresas privadas especializadas para crear un sistema altamente confiable y eficiente al servicio del país. Una regla importante para esta tarea consiste en que los Geólogos, Ingenieros de Minas e Ingenieros Metalúrgicos usen la misma base de datos en sus investigaciones y en el desarrollo de sus proyectos.
  1. Es factible a corto plazo, i.e., en 2 años.
  2. Posibles instituciones responsables: la Dirección General de Minería (DGM) del MEM, la Unidad de Investigación (UI) de la FIGMMG de la UNMSM y el Instituto de Investigación (II) de la FIGMM de la UNI.
  3. Se realizaría con los RRHH de las 3 instituciones arriba mencionadas.
  4. Sería posible la ejecución de las actividades con los recursos propios de las 3 entidades, más recursos de CTI (cooperación técnica internacional).
- b) Actualizar los mapas de la Carta Geológica Nacional, con el fin de mejorar la geología de los mapas levantados en años anteriores, adecuándolos a los nuevos avances de la geología, al mayor conocimiento geológico del territorio, y a la capacidad de las

nuevas tecnologías de punta desarrolladas últimamente en apoyo a las ciencias de la Tierra.

1. Es viable a corto plazo, i.e., en 2 años.
  2. Posibles instituciones responsables: el INGEMMET y la UPG de la FIGMMG de la UNMSM.
  3. Se realizaría con los RRHH de las 2 instituciones arriba mencionadas.
  4. Sería posible la ejecución de las actividades con los recursos propios del INGEMMET, más recursos por financiar.
- c) Ejecutar la prospección regional para orientar y priorizar la exploración minera a nivel de todo el país, haciendo uso de las modernas tecnologías de investigación geológica, imágenes satelitales, geoquímica, geofísica, radiometría y otras.
1. Es factible; hay que determinar las áreas prioritarias, e ir prospectando desde las más importantes a las de menos posibilidades económicas.
  2. Posibles instituciones responsables: el INGEMMET, y puede ser apoyado por la UPG de la FIGMMG de la UNMSM. Otra alternativa: el INGEMMET asociado con la UPG de la FIGMMG-UNMSM.
  3. Se realizaría con los RRHH de las 2 entidades anteriormente mencionadas.
  4. La ejecución podría ser en parte con los recursos propios del INGEMMET, y en parte con recursos por financiar.
- d) Efectuar estudios básicos de geología medioambiental (*environmental geology*), riesgos geológicos, contaminantes naturales y evaluación de las líneas de base de la contaminación ambiental, poniendo dicha información al servicio de la comunidad nacional.
1. Es factible. Es importante determinar previamente áreas prioritarias.
  2. Posibles instituciones responsables: INGEMMET, la UPG de la FIGMMG de la UNMSM y la Facultad de Geología, Geofísica y Minas de la UNSA de Arequipa.
  3. Se realizaría con los RRHH de las 3 entidades mencionadas.
  4. Estas actividades se realizarían con recursos por financiar.
- e) Acopio y difusión de nuevas tecnologías minerò-metalúrgicas, con el fin de contribuir a mejorar las operaciones y procesamientos de minerales en la industria minera. Se debe actualizar y modernizar las bibliotecas especializadas de todas las entidades.
1. Es factible.
  2. Posibles instituciones responsables: el INGEMMET, la UI de la FIGMMG de la UNMSM, el II de la FIGMM de la UNI, y la Facultad de Geología, Geofísica y Minas de la UNSA de Arequipa.
  3. Se realizaría con los RRHH de las 4 entidades mencionadas.
  4. Estas actividades se realizarían con recursos por financiar.
- f) Coordinación e intermediación armónica social y comunitaria (*rapport*) entre el Estado, la Comunidad, la Universidad y el Inversionista; esta tarea será efectiva cuando se tenga la información geocientífica básica del territorio nacional.
1. Es factible.

2. Posibles instituciones responsables: la DGM del MEM y el INGEMMET.
  3. Se realizaría con los RRHH de las 2 entidades mencionadas.
  4. Estas actividades se realizarían con los recursos financieros del INGEMMET y la DGM del MEM.
- g) La investigación científica y tecnológica en Geología y Minería debe propender a brindar apoyo técnico a la pequeña minería y minería artesanal, para hacerlas más eficientes y menos contaminantes.
1. Es factible.
  2. Posibles instituciones responsables: la UI de la FIGMMG de la UNMSM, la Facultad de Geología, Geofísica y Minas de la UNSA, y el IIFIGMM de la UNI.
  3. Se realizaría con los RRHH de las 3 entidades mencionadas.
  4. Estas actividades se realizarían con recursos por financiar.
- h) Capacitar a los recursos humanos (*humanware*) al más alto nivel para prepararlos a fin de efectuar una investigación más profunda de la geología, los recursos minerales del país y la tecnología moderna de extracción de los minerales.
1. Es factible.
  2. Posibles instituciones responsables:
    - a) La UPG de la FIGMMG de la UNMSM;
    - b) La Sección de Postgrado de la FIGMM de la UNI;
    - c) El II de FIGMM de la UNI;
    - d) La UI de FIGMMG de la UNMSM;
    - e) Facultad de Geología, Geofísica y Minas de la UNSA;
    - f) Sección Ingeniería de Minas de la PUCP;
    - g) Facultad de Ing. de Minas de la UNJBG de Tacna;
    - h) Facultad de Ing. de Minas de la UNCP de Huancayo;
    - i) Escuela de Minas de la UNDAC de Cerro Pasco; y
    - j) INGEMMET.
  3. Se realizaría con los RRHH de a y b; y con los más calificados de c y d.
  4. Estas actividades se realizarían con recursos por financiar.
- i) La investigación científica y tecnológica en Geología y Minería debe coadyuvar al incremento del valor agregado de la producción minero-metalúrgica actual, mediante la coordinación de los sectores minero, industrial y metalmeccánico.
1. Es factible.
  2. Posibles instituciones que podrían realizar esta actividad: la DGM del MEM, el INGEMMET, empresas del sector industrial y metalmeccánico.
  3. Se realizaría con los RRHH de las instituciones arriba mencionadas.
  4. Estas actividades se realizarían con recursos por financiar.
- j) Dar alta prioridad a las investigaciones sobre minerales no metálicos:
- 1° Preparación de un plan maestro de desarrollo de minerales no metálicos.
    1. Es factible la elaboración del estudio.
    2. Posibles instituciones responsables: la UPG de la FIGMMG de la UNMSM, la FIGGM (Facultad de Geología, Geofísica y Minas) de la UNSA, y el INGEMMET.

3. Se realizaría con los RRHH de las entidades anteriormente mencionadas.
  4. Esta actividad se realizaría con recursos por financiar.
- 2° Preparación y elaboración de estudios de preinversión para la explotación de yacimientos específicos, como por ejemplo el de la zona central: departamentos de Junín y Pasco.
1. Es factible la elaboración de estudios de Preinversión como una labor promotora.
  2. Posibles instituciones responsables: la UPG de la FIGMMG de la UNMSM, la UI de la FIGMMG de la UNMSM, el II de la FIGMM de la UNI, y la FGGM de la UNSA.
  3. Se realizarían con los RRHH de las entidades antes mencionadas.
  4. Estas actividades se realizarían con recursos por financiar.
- k) La investigación científica en Geología y Minería debe propender a la utilización de la tecnología de lixiviación bacteriana para la recuperación limpia de los metales básicos.
1. Es factible.
  2. Posibles instituciones responsables:
    - a) UPG de la FIGMMG de UNMSM;
    - b) Sección de Postgrado de la FIGMM de la UNI;
    - c) UI de la FIGMMG de la UNMSM;
    - d) Facultad de Geología, Geofísica y Minas de la UNSA-Arequipa;
    - e) INGEMMET;
    - f) II de FIGMM de la UNI ; y
    - g) Sección Ingeniería de Minas de la PUCP.(UI = Unidad de Investigación; II = Instituto de Investigación)
  3. Se realizaría con los recursos humanos de las 7 entidades mencionadas.
  4. Estas actividades se realizarían con recursos por financiar.
- D) La investigación científica en Geología y Minería debe tender a la utilización de tecnologías limpias en todas las fases de la actividad minera, es decir, en la prospección y exploración de los yacimientos minerales, desarrollo de las minas, explotación de minerales, procesamiento de minerales y refinación de metales. Y los nuevos proyectos mineros tienen la obligación de nacer limpios, porque ya existen tecnologías limpias, como por ejemplo la de "procesamiento de minerales de oro en gran volumen mediante la lixiviación en pilas con cianuro".
1. Es factible.
  2. Posibles instituciones responsables:
    - h) UPG de la FIGMMG de UNMSM;
    - i) Sección de Postgrado de la FIGMM de la UNI;
    - j) UI de la FIGMMG de la UNMSM;
    - k) Facultad de Geología, Geofísica y Minas de la UNSA-Arequipa;
    - l) INGEMMET;
    - m) II de FIGMM de la UNI ; y
    - n) Sección Ingeniería de Minas de la PUCP.
  3. Se realizaría con los recursos humanos de las 7 entidades mencionadas.
  4. Estas actividades se realizarían con recursos por financiar.

ADDENDA II AL INFORME FINAL SOBRE LAS CAPACIDADES DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN EL PERÚ EN EL ÁREA TEMÁTICA DE GEOLOGÍA Y MINERÍA-PROGRAMA PERÚ-BID DE CYT (PE-0203).

Con la finalidad de facilitar el enlace entre las consultorías de Análisis de Capacidades y las de Diseño Institucional, se propone la siguiente Ficha de Enlace que debería ser llenada por cada uno de los 10 consultores en los distintos campos de CyT:

Pregunta 1:

Teniendo en cuenta que el Programa de Ciencia, Tecnología e Innovación se orientará a incentivar la innovación en empresas, principalmente de aquellas que no estén realizando actualmente dichas actividades, proponga, para su campo de análisis, temas o proyectos específicos de innovación en empresas privadas cuyo desarrollo tenga impactos importantes en la economía y el bienestar en el corto o mediano plazo (indique cinco). El número de cada tema o proyecto indica el orden de prioridad:

1. Promoción e incremento de la aplicación de biotecnologías en la minería.
2. Creación y optimización de procesos tecnológicos (lixiviación bacteriana, recuperación de metales de diversas fuentes, etc.)
3. Investigación para recuperación de metales valiosos a partir del procesamiento de relaves o desechos de planta concentradora de minerales.

Propuse como ejemplos la posibilidad de recuperar el cobalto en los relaves de las minas de hierro de Marcota, Prov. de Nasca, Dpto. de Ica; y de recuperar oro en el depósito de relaves de las minas polimetálicas de Yauricocha, Prov. de Yauyos, Dpto. de Lima. Puede haber muchas relaveras más con contenidos de metales valiosos a nivel de todo el país; mas por algo hay que empezar. Por ejemplo, los depósitos de relaves de Marcona contienen cobalto (Co), Níquel (Ni), Cobre (Cu), etc.

4. Creación y puesta en marcha de un Centro Nacional de Materiales Metálicos con valor agregado (VA), por ejemplo el Zamak.

5. Recuperación de metales raros a partir de concentrados de minerales. Este proyecto se refiere a la recuperación de los lantánidos, es decir, de los metales de tierras raras (*rare-earth metals*). Como referencia de su uso, algunos de los metales de tierras raras, tales como el cerio (Ce), lantano (La) y otros son también usados en la fabricación de aceros especiales. Los lantánidos constituyen un grupo de elementos metálicos raros y muy escasos, y tienen números atómicos que van del 57 al 71 inclusive (La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb y Lu). Estos elementos se encuentran juntos en minerales como la monacita, la euxinita, la gadolinita, la ortita, y en otros minerales raros. Los elementos son comúnmente trivalentes y sus hidróxidos son algo más básicos que los del aluminio (Al).

6. Capacitación y apoyo en la gestión de proyectos de innovación industrial.
7. Capacitación a distancia en tecnología y gestión medioambiental aplicados a la minería y manufactura metalmeccánica.
8. Investigación y estudios para la producción de hierro esponja (propender a la utilización del mineral de hierro y gas natural para incrementar el valor agregado (VA) de nuestra producción minera). Estudios preliminares sobre este proyecto obran en poder de las empresas

SHOUGANG HIERRO PERÚ S.A. con instalaciones en Marcona, y la Corporación Aceros Arequipas S.A. con instalaciones en Pisco, Ica y otras sedes. La idea de este proyecto tiene aproximadamente 20 años, y hoy se vuelve a presentar como una interesantísima propuesta. Considerando la futura producción del gas de Camisea, el proyecto para la producción de hierro esponja se torna bastante factible.

**Pregunta 2:**

Proponga, para su campo de análisis, temas de investigación y desarrollo científico y tecnológico en universidades y centros de investigación, cuyo desarrollo tenga impactos importantes en la economía y el bienestar en el corto o mediano plazo (indique cinco). El número de cada tema indica el orden de prioridad.

1. Prevención y control de la contaminación medioambiental en la industria minera y sector metalmeccánico (efluentes, relaves, cianuro, mercurio, chatarras, restauración, caracterización de suelos...).
2. Formación y preparación de investigadores en los procesos metalúrgicos (para elementos metálicos) y procesos industriales para no metálicos.
3. Creación de una Base de Datos Geocientífica Nacional/Inventario y valorización económica de los recursos minerales in situ, usando el SIG (Sistema de Información Geográfica).
4. Desarrollo tecnológico de la pequeña minería polimetálica.
5. Cartografía e inventario hidrogeológico (incluyendo aguas superficiales y subterráneas).
6. Investigaciones geológicas en el flanco occidental de los Andes del Sur Peruano, con proyecciones metalogénicas entre las latitudes 14° a 18° Sur.
7. Evaluaciones geológico-económicas por oro detrítico en el flanco occidental de los Andes del Sur Peruano en la formación Moquegua.
8. Preparación de un plan maestro de desarrollo de minerales no metálicos.
9. Investigaciones sobre geología medioambiental en zonas vulnerables del país.

**Pregunta 3:**

Proponga cinco personas o instituciones (peruanas o extranjeras) de reconocido prestigio a nivel internacional que, eventualmente, puedan participar como Jurado en la evaluación de proyectos de innovación, C y T, en su campo de análisis.

1. Dr. William J. Pincus – Pincock, Allen & Holt, Inc. Lakewood, Colorado -USA.
2. Joseph E. Carvin – Manufacturers Hanover Trust Company. New York, NY-USA.
3. Ing° David L. Bailey – Bechtel Civil & Minerals, Inc. San Francisco, California, USA.
4. Dr. Néstor I. Chacón Abad – Lima–Perú.
5. Ing° Luis Moreno – CESEL S.A. Ingenieros Consultores. Lima–Perú

ADDENDA III: TABLA RESUMEN DE PROGRAMAS DE POSTGRADO EN GEOLOGÍA Y MINERÍA (INC. METALURGIA) (DATOS AL 15-02-03).

Universidad	Nombre del programa de postgrado	Alumnos ingresantes en 2002	Egresados en 2002	Bachilleres en 2002	Pruebas aprobadas en 2002	Estimación del % de egresados que realizan tesis	Comentarios sobre la calidad y el desempeño del programa
Universidad Nacional Mayor San Marcos	Geotecnia	10	02	04	03	50%	Muy bueno
	Tectónica y Regional	10	06	09	01	30%	Muy bueno
	Minas y Recursos Energéticos	08	05	08	00	50%	Muy bueno
	Metalurgia Extractiva	01	00	03	00	70%	Muy bueno
	Metalurgia de Transformación y Cs234568. de los Materiales	02	00	03	00	70%	Muy bueno
	Desarrollo Sustentable en Minería y Recursos Energéticos	30	15	25	00	40%	Excelente
	Gestión Minera	09	7	12	NINGUNO	20%	Bueno
	Minería y Medio Ambiente	13	15	53	3	40%	Bueno
	Seguridad y Salud Minera	08	NINGUNO	12	1	35%	Bueno
	Ingeniería Geológica	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	5%	Bueno
UNI	Ingeniería de Minas	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	10%	Bueno
	Ingeniería Metalúrgica	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	1	5%	Bueno

Se han considerado las actividades de enseñanza de la Geología, Minería y Metalurgia



# LAS CIENCIAS DE LOS MATERIALES EN EL PERÚ

*Walter Estrada López*



# CONTENIDO

	SIGLAS EMPLEADAS.....	216
	RESUMEN EJECUTIVO.....	217
	INFORME.....	221
1.	Introducción.....	221
2.	Evaluación de la capacidad instalada para la investigación científica y tecnológica.....	222
2.1	Generalidades.....	222
2.2	Grupos de investigación.....	223
2.2.1	Facultad de Ciencias de la UNI.....	223
2.2.2	Universidad Nacional de Trujillo.....	224
2.2.3	Pontificia Universidad Católica del Perú.....	224
2.2.4	Universidad Nacional Mayor de San Marcos.....	225
2.2.5	Universidad San Agustín de Arequipa.....	225
2.2.6	Universidad Privada de Piura (UDEP).....	226
2.2.7	Instituto Peruano de Energía Nuclear.....	226
2.3	Postgrados.....	227
3.	Definición del rol del Estado en la investigación científica.....	231
4.	Fuentes de financiamiento existentes y evaluación de su contribución al desarrollo de programas de investigación en el área de la ciencia de los materiales.....	233
4.1	Fuentes locales.....	233
4.2	Fuentes externas.....	233
5.	Análisis de los problemas existentes.....	235
5.1	Problemas existentes.....	235
5.2	Fortalezas.....	237
5.3	Debilidades.....	237
6.	Estrategias de desarrollo de la investigación científica en CM a mediano plazo.....	239
6.1	Política general.....	239
6.2	Jerarquización de áreas prioritarias.....	241
7.	Resultados esperados.....	243
8.	Conclusiones.....	243
9.	Recomendaciones.....	244
10.	Anexos.....	246

## SIGLAS EMPLEADAS

AICID	Agencia Interamericana para la Cooperación y el Desarrollo
ADEX	Asociación de Exportadores del Perú
AECI	Agencia Española de Ciencia y Tecnología
ATPA	Andean Trade Preference Act
CESO	Canadian Executive Services for Overseas
CLAF	Centro Latinoamericano de Física
CM	Centro de Materiales
CNPq	Consejo Nacional de Pesquisas
CONAM	Consejo Nacional del Ambiente
CONCYTEC	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CYTED	Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo
DAAD	Servicio Alemán de Intercambio Académico
DAI	Dirección Académica de Investigación
FOAR	Fondo de Cooperación Técnica Horizontal de la República Argentina
FONAM	Fondo Nacional del Ambiente
GEA	Grupo Empresarial Amazónico del Perú
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit
ICU	Istituto per Cooperazione Universitaria
IMCA	Instituto de Matemáticas y Ciencias Afines
IPAC	Instituto Peruano de la Alpaca y los Camélidos
IPPS	International Program for Physical Sciences
IPEN	Instituto Peruano de Energía Nuclear
OIEA	Organismo Internacional de Energía Atómica
OEA	Organización de Estados Americanos
OPD	Organismo Público Descentralizado
PROMPEX	Comisión para la Promoción de Exportaciones
PUCP	Pontificia Universidad Católica del Perú
TWAS	Third World Academy of Sciences
UNI	Universidad Nacional de Ingeniería
UNMSM	Universidad Nacional Mayor de San Marcos
UNT	Universidad Nacional de Trujillo
UNSA	Universidad Nacional San Agustín de Arequipa
UPDEP	Universidad Privada de Piura
USAID	United States Agency for International Development

## RESUMEN EJECUTIVO

**L**a Ciencia de los Materiales (CM) en el Perú tiene un desarrollo muy incipiente. Las pocas actividades que se han realizado básicamente están en el sector universitario, apoyadas por fuentes externas y con un exíguo apoyo local. Por otro lado, las pocas actividades realizadas en CM se han caracterizado por estar desconectadas entre sí y sin tomar en cuenta la demanda industrial del país. Existe muy poca comunicación entre los sectores académicos y menos con la industria, de modo que no hay un plan de desarrollo coordinado de las actividades científicas y tecnológicas en este campo.

Las mayores actividades detectadas en CM las realizan físicos y químicos de las siguientes instituciones: Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), Universidad Católica del Perú (PUCP), Universidad Nacional de Trujillo (UNT) e Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN). En estas se desarrollan actividades relacionadas con los nuevos materiales, metalurgia física, corrosión y polímeros. Los trabajos esencialmente se han realizado con el apoyo de organismos de cooperación internacional como el OIEA, IPPS, GTZ, TWAS, DAAD, USAID, OEA, CYTED. De estos aportes, los de mayor sostenimiento han sido el de la OIEA al IPEN con un promedio anual de USD 100 000, el IPPS que durante diez años seguidos ha hecho un aporte permanente a la UNI y a la UNT de aproximadamente 30 000 dólares anuales para cada institución.

El componente local de apoyo financiero para los trabajos de investigación básicamente se encuentra en el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC) y los institutos de investigación de cada universidad. Estos montos se han caracterizado por ser pequeños y destinados principalmente para la adquisición de insumos y de algún equipamiento menor. Sin embargo, en los últimos cinco años han habido esfuerzos de parte de la UNI, UNMSM y la PUCP por hacer inversiones de montos significativos para equipamiento de los laboratorios. La UNI hizo una inversión de alrededor de un millón de dólares para reequipar los laboratorios; montos similares han sido invertidos por la UNMSM y la PUCP.

Una de las mayores debilidades para el desarrollo de la investigación en el país es lo extremadamente bajos que son los salarios para los investigadores; éstos reciben un promedio de 400 dólares americanos por mes si son del sector público, y casi el doble si son del sector privado. Esto no permite que exista una dedicación al 100% de los investigadores y provoca que los mejores cuadros emigren del país. Situación similar padecen los estudiantes más destacados de postgrado, que al no contar con subvención regular, tratan de continuar sus estudios en otras instituciones del extranjero de mayor desarrollo relativo, y salvo algunas excepciones, no retornan al país. Otros optan por trabajar en diferentes instituciones para cubrir sus demandas básicas, con la consiguiente dedicación parcial y por lo tanto con rendimiento no optimizado. Las bolsas de estudios que ofrece el CONCYTEC son insuficientes e intermitentes.

El número de publicaciones internacionales es muy reducido (en los últimos cinco años apenas alcanzan el centenar), remarcando que la mayor parte de ellas son realizadas por los investigadores durante sus estancias de investigación en otros países de mayor desarrollo;

publicaciones en revistas indexadas como consecuencia del trabajo enteramente local son notoriamente escasas. La mayor parte de las publicaciones se realizan como resúmenes de conferencias tanto locales (la mayor parte) como internacionales, trabajos de tesis y publicaciones en revistas de las propias universidades e institutos. No hay una cultura dirigida a estimular la publicación de los resultados científicos en revistas indexadas.

Los programas de postgrado que se desarrollan en el país en general son débiles y dispersos. Las universidades tienden a crear maestrías y doctorados sin contar con las capacidades necesarias para su consolidación, como las de tener una plana docente calificada, laboratorios equipados, grupos de investigación activos, bibliotecas con recursos, etc. De modo que en el mejor de los casos sólo se dictan cursos, y en porcentajes muy pequeños los estudiantes concluyen con trabajos de tesis. En ese sentido, sólo la UNI, la UNMSM y la PUCP hacen esfuerzos por salir de esta regla, particularmente en sus Facultades de Ciencias. Un ejemplo notable es el desarrollo del doctorado cooperativo en Física de la Facultad de Ciencias de la UNI, que en 10 años ha calificado a seis doctores de alto nivel, y lo más importante, hace actividad conjunta en el país generando grupos de investigación. Experiencia similar se está iniciando en Matemáticas y en Química. Estos programas cuentan con el soporte exclusivo de la cooperación sueca y brasileña.

Los estudios de postgrado son considerados por la administración universitaria más como fuentes de ingreso que como herramientas de desarrollo. En las universidades públicas cada Facultad tiene su postgrado, de modo que los niveles de cada una son muy variables entre sí; hay algunas que sólo tienen el nombre y otras con algún desarrollo. En la Universidad Católica sí existe una Escuela de Postgrado y por lo tanto hay un mejor ordenamiento administrativo. Los postgrados en carreras afines a la Ciencia de los Materiales sólo abarcan hasta el grado de maestría, el doctorado sólo lo tiene la UNI en la Facultad de Ciencias, en la especialidad de Física, y dentro del cual se desarrollan temas de CM. Hay buenas posibilidades potenciales de mejorarlos si se aglutinan tomando lo mejor de las tres universidades: UNI, UNMSM y PUCP. Hay un modelo que se está realizando de manera exitosa en la especialidad de Matemáticas mediante el Instituto de Matemáticas y Ciencias Afines (IMCA), en el que la UNI, la UNMSM y la PUCP han realizado un esfuerzo conjunto para optimizar el postgrado en esta especialidad, y podría ser un buen modelo para CM.

Los laboratorios en los últimos cinco años han mejorado tanto en las principales universidades públicas (UNI, UNMSM, UNT y UNSA) como en las privadas (PUCP y UPDEP, Universidad Privada de Piura); la mayor proporción de los recursos financieros ha provenido de la cooperación internacional, pero también han habido esfuerzos de las propias universidades y del CONCYTEC. Sin embargo, hay una carencia clamorosa en equipos modernos de última generación necesarios para el análisis de materiales a fin de realizar trabajos de investigación competitivos tales como: microscopía electrónica de alta resolución, espectroscopía Auger, xps, difracción de rayos-x, espectrómetros de masa, etc.

Hay sectores cuyos desarrollos darían ventajas competitivas al país pero no existen investigaciones concertadas entre la academia y la industria en el campo de la CM relativo a estos. Los materiales involucrados comprenden a los sectores metalúrgico, maderero, arqueológico y textil.

El sector minero-metalúrgico es uno de los que más aporta al PBI del país, pero sus exportaciones poseen muy poco valor agregado; un conocimiento más profundo de este tipo de materiales para provocar innovaciones tecnológicas sería de vital importancia. El

sector maderero es de tremendo potencial en el país; el Perú es un país forestal al tener casi el 60% de su territorio cubierto de bosques, y de las 2 500 especies que posee sólo se explota el 10 %. Sus productos exportables son sin o con muy poco valor agregado, de modo que su contribución al PBI es apenas del 2%. Uno de los factores que mejoraría esta situación sería darle valor agregado a los productos de exportación, y para ello el aporte científico- tecnológico jugaría un rol de suma importancia; por ejemplo, en la generación de compuestos madera-polímero para mejorar las propiedades de las especies sería un tema de investigación importante. Los materiales relacionados con nuestra arqueología están muy poco estudiados; hay por ejemplo un desconocimiento sobre la tecnología que nuestros antepasados utilizaron para desarrollar utensilios metálicos, cerámicos y textiles que hoy en día asombran al mundo. Dadas las características peculiares de nuestro país, en donde se desarrollaron culturas milenarias, estudios más profundos en materiales arqueológicos como por ejemplo aquellos relacionados con la arqueometalurgia le darían mayor valor agregado a nuestra industria del turismo. Finalmente, mencionaremos que la industria textil en el Perú es una de las actividades que da mucho empleo en el Perú, y el país tiene una tradición en textiles que viene de tiempos inmemoriales; por otro lado, se tiene ventajas comparativas como por ejemplo con productos provenientes de la lana de los camélidos. Todo esto hace que esta actividad tenga un gran potencial exportador, más aún considerando la gran oportunidad que brinda el ATPA en los momentos actuales. Si bien esta actividad es multidisciplinaria, es evidente que parte de la cadena productiva comprende el análisis y estudio de los diferentes productos (calidad de lana, tintes naturales, etc.), y este sería un tema de sumo interés para el país en el campo de la CM.

De lo expuesto se propone:

1. Diseñar un sistema para mejorar sustantivamente los niveles salariales de los investigadores y otorgar becas de estudio a los estudiantes de postgrado.
2. Reforzar el programa doctorado tipo cooperativo de la UNI con mayores recursos e involucrando mayor número de estudiantes de postgrado.
3. Optimizar el postgrado en CM por medio de una alianza estratégica entre las universidades de mayor desarrollo relativo en las especialidades de física y química (UNI, UNMSM y PUCP). El IPEN puede actuar como Centro de Postgrado neutral. Las universidades mantendrían sus postgrados con el compromiso de reconocer los cursos que tomen los alumnos en este centro.
4. Dada la carencia de equipamiento moderno, necesario para hacer competitivas las investigaciones en CM, y considerando al mismo tiempo la necesidad de optimizar costos y utilización eficiente, se necesita implementar en la primera etapa (primer préstamo) un Centro Nacional de Materiales que debería ser ubicado en un lugar "neutral" a las tres grandes universidades UNI, UNMSM y PUCP, pero que al mismo tiempo no requiera de grandes inversiones en infraestructura física a fin de optimizar los recursos para el equipamiento y funcionamiento. En ese sentido, el lugar más apropiado sería el Centro Nuclear de Huarangal (IPEN), cuyas instalaciones estarían a disposición del centro, y cuya administración la tendría

---

\* La neutralidad no necesariamente implica discrepancias entre las universidades, pero el consenso sería muy rápido si el IPEN asumiera un rol aglutinador; además, el IPEN cuenta con una infraestructura básica mínima para asumir a corto plazo esta tarea, y está geográficamente bien ubicado para el acceso de estudiantes y profesores.

un directorio con representantes de la UNI, UNMSM, PUCP, IPEN, SNI (Sociedad Nacional de industrias), ADEX (Asociación de exportadores) y CONCYTEC; debe estar dirigido por un director especialista en el campo de la CM y con doctorado.

6. Considerando que a pesar de todas las dificultades existen semillas de investigación en CM en el país, como política general se tiene que seguir apoyando a estos grupos en las áreas que están desarrollando y que básicamente se circunscriben a las ciencias básicas con perspectiva aplicada a largo plazo.

7. Dada la importancia para el país de desarrollar investigaciones en los sectores metalúrgicos, maderero, arqueológico y de textiles, es necesario comenzar con algunos proyectos muy específicos, no onerosos, pero que bien ejecutados podrían generar un gran impacto en el mediano plazo.

# INFORME

## 1. INTRODUCCIÓN

La Ciencia de los Materiales (CM) tradicionalmente en el Perú no fue constituida como una disciplina autónoma, sino que más bien estuvo diseminada dentro de las diferentes especialidades de la Física, la Química y la Ingeniería. Una característica importante es que los incipientes trabajos de investigación en el campo de la CM han sido realizados básicamente por físicos y químicos; la ingeniería ha estado prácticamente ausente en los pocos trabajos científicos que se han realizado en el Perú en este campo. En general, los trabajos en CM realizados por especialistas ingenieros (sin estudios de postgrado en CM) han estado básicamente circunscritos a los servicios tecnológicos, y relacionados principalmente a las propiedades macroscópicas con poco o nada de correlación con las características de la microestructura.

La CM se entiende como el estudio de las propiedades de los materiales correlacionando las características microscópicas (micro/nano estructura) con las propiedades macroscópicas (mecánicas, eléctricas, ópticas y térmicas), de modo que es comprensible que los temas de investigación sobre ciencia de los materiales en el Perú lo hayan fundamentalmente ejecutado físicos y químicos, debido a la formación de los estudiantes de ingeniería (y por ende de los profesionales) de las universidades más prestigiadas del país, lo que no permite que estén suficientemente preparados para afrontar los retos que se presentan en la CM; en efecto, temas fundamentales relacionados con la estructura interna de los materiales no se ofrecen como cursos obligatorios, ni como cursos electivos en los programas curriculares. No hay carrera de ingeniería en el país que en los programas de pregrado ofrezca cursos tales como Mecánica Cuántica, Física del Estado Sólido, Difracción de Rayos-x, Microscopía Electrónica, Elementos de Cristalografía, etc. Hay que hacer notar que los programas de postgrado en ingeniería también obvian temas fundamentales de la estructura de la materia.

Sin embargo, hay que resaltar que actualmente se están haciendo esfuerzos institucionales para mejorar la situación descrita; por ejemplo, en la UNI, conscientes de la carencia de especialidades en ingeniería con conocimientos básicos de la estructura de la materia, se ha creado hace tres años la carrera de Ingeniería Física, en donde los estudiantes reciben una formación muy intensa en alguno de los temas fundamentales arriba mencionados, pero al mismo tiempo toman cursos propios de la ingeniería, como gestión tecnológica, control automático, tecnología de materiales, ingeniería solar, instrumentación científica, ingeniería nuclear, etc. Así mismo la PUCP ha creado este año la maestría en ciencia de los materiales con el aporte de físicos, químicos e ingenieros mecánicos. Igualmente las universidades nacionales de Trujillo (UNT) y San Agustín de Arequipa (UNSA) poseen carreras de pregrado con énfasis en la ingeniería de los materiales. Es de esperar que en algunos años estos esfuerzos puedan revertir la situación actual. Por otro lado, cabe resaltar que especialidades de ciencia de los materiales adscritos únicamente a Facultades de Ingeniería han fracasado: el postgrado en ciencia de los materiales adscrito a la Facultad de Ingeniería Mecánica de la UNI, la maestría en Ciencia de los Materiales de la Universidad San Agustín de Arequipa

adscriba a la Facultad de Ingeniería de Procesos, y la carrera de antegrado en Ciencia de los Materiales en la Universidad de Lima han cerrado por escasez de alumnos, reforzando la idea de que es importante el concurso de físicos y químicos para el desarrollo y sostenimiento de la CM.

Una característica importante de los pocos trabajos realizados en CM, principalmente en las instituciones públicas, es que han sido realizados por iniciativas particulares de docentes universitarios, con escaso apoyo del Estado y sustentados principalmente con fondos de la cooperación internacional. El apoyo en general se ha caracterizado por su irregularidad (salvo el apoyo brindado por la cooperación sueca) y por los escasos fondos para complemento salarial de los investigadores. En general, estos han sido obligados a realizar actividades complementarias para cubrir los magros haberes como docentes universitarios, en desmedro de una dedicación completa a labores de investigación. Por otro lado, no existe una cultura en investigación científica de la mayor parte de los docentes y autoridades de la universidad peruana: es más rentable ser un administrador que ser un investigador, y por otro lado, en muchas universidades privadas asignan excesivas cargas académicas a los docentes (dando por sentado que ésta es la labor principal), y no brindando margen a las tareas de investigación (actividad accesoría).

A pesar de este panorama poco optimista, es posible identificar actividades que potencialmente en un mediano plazo podrían tener desarrollos importantes. Estas actividades han surgido en la mayoría de los casos motivadas por decisiones personales o de grupo de las universidades e institutos, y otras por las ventajas competitivas del entorno, sin que obedezcan a una política planificada del país. Por ejemplo, la metalurgia física ha sido y es de interés en el región Norte del país: la Universidad de Trujillo (UNT) y la Universidad Privada de Piura (UDEP); desarrollo de nuevos materiales en la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) y la Universidad Mayor de San Marcos (UNMSM); corrosión y polímeros en la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP); materiales compuestos y polímeros en la Universidad San Agustín de Arequipa (UNSA); aplicación de técnicas analíticas para análisis de materiales, particularmente las nucleares, en el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN). Si bien es cierto que la primera prioridad para fomentar una cultura de investigación científica en el país es la formación masiva de los recursos humanos, para una mayor eficacia esta debería ser realizada dentro de escenarios distribuidos y respetando el desarrollo (aunque incipiente) que actualmente se tiene en áreas como las mencionadas y agregando otras según las ventajas competitivas que se identifiquen para el país.

## 2. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD INSTALADA PARA LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

### 2.1 GENERALIDADES

En el campo de la CM se puede encontrar grupos de investigación en proceso de formación. La mayor parte provienen de las especialidades de Física y Química, y la característica en la mayoría de ellos es la de contar con mayor apoyo externo respecto al apoyo local (básicamente del sector público, pues el apoyo privado local empresarial es prácticamente inexistente). Por otro lado, en todos se evidencia una carencia de equipamiento básico moderno y programas sostenibles de calidad de formación de recursos humanos. Los postgrados sólo

comprenden las maestrías en algunas universidades, salvo en la UNI que desde hace 10 años tiene un programa de doctorado cooperativo en Física apoyado por el Programa Internacional de Ciencias Físicas (IPPS) de la Universidad de Uppsala (Suecia).

Las bibliotecas no están en general actualizadas; hay carencia en número y calidad de libros en CM, y no hay suscripción regular de revistas científicas en la mayoría de las universidades, particularmente las públicas (hay que destacar que la UNMSM hizo un esfuerzo durante tres años seguidos, 1998-2000, para estar suscrita en diez revistas científicas). En este aspecto, es rescatable sólo la Pontificia Universidad Católica del Perú, que está suscrita a un número aceptable de revistas científicas y cuenta con un buen sistema de búsqueda bibliográfica; en proporciones menores, hay que considerar a la Universidad Privada de Piura y al Instituto Peruano de Energía Nuclear.

Una fuente bibliográfica importante es aquella que se obtiene por medio de pedidos específicos a colegas que están en el exterior o usando el procedimiento de los "current contents". Es la manera usual en que proceden por ejemplo los investigadores de la UNI.

## 2.2 GRUPOS DE INVESTIGACIÓN

Entre los principales gérmenes de grupo identificables podemos citar los siguientes:

### 2.2.1 Facultad de Ciencias de la UNI

La Facultad de Ciencias de la UNI cuenta con tres grupos en CM; de estos el más relevante es el grupo de "Películas delgadas de óxidos de metales de transición para aplicaciones ópticas, eléctricas y fotocatalisis". Este grupo cuenta activamente con siete integrantes con doctorado (investigadores que dirigen las actividades de investigación) y estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado que en total oscila entre 10-15 personas (ver Anexo1).

Este grupo ha contado con el soporte permanente del IPPS durante 10 años con un promedio anual de 30 000 dólares<sup>1</sup>, destinados principalmente a la compra de equipamiento de mediano y bajo costo, insumos y becas sur-norte y sur-sur. Un ingrediente importante de este apoyo ha sido el sostenimiento del doctorado cooperativo en Física, en donde los estudiantes de maestría hacían dos estadías de investigación de un año cada una en la Universidad de Uppsala desarrollando un plan de doctorado acordado entre un asesor local (UNI) y uno externo (Universidad de Uppsala), de modo que en cuatro-cinco años desarrollaban un trabajo de tesis doctoral, el cual por lo menos debería contar con dos publicaciones en revistas internacionales indexadas. Hasta la fecha se han graduado 6 doctores en Física dentro de este esquema y hay dos en formación. Así mismo se han graduado hasta la fecha 30 entre maestros y licenciados. Hay que notar que entre los graduados hay estudiantes de física y química que desarrollan proyectos de ciencia de los materiales.

Los trabajos que realizan comprenden el desarrollo de nuevos materiales preparados a base de mezclas de óxidos de metales de transición. Estos materiales son producidos en forma de películas delgadas y son potencialmente aplicables como sensores de gas, celdas fotocatalíticas, celdas fotovoltaicas y celdas de combustibles. Fruto de estas actividades ha sido la publicación de 37 artículos científicos en revistas indexadas y 40 en revistas locales.

<sup>1</sup> Reporte anual del International Program for Physical Sciences, Universidad de Uppsala

Así mismo han producido en los últimos 10 años 35 trabajos de tesis de licenciatura, maestría y doctorado.

Además del financiamiento del IPPS, este grupo ha contado con financiamiento<sup>2</sup> de la Universidad (3 000 dólares anuales), la OEA (30 000 dólares, una sola vez) y el USAID (100 000 dólares, una sola vez), CONCYTEC (10 000 dólares).

En el ANEXO 1 se indican informaciones resumidas de equipamiento e informaciones adicionales sobre la UNI.

### 2.2.2 Universidad Nacional de Trujillo

Este grupo ha recibido apoyo permanente del IPPS<sup>2</sup> durante 20 años con un promedio anual de 30 000 dólares en los últimos diez años, destinados básicamente para la formación de recursos humanos y adquisición de equipamiento e insumos de mediano y bajo costo. Este grupo cuenta con dos físicos graduados en Suecia con doctorados en ciencia de los materiales y tres en la Argentina con grados de doctor en ciencia de los materiales; adicionalmente tiene cinco docentes con maestría en ciencia de los materiales. El área de trabajo es la metalurgia física básicamente en materiales ferrosos (microestructura, propiedades mecánicas, corrosión, etc.).

Este grupo ha generado publicaciones en revistas indexadas (8) y en revistas locales (60) y ha graduado en los últimos 10 años treinta estudiantes de física con licenciatura y algunas maestrías. A partir del próximo año comienzan con el programa de doctorado. En el Anexo 2 se dan informaciones adicionales (número de profesores, equipamiento, etc.).

### 2.2.3 Pontificia Universidad Católica del Perú

En la PUCP, las actividades en CM también están básicamente promovidas por físicos y químicos, aunque mencionaremos que últimamente también están siendo incorporados jóvenes doctores en CM graduados en universidades extranjeras, particularmente de universidades españolas. En la PUCP se distingue nítidamente dos líneas de trabajo: polímeros y corrosión. En la línea de corrosión cuentan con un instituto bien equipado que fue financiado inicialmente por la GTZ pero para su funcionamiento cuenta con el aporte de la Dirección Académica de Investigación (DAI) de la PUC, el programa CYTED y el programa FOAR (Fondo de Cooperación Técnica Horizontal de la República Argentina). Cuenta hasta el momento con cinco publicaciones indexadas y seis locales/internacionales no indexadas. Se realizan básicamente tesis de licenciatura y maestría en química. A pesar de contar el instituto con buena infraestructura, su labor principal está orientada a prestar servicios (ver Anexo 3); realiza muy pocas actividades de investigación.

El grupo de polímeros tiene actualmente tres profesores con doctorados obtenidos en USA, Alemania y España. Es un grupo activo con 11 publicaciones en revistas indexadas y 10 en revistas no indexadas (últimos cinco años). Cuenta con equipamiento básico (ver Anexo 3) y sus actividades son financiadas<sup>3</sup> por la Lindbergh Foundation, TWAS, CONCYTEC, DAI y el Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD). Hay que señalar que uno de los integrantes no tiene labores académicas y está contratado por la Universidad íntegramente para labores de investigación.

---

<sup>2</sup> Reportes del Instituto de Investigación de la Facultad de Ciencias, UNI y de la Oficina de Cooperación Internacional del CONCYTEC

<sup>3</sup> Reporte de los grupos de investigación que recibieron financiamiento

Finalmente, hay que señalar que existen actividades que están aún en una fase embrionaria desde el punto de vista de investigación; tal es el caso del grupo de películas delgadas del área de Física, conformada por un profesor con maestría y tres estudiantes de maestría en Física. Hasta la fecha han realizado ocho publicaciones en revistas locales y "proceedings" en conferencias, y ninguna publicación en revistas indexadas.

El postgrado en CM recién ha iniciado sus actividades este año y cuenta con unos 15 alumnos de las especialidades de Física, Química e Ingeniería. Así mismo hay pocos tesis graduados de físicos y químicos en el área de materiales. En estos últimos cinco años han producido aproximadamente una tesis por año. La maestría en CM recién creada cuenta con una buena plana docente de 13 profesores con doctorado y puede consolidarse como un buen programa de maestría, pero aún es prematuro dar una opinión sobre ella.

#### 2.2.4 Universidad Nacional Mayor de San Marcos

En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, los físicos son los que mayor actividad muestran en el campo de la CM. Ellos cuentan con el financiamiento local del CONCYTEC y fondos de la propia universidad. Así mismo reciben apoyos menores externos del CLAF y la CNPq (Brasil). En total en los últimos cinco años, contando las fuentes locales y externas, para las actividades en CM en la UNMSM se ha invertido algo más de medio millón de dólares; las actividades se centran en la fabricación de aleaciones metálicas desordenadas (metaestables) y los materiales magnéticos blandos. Estos materiales son caracterizados usando la Espectroscopía Mossbauer, difracción de rayos-x, etc. Otro tema de interés es la caracterización de los materiales arqueológicos, en donde han iniciado algunas actividades y han logrado cooperación con otros países latinoamericanos para realizar los trabajos; están aún en una fase inicial.

Los profesores involucrados en CM con doctorado suman nueve, la mayoría de los cuales hicieron sus doctorados en el Brasil. Cuentan con 35 publicaciones en revistas indexadas, siendo la mayor parte de ellos producto de la cooperación con grupos brasileños.

Hasta el año 2000 contaban con suscripción regular de 10 revistas científicas (ver Anexo 4). A partir del 2001 se discontinuaron las suscripciones por problemas de reorganización interna de la Universidad; se espera que este año se revierta esta situación.

Cuentan con escuela de postgrado en Física, estando algunas de las tesis dentro del área de la CM, pero el número de graduados con tesis es bajo (2 en estos últimos cinco años).

#### 2.2.5 Universidad San Agustín de Arequipa

Las actividades en CM en la UNSA, sin que pueda decirse aún que configuran un grupo de investigación, están más bien orientadas hacia los materiales poliméricos, compuestos y refractarios. Este grupo de personas con inclinaciones afines provienen originalmente de la especialidad de ingeniería metalúrgica y tienen deseos de conformar un grupo de investigación y son los que dirigen la especialidad de Ingeniería de Materiales de la UNSA. Lo conforman diez ingenieros, un magíster y un doctorado en CM; poseen un equipamiento básico para sus fines incluyendo un microscopio electrónico de barrido adquirido recientemente por la Universidad. Los recursos para sus actividades son básicamente los que les proporciona la Universidad y el CONCYTEC, los cuales tienen la característica de no tener un carácter regular. También han recibido financiación no regular del Programa Multinacional de Materiales

(OEA) y de la Canadian Executive Services for Overseas (CESO), para equipamiento y capacitación, respectivamente. En estos últimos cinco años han recibido para sus actividades un total de 245 000 dólares<sup>4</sup>.

No se encuentran suscritos a ninguna revista científica y en general la biblioteca está empobrecida y no actualizada. La Escuela de Postgrado en el área de materiales no cuenta con alumnos en el semestre actual. Ver detalles en el Anexo 5.

#### 2.2.6 Universidad Privada de Piura

Las actividades en CM en la UDEP se desarrollan dentro de la metalurgia física y los minerales no metálicos. No configuran aún un grupo de investigación; son dos profesores con doctorado en CM, un ingeniero especializado en corrosión y un técnico metalurgista. Tienen una relación muy estrecha con la Universidad de Oviedo (España), en donde hicieron su doctorado los mencionados profesores. Las diez publicaciones que han realizado en revistas indexadas las han hecho en conjunto con esta universidad, y los trabajos que realizan localmente son básicamente tesis de grado. No cuentan con escuela de postgrado. Están suscritos en tres revistas científicas. La financiación corriente para sus trabajos es el CONCYTEC y también de recursos del AECI cuando hacen trabajos conjuntos con la Universidad de Oviedo. Poseen un equipamiento básico típico de un laboratorio de metalurgia física. Hay que mencionar que la UDEP tiene una buena producción de trabajos de tesis de antegrado en CM. (Se especifican detalles en el ANEXO 6.)

#### 2.2.7 Instituto Peruano de Energía Nuclear

El Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) es un Organismo Público Descentralizado (OPD), creado el año 1977, que cuenta con financiamiento permanente del Estado Peruano y con financiamiento adicional del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y el CONCYTEC para sus actividades relacionadas con la investigación científica. Su situación de OPD le da gran autonomía y libertad de acción y su presupuesto es otorgado directamente por el Ministerio de Economía y Finanzas. El IPEN es el único instituto nacional que tiene actividades en el campo de la Ciencia de los Materiales usando técnicas analíticas para la identificación y cuantificación de elementos y las características estructurales de los materiales, donde particularmente destacan las técnicas nucleares.

El IPEN es la institución en donde el gobierno peruano ha hecho la mayor inversión en ciencia y tecnología, la misma que asciende a más de US \$ 120 millones<sup>5</sup>, principalmente en infraestructura y equipamiento nuclear. Durante los primeros 25 años, los esfuerzos de inversión se enfocaron principalmente en la construcción y puesta en operación de un reactor nuclear de investigación de 10 MW de potencia. En este tiempo, el IPEN ha logrado construir, equipar y transferir al sector privado una Planta de Irradiación Multiuso, para la conservación de alimentos, esterilización de material quirúrgico y preservación de material arqueológico perecible, entre otras aplicaciones. En los últimos cinco años se ha logrado publicar en revistas científicas indexadas pero mayormente sus trabajos se encuentran como reportes técnicos internos y como artículos en "proceedings" de congresos internacionales.

---

<sup>4</sup> Reporte de la Escuela de Metalurgia y Materiales de la UNSA<sup>5</sup> Documentos internos del IPEN

<sup>5</sup> Documentos internos del IPEN

La tendencia institucional actual es apoyar a la investigación, impulsando el incremento significativo del número de publicaciones en revistas indexadas y complementar sus ingresos económicos con servicios científico-tecnológicos. Recientemente el IPEN ha reforzado su plana de investigadores y cuenta con trece doctores en ciencias en las áreas de física, química y biología molecular con el compromiso de trabajar conjuntamente en problemas multidisciplinares. Se cuenta así mismo con un flujo permanente de cinco a diez tesis y practicantes remunerados, por año, provenientes de todas las universidades del país para el área de materiales. Estos son seleccionados mediante concurso público. Más detalles ver en el Anexo 7.

En la actualidad el IPEN está diseñando su plan estratégico para los próximos 10 años, en el cual se está considerando al área de los materiales como línea estratégica de desarrollo. El IPEN es la única institución en el país que dispone de técnicas nucleares para el análisis de los materiales.

### 2.3 POSTGRADOS

En general, los postgrados son sumamente débiles en áreas afines a la CM por falta de grupos de investigación que tengan un número suficiente de profesores de primer nivel y que sean activos en investigación. De los pocos alumnos que sacrificadamente terminan los cursos de maestría difícilmente tienen la posibilidad de realizar los trabajos de tesis. Algunas de las causas ya se mencionaron en el Resumen Ejecutivo, pero la principal de ellas es que hay poca oferta de tesis debido a la falta de grupos de investigación consolidados.

En Lima, las únicas universidades que esforzadamente tratan de mejorar esta situación son la UNI, PUCP y UNMSM. En provincias, sólo la UNT tiene posibilidades reales de consolidar una maestría.

Los postgrados en el Perú, en campos relacionados con la Ciencia de los Materiales, podemos circunscribirlos a los que se realizan en las siguientes especialidades:

**Física:** profesores universitarios de la física del estado sólido que derivan hacia proyectos aplicados y que trabajan correlacionando las propiedades macroscópicas de los materiales con las características microestructurales. Las actividades detectadas se centran principalmente en materiales con aplicaciones ópticas, magnéticas, energéticas y photo/electro-catalíticas (UNI, UNMSM y PUCP); los físicos de la UNT realizan actividades en la metalurgia física estudiando problemas de las aleaciones ferrosas y no ferrosas básicamente en problemas de corrosión y fallas de materiales.

**Química:** profesores universitarios de química inorgánica y de polímeros que trabajan en corrosión, arcillas adsorbentes, modificación de superficies poliméricas por plasma, estudio de propiedades mecánicas de polímeros, y síntesis de polímeros avanzados (PUCP, UNMSM y UNI).

**Ingeniería:** profesores universitarios de las especialidades de Ing. Metalúrgica, Ing. Mecánica e Ing. Civil (UPDEP, UNI, PUCP y UNT) que trabajan en las propiedades macroscópicas de los materiales, principalmente aquellos relativos a las propiedades mecánicas, y con algún análisis metalográfico de la microestructura. Los postgrados adscritos a estas especialidades no han tenido éxito por la escasa oferta de trabajos de tesis en CM, y básicamente sólo han ofertado cursos. Esto ocurre en la UNI, UNT y la UNSA. Las maestrías en CM de la UNI y la UNSA prácticamente están inactivas; en la PUCP están haciendo un ensayo donde se tiene

profesores de Ciencias (Física y Química) e Ingeniería (Mecánica) encargados de poner en ejecución la Maestría en CM, pero aún es muy prematuro juzgar los resultados. En la UPDEP no hay aún maestrías en CM.

Las universidades, salvo la UNI, sólo ofrecen maestrías. La PUCP ha creado una maestría en Ciencia de los Materiales en el año 2002 y tiene un semestre ejecutado, de modo que aún no se puede evaluar su desempeño. En la UNI funciona el doctorado cooperativo, en donde alternadamente el estudiante luego de haber concluido con los cursos de la maestría en Física trabaja un año en un grupo de investigación de mayor desarrollo relativo (hasta la fecha ha funcionado con la Universidad de Uppsala, Suecia), y luego continua trabajando en el laboratorio de la UNI por otro año, y así sucesivamente hasta completar aproximadamente cuatro años, luego de los cuales presenta el trabajo de tesis. El proyecto de tesis es diseñado y supervisado por un director de tesis local y otro externo. Para el programa doctoral, el estudiante lleva cursos de 15 créditos adicionales a los de la maestría.

Los estudios de maestría en el país siguen prácticamente un mismo esquema: 45 créditos en cursos, lo cual en la práctica significa tres semestres en cursos si el alumno tuviera una dedicación al 100%, pero en la mayor parte de los casos, dada su dedicación parcial, generalmente el alumno dedica de cuatro a seis semestres para concluir los cursos. Luego tiene que realizar un trabajo de tesis de un año, pero que en la práctica se extiende de dos a tres años. Esto significa que a un estudiante en el Perú le toma de tres a seis años hacer un programa de maestría completo. Hay que remarcar que en general en las áreas de ciencias e ingeniería se estima que aproximadamente el 10% - 30% de los estudiantes de maestría logran completar su programa con tesis. La gran mayoría de los que entran al programa sólo logran concluir los cursos, sin ejecutar trabajos de tesis.

Respecto a la plana de profesores en el área de CM y especialidades afines, la UNI cuenta con 15 profesores con doctorado, la PUCP con 10, la UNMSM con 10 y la UNT con 5. Haciendo un esfuerzo de unificación entre la UNI, UNMSM y la PUCP se podría conformar un cuadro docente de un buen nivel para programas de maestría y doctorado en Lima. Se necesitaría el refuerzo de algunos profesores del primer mundo sólo en temas especializados, por ejemplo para algunos cursos de doctorado.

En los últimos 5 años el rendimiento no ha sido el óptimo por las razones anteriormente esgrimidas, donde hay un enorme déficit de tesis de maestría y de doctorado, siendo este el problema principal. Con una coordinación adecuada y con el complemento de algunos profesores extranjeros en temas especializados se podría mejorar la calidad de los cursos. La más eficiente en este sentido ha sido la UNI (con un promedio de 1 doctor por año y 3 maestros), seguida por la PUCP (un promedio de 2 por año) y luego la UNMSM (promedio de 1 por año). En provincias sólo se podría considerar a la UNT, con un egresado por año en maestría.

El financiamiento para los estudios de postgrado es muy limitado. No hay programas de las propias universidades para este fin, ni la cooperación internacional brinda apoyo para ello. El CONCYTEC brinda apoyo, pero este aporte además de ser extremadamente limitado en número y monto no ha sido dado sostenidamente. Sólo el IPEN ha hecho un aporte real dando un salario mensual por un año, renovable por una vez, para estudios de maestría y tesis mediante concursos; pero ello se ha concentrado en campos muy específicos relacionados a las aplicaciones nucleares, y sólo para un número limitado de estudiantes.

Las universidades públicas, además de no contar con los recursos, tampoco cuentan con herramientas legales para financiar a los estudiantes de postgrado a partir de sus presupuestos;

por otro lado, la mayor parte de las universidades, por no decir todas, consideran a los programas de postgrado como fuentes de ingreso más que como herramientas de desarrollo.

Algunas universidades, particularmente la UNI en la Facultad de Ciencias, han tratado de mejorar esta situación, principalmente para superar el impedimento legal, contratando a los estudiantes de postgrado como Jefes de Prácticas (Pre-docentes, primer nivel de la docencia universitaria) y asignándoles una carga académica reducida con el compromiso de que hagan el postgrado. Esto ha tenido relativo éxito debido al limitado número de vacancias para la predocencia, el salario exiguó (alrededor de \$ 150 mensuales) y la tendencia a dar sobrecarga docente de parte de los administradores universitarios.

En provincias, por lo menos en CM, programas serios de postgrado son inexistentes. Sólo UNT (y eventualmente en alianza con la UPDEP) con apoyo sostenido tendría posibilidad de desarrollo a mediano plazo.

Para solucionar el problema del postgrado es importante, en una fase inicial, promover las alianzas institucionales para el corto y mediano plazo. Se tiene que empezar en Lima con una alianza estratégica entre la UNI, UNMSM, PUCP y el IPEN. Esta posibilidad es factible y hay posibilidades reales de concretarla; falta un elemento catalizador externo que permita que se concrete. El mecanismo más práctico sería que cada institución universitaria mantenga sus propios programas de maestría según sus estilos y tradiciones, de modo que los estudiantes elijan libremente a cuál de ellos quisieran pertenecer y que el ingreso sea fijado por las propias instituciones universitarias. El núcleo más importante de los cursos en CM sería diseñado coordinadamente por las propias instituciones. Estos cursos tienen que ser reconocidos y validados por ellas, y cada institución aporta con sus docentes más destacados para la ejecución de los mismos. Para algunos cursos especializados se recurriría a investigadores extranjeros de mayor desarrollo científico. La institución "neutral" para ejecutar estos programas sería el IPEN (Sede Central), que actuaría como un Centro Nacional de Postgrado en CM; éste cuenta con la infraestructura física básica para ejecutar estas actividades y su ubicación es equidistante a cada una de las mencionadas instituciones. Los profesores asignados tendrían una permanencia mínima para el dictado de los cursos y asesoría a los estudiantes, y por esta actividad tendrían una compensación salarial extra a la que reciben de sus propias instituciones universitarias. Los docentes de preferencia tienen que ser investigadores activos. Los trabajos de tesis serían ejecutados en las propias instituciones universitarias. Este centro debería tener las mínimas facilidades como una biblioteca bien equipada y con sala de lectura, aulas con ayuda audiovisual, auditorio para conferencias, cubículo para los docentes, etc.

Al respecto se cuenta con una experiencia valiosa en el área de las Matemáticas con la alianza estratégica entre las universidades mencionadas para el desarrollo de las maestrías y doctorados a través del IMCA.

En cuanto a los programas doctorales, se cuenta actualmente con el doctorado cooperativo en Física en la UNI, en Química en la UNMSM (actualmente algo inactivo), y en proceso de formación en la UNI con el apoyo de la Universidad de Uppsala. El que mejor está funcionando es el Doctorado en Física por contar con el apoyo permanente de la Universidad de Uppsala, Suecia. No hay necesidad para el mediano plazo de crear un doctorado específico en CM. Los doctorados existentes en Física y Química deben ser potenciados con este objetivo, en donde los temas de tesis serían propios de la CM. La experiencia de los doctorados cooperativos son los de mayor éxito en el país y hay que reforzarlos y promoverlos, y esa debe de ser una

de las vías fundamentales para calificar a nuestros recursos humanos. Sólo en casos muy específicos se promovería el envío a universidades extranjeras por períodos extensos (4-5 años) a estudiantes para el doctorado en áreas de interés nacional, y siempre que no haya posibilidad de desarrollarlos localmente en las condiciones presentes.

En las áreas de ciencias e ingenierías, la UNI es la más selectiva y exigente del país en admitir estudiantes para seguir una carrera universitaria; esto sin desmerecer la calidad de los estudiantes en las otras universidades, pero en promedio, para un estudiante altamente dotado de la escuela secundaria, con inclinación a la ciencia o la ingeniería, y con recursos económicos limitados, su primera prioridad es ingresar a la UNI a nivel del país. La PUCP es la universidad que administrativamente posee más orden y tiene una mayor estabilidad institucional; probablemente uno de los factores importantes que contribuye a ello son los mejores haberes de los docentes de la PUCP en relación a los haberes de los docentes de las universidades públicas. Los estudiantes de pregrado de la PUCP tienen mayores recursos económicos (en promedio) que los de las universidades públicas, pero en general escasamente se registran en las áreas de ciencias, y de estos muy pocos deciden hacer su postgrado en la PUCP, pues mayormente prefieren hacerlo en las universidades extranjeras; la mayoría de los estudiantes del postgrado de la PUCP provienen del interior del país. La mayor población de alumnos que cursan carreras científicas proviene de las universidades públicas, en particular la UNI y la UNMSM. Pero hay que destacar que dentro de las universidades privadas que se tiene en el país, la única que se interesa en desarrollar Física, Química y Matemáticas es la PUCP.

En general, balanceando los diferentes argumentos entre las tres mayores universidades, podríamos establecer que en las áreas relativas a la CM no hay una ventaja sustantiva de una universidad sobre otra, pero en los últimos años el nivel de productividad sigue el siguiente orden: UNI, PUCP, UNMSM y en menor medida la UNT.

PRINCIPALES UNIVERSIDADES CON POSTGRADOS AFINES A LA CM'

Universidad	Maestría	Doctorado	Funcionamiento
UNI	Física, Química	Física	Regularmente
UNMSM	Física, Química	-----	Regularmente
PUCP	Física, Química, CM	-----	Regularmente
UNT	Física, CM	-----	No regularmente **
UNSA	CM	-----	No regularmente **

\* Detalles de cada uno en los anexos respectivos

\*\* Sin o con muy esporádicos graduados en los últimos 5 años

TABLA RESUMEN DE LOS PROGRAMAS DE POSTGRADO EN ÁREAS AFINES A LA CM

Universidad	Nombre del programa de postgrado	Alumnos inscriptos en 2002	Egresados en 2002	Egresados en el período 2000-2002	Tesis aprobadas en 2002	Estimación del % de egresados que realizan tesis	Comentarios sobre la calidad y el desempeño del programa
UNI	Física	10	.1	5	1	40	
	Química	15	1	4	1	25	
	C.M	5	-	1	-	-	
PUCP	Física	28	-	1	1	<10	
	Química	2	-	1	-	<10	
	CM	15	-	-	-	-	
UNMSM	Física	5	-	1	1	<10	
	Química	5	-	1	1	<10	
UNT	CM	4	-	1	-	<10	

### 3. DEFINICIÓN DEL ROL DEL ESTADO EN LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

El gasto en Investigación y Desarrollo (I+D) en el Perú en la última década se estima que está alrededor del 0,22 % del PBI, por debajo del promedio de 0,64 % de los países en desarrollo y del 2,92 % de los países desarrollados. Por otro lado se estima que el 48 % es financiado por el gobierno, el 21 % por fuentes externas de cooperación y sólo el 27 % por el propio sector privado. Además se estima que entre el 8% y 10 % de la capacidad nacional de I+D se encuentra en el sector productivo, mientras que en los países más avanzados la proporción oscila entre el 50% y el 80%. Según datos estimados publicados por CONCYTEC, el 70% del presupuesto de las instituciones públicas con programas de Ciencia y Tecnología es asignado a las universidades. Según datos del mismo CONCYTEC, el Perú produce muchos profesionales en Letras y Humanidades y ha puesto poco énfasis en la formación de técnicos e ingenieros. El 16% de investigadores están dedicados a las ciencias e ingeniería y el 27 % a las ciencias sociales y humanidades. Comparativamente, en Corea el 45 % de los investigadores está en el área de las ciencias y la ingeniería, y en EEUU el 46%.

De las cifras expuestas, indudablemente existe una enorme brecha científica y tecnológica que dificulta la posibilidad de competir en una economía global, de manera que si no se toman acciones para mejorar esta situación, el Perú no estará en condiciones de responder a las barreras tecnológicas, pues la presión por la calidad y las exigencias de control ambiental son cada vez más crecientes en el mercado mundial. Desafortunadamente, hasta hace muy poco ha habido una falta de visión del futuro de las empresas y del Estado que generalmente se han centrado en los temas de coyuntura y de corto plazo, sin prepararse para lo venidero. La inversión en CyT es aún vista como un gasto y no como una inversión.

Considero que para un desarrollo tecnológico sostenido, el actor más importante es el sector privado; sin embargo, el Estado debe cumplir un rol catalizador y promotor para la

\* Todos los programas de postgrado tienen la dificultad de no ofrecer suficientes temas de tesis a los estudiantes, y además la permanencia de los alumnos en el programa es bastante irregular e impredecible.

mejora de la capacidad tecnológica a fin de que las empresas puedan competir en un mercado global. En ese sentido hay que reconocer que en los últimos años el Estado peruano ha estado realizando actividades (rol activo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONCYTEC, promoción de las exportaciones PROMPEX, creación de los Centros de Innovación Tecnológica CITES, Consejo Nacional del Ambiente CONAM, Fondo Nacional del Ambiente FONAM, etc.) para la creación de un ambiente favorable hacia la competitividad, pero aún quedan muchos aspectos que deben ser cubiertos en una estrategia integral con el sector privado y la sociedad, uno de los cuales es el sector universitario.

Las universidades, sector de vital importancia para este proceso hacia la competitividad, no están jugando un rol activo dentro de este diseño. No están cumpliendo a cabalidad su papel como centros generadores de conocimientos, el mismo que debe pasar necesariamente por la calificación permanente de los recursos humanos; para alcanzar este objetivo, el rol del Estado es fundamental. Es indudable que la mayor ventaja competitiva de los países está en la calidad de sus recursos humanos y en el conocimiento que les permita ofrecer productos y servicios de calidad, diferenciarse en el mercado y lograr mayor productividad de sus recursos. Esto implica la generación, adecuación y mejora permanente de conocimientos y avances tecnológicos y su incorporación a la producción. En ese sentido, en las actuales circunstancias, el Perú requiere urgentemente de una intervención estatal sistémica e integral que supere la falta de financiamiento, la pérdida de recursos humanos calificados, y las carencias del sistema académico peruano para la investigación científica.

En general, podemos decir que el estado peruano, viéndolo comparativamente con las políticas de países vecinos, no ha dado prioridad el desarrollo de la ciencia y la tecnología en el país. El Estado debe relanzar su rol promotor para la ciencia en general, incluyendo a la CM. Su mayor compromiso es el de revitalizar las universidades, pero fundamentalmente calificando los recursos humanos, dando sustantivamente mayores recursos a los institutos de investigación, a las escuelas de postgrado y al CONCYTEC.

En la CM en particular, considerando que la calificación de los recursos humanos es la tarea principal, esta sería más eficiente si se le da escenarios apropiados según las ventajas comparativas que se pueden identificar en el país, de modo que en un corto y mediano plazo pueda impactar en el sector productivo. Estas áreas a mi entender son la metalurgia, la madera, productos textiles (provenientes principalmente de los camélidos) y materiales arqueológicos. Pero considerando que es también importante estar presentes en el contexto mundial en la investigación de materiales, hacia la búsqueda de nuevas estructuras para funciones específicas, las universidades deben recibir apoyo para este tipo de investigaciones, aunque su impacto económico sea a muy largo plazo. Aquí es importante el apoyo del Estado para fomentar una cultura hacia la investigación científica en el campo de la CM en la búsqueda de nuevas estructuras y propiedades, como por ejemplo las nanoestructuras. En las primeras etapas y por las condiciones económicas del país, sólo el Estado podría hacerlo.

Finalmente, considerando que el Estado peruano posee escasos recursos (los mismos que están distribuidos en forma inadecuada) y por otro lado que es una realidad la regionalización del país, es pertinente descentralizar armónicamente la investigación científica en el país; para ello una estrategia importante es que el Estado propicie centros regionales de investigación según las ventajas comparativas que tengan las mismas; esto permitirá optimizar recursos tanto materiales como humanos y potenciar proyectos multidisciplinarios de investigación en áreas de interés regional y nacional. En ese sentido, el autor propone centros regionales en el campo de la CM, detallados en la sección 6. Una iniciativa importante

la ha tomado el CONCYTEC promoviendo la creación de un Centro de Materiales en Lima, dentro de las instalaciones del IPEN; en estos momentos se está trabajando hacia ese objetivo a fin de concretizar una propuesta conjunta entre la UNI, UNMSM, PUCP y el IPEN.

#### 4. FUENTES DE FINANCIAMIENTO EXISTENTES Y EVALUACIÓN DE SU CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO DE PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN EN EL ÁREA DE LA CIENCIA DE LOS MATERIALES

Las fuentes de investigación podemos dividir las en dos: fuentes locales y fuentes internacionales.

##### 4.1 FUENTES LOCALES

Las fuentes locales para investigación en las universidades públicas y privadas básicamente provienen del CONCYTEC y de los Departamentos de Investigación de las propias universidades y/o institutos, los cuales funcionan con sus propios recursos. Adicionalmente, el Estado asigna un 30 % del presupuesto operativo a las universidades públicas para tareas de investigación, pero esto es en teoría; en la práctica, dada la escasez para otros gastos corrientes, las universidades utilizan estos fondos para otras actividades bajo el nombre de "proyectos de investigación" que no son propiamente tales, de manera que en efectivo se asigna para trabajos de investigación y desarrollo, dependiendo de cada universidad, entre 5-10 % del presupuesto operativo. En la UNI, cuyo presupuesto refleja aproximadamente el promedio de las universidades públicas, se utilizan alrededor de \$ 150 000 anuales para todas las tareas de investigación y desarrollo.

Los fondos locales tienen la característica de ser montos reducidos (raramente mayores de 3 000 dólares por año y por proyecto) y básicamente cubren costos de mantenimiento, reactivos, servicios, instrumentos de medición, etc. Sin embargo, en los últimos años el CONCYTEC ha otorgado financiamientos con montos mayores, llegando a cantidades de 35 000 dólares para algunas universidades<sup>6</sup>. Hay también situaciones circunstanciales en donde las universidades han hecho una fuerte inversión para reequipamiento. Por ejemplo, la UNI invirtió alrededor de un millón de dólares durante el período del Rector Javier Sota Nadal (1995-99) para reequipamiento de los laboratorios. Un monto análogo invirtió también la UNMSM para equipar los laboratorios en el período 1995-2000. Excepcionalmente, la Dirección Académica de Investigación (DAI) de la PUCP ha dado algunos montos significativos para los proyectos de investigación.

Trabajos de investigación financiados por la industria privada son prácticamente inexistentes, pues estos mayormente se realizan como servicios tecnológicos específicos o gracias al financiamiento parcial de algunas tesis de grado.

##### 4.2 FUENTES EXTERNAS

Las fuentes externas mayormente son de organismos de cooperación internacional. Las principales fuentes detectadas son las siguientes (obtenidas por información de las propias instituciones beneficiadas y reportes de los organismos de cooperación):

---

<sup>6</sup> Reporte de la Dirección General de Apoyo a la Investigación, CONCYTEC

1. *Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA)*: esta fuente de financiación está casi exclusivamente dirigida para los proyectos que proponga el IPEN, incluyendo la capacitación. Anualmente asigna un monto promedio de US\$ 500 000 dólares que se asignan regularmente y de los cuales un 66% se destinan a equipamiento en diferentes áreas. En el futuro inmediato, una parte importante de los fondos que se obtengan mediante Cooperación Técnica Internacional se destinarán a fortalecer las actividades en el área de la Ciencia de los Materiales.
2. *International Program for Physical Sciences (IPPS)*: esta fuente de financiación proviene del gobierno sueco y está exclusivamente asignada para los grupos en Ciencia de los Materiales de la UNI (Facultad de Ciencias) y la UNT (Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas). Estos fondos ascienden aproximadamente a un promedio anual de 30 000 dólares para cada universidad y son asignados para la adquisición de equipos, becas anuales, intercambio sur-sur y sur-norte. Estos fondos se han asignado de una manera regular durante 10 años para la UNI y 10 años para la UNT. Es la fuente financiera principal para el sostenimiento del doctorado cooperativo de la UNI y las maestrías y doctorados de la UNT.
3. *Programa Multinacional de Materiales – OEA*: esta fuente de financiación asignó al Perú en 1994 la cantidad de 100 000 dólares, de los cuales se asignaron 40 000 dólares a la UNI, 30 000 a la UNT, 15 000 a la PUCP y 15 000 a la UNSA.
4. *Agencia Interamericana para el Desarrollo (AID)-USAID*: esta fuente financiera apoyó al grupo de materiales de la UNI (Facultad de Ciencias) con un monto de 100 000 dólares para compra de equipos y capacitación. El proyecto se realizó entre la UNI y el Instituto Weizmann de Israel. Este apoyo se realizó por única vez en el período 94-96.
5. *Comunidad Europea – Proyecto SOLWATER 2002*:—mediante este proyecto se asignó la cantidad de 70 000 dólares al grupo de materiales de la UNI (Facultad de Ciencias) para el período 2002-2005 y destinado principalmente para intercambio científico y capacitación por períodos cortos.
6. *Agencia Interamericana para la Cooperación y el Desarrollo (AICID-OEA)*: esta fuente asignó la cantidad de 40 000 dólares al grupo de materiales de la UNI para el período 2002-2005 y será destinada principalmente para la adquisición de equipos e insumos.
7. *Fondo Argentino de Cooperación Horizontal (FOAR)*: este fondo de cooperación se ha utilizado para apoyar algunos proyectos específicos en el instituto de corrosión de la PUCP y de la UDEP, el cual también incluye intercambio de investigadores.
8. *Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED)*: este es un fondo del gobierno español para apoyar las actividades de ciencia y tecnología en los países iberoamericanos, y destinado fundamentalmente para intercambio de investigadores y estudiantes. Los grupos de las universidades limeñas son los que mayormente han utilizado estos fondos.
9. Hay algunas fuentes externas que apoyan a los grupos de investigación con montos pequeños (no más de 3 000 dólares) para ciertos proyectos específicos, tales como el *Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD)*, *Tirad World Academy of Science (TWAS)*, *Lindbergh Foundation*, *Centro Latinoamericano de Física (CLAF)*, *Istituto per Cooperazione Universitaria (ICU)*.

Hay que observar que la CM en el Perú no tiene una frontera definida y los presupuestos asignados generalmente están insertos en temas clásicos como Física, Química e Ingenierías relacionadas a los materiales, etc., y no como Ciencia de los Materiales. En los últimos años recién están definiéndose temas propios del área. Por consiguiente, es muy difícil determinar cantidades precisas de inversión en CM, porque hasta hace muy poco no había un nombre "oficial" para esta área ni en las universidades ni en el CONCYTEC. De todos modos, se ha hecho un ejercicio aproximado tanto de fondos locales como de la cooperación internacional porque se ha identificado los grupos que hacen más CM que ciencias básicas, y a partir de la información de estos grupos y del CONCYTEC se ha hecho este ejercicio de inversión, con el riesgo de que los consultores de Física, Química y Materiales así como el de Ingeniería superpongan estas cifras. Por ello, sugiero que estas cifras se tomen sólo como referencia, más como órdenes de magnitud que como montos invertidos nominalmente para el desarrollo de la CM en el país.

El estimado de 2,5 millones de dólares para CM en la década pasada parte de la información de que a la UNI y UNT la cooperación sueca las ha apoyado en los últimos 10 años con 1,2 millones, la UNMSM ha recibido 0,6 millones entre fondos locales y externos, el Programa Multinacional de Materiales de la OEA asignó 0,2 millones a la UNI, PUCP, UNSA y UNT, y según informe del ex director del Departamento de Investigaciones Científicas de la PUCP<sup>7</sup>, esta universidad asigna para investigación alrededor de 1,0 millones anuales (durante los dos últimos años), de los cuales para áreas relativas a CM se estima un total de 0,2 millones; el USAID aportó 0,1 millones a la UNI, y finalmente el IPEN otorgó alrededor de 0,2 millones.

## 5. ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS EXISTENTES

### 5.1 PROBLEMAS EXISTENTES

Se puede observar que en estos últimos 10 años en el área de materiales (que incluye actividades de física, química e ingeniería) se ha invertido alrededor de 2,5 millones de dólares sumando esfuerzos públicos, privados y de la cooperación internacional; esta inversión ha estado distribuida en siete instituciones de maneras claramente diferenciadas, donde la mayor proporción de inversión (70-80 %) ha estado en las instituciones limeñas (UNI, PUCP, UNMSM, IPEN). Esto claramente refleja el nivel de desarrollo comparativo entre las instituciones de la capital con aquellas de provincias.

Como se mencionó anteriormente, gran parte de las actividades, incluyendo muchas veces la gestión para lograr fondos para los proyectos, se han producido por iniciativas personales de algunos docentes universitarios y no obedeciendo a una política de desarrollo nacional. Por ello se nota que gran parte de las actividades se relacionan con aspectos que los propios investigadores realizaron en laboratorios extranjeros, continuando a su retorno con temas similares, y no en temas que podrían ser precisamente de interés nacional.

Una característica de estas actividades es que en su mayoría han tenido un carácter "autista": sin relación entre las mismas universidades, ni de éstas con el sector industrial. En efecto, se evidencia una casi total desconexión entre las actividades científicas universitarias

---

<sup>7</sup> Documento difundido por internet por la comisión BID-Perú

y el sector industrial; esto último es reflejo del poco apoyo económico del sector industrial a los proyectos universitarios. Los trabajos de tesis en su mayoría han terminado como publicaciones internas para incrementar las propias bibliotecas, muy pocas como aporte científico y menos como impacto tecnológico, a pesar del carácter "aplicado" de muchos de los proyectos. Igualmente entre los propios investigadores universitarios hay muy poca comunicación entre sí, los trabajos se realizan prácticamente ignorando las actividades de otros colegas; carencia de conferencias, seminarios, etc., en donde se divulguen los trabajos realizados a fin de compartir experiencias. En los últimos diez años en el campo de la ciencia de los materiales se ha realizado sólo un encuentro nacional en el año 1995, convocado por el CONCYTEC. Ha habido algunos esfuerzos regionales para congregar investigadores, pero de éxito relativo por el poco aporte local.

Hay que hacer notar que hay una diferencia en el trato económico a los docentes e investigadores de las instituciones públicas en relación a las privadas. En general, las instituciones privadas o con régimen privado dan salarios de cuatro a cinco veces mayores que los que otorgan las públicas. Esto debería ubicar a las instituciones privadas en mejor situación para las tareas de investigación, pero salvo en la PUCP y la UDEP, esto no ocurre debido a la política de asignar tareas académicas que superan las 18-20 horas semanales, y por otro lado debido a la política universitaria de considerar a la docencia y la administración como las únicas tareas universitarias importantes, dejando la investigación como una actividad accesoria. Además, las universidades públicas como la UNI y la UNT, habiendo recibido recursos sostenidos durante más de 10 años para tareas de investigación, fundamentalmente de la cooperación sueca, no han dado aún los resultados esperados, como el de formar una masa crítica de investigadores. Hay dos factores importantes que probablemente han causado esta situación: i) Los exigüos salarios. Los docentes investigadores de las universidades públicas usualmente tienen que trabajar en dos o tres lugares para complementar sus magros salarios, los mismos que no exceden los 400 dólares mensuales, de modo que a pesar de contar con recursos para financiar los trabajos de investigación (la cooperación sueca no contempla los salarios), el resultado no es el esperado por la escasa dedicación; ii) La administración universitaria. En general, las universidades públicas se caracterizan por poseer una administración demasiado burocratizada, politizada, ineficiente y con poco respeto al principio de autoridad. La mayor parte de las decisiones son tomadas con criterios políticos en donde predomina en exceso el criterio estudiantil politizado y el de docentes universitarios académicamente poco calificados (sectores mayoritarios de la comunidad universitaria).

Hay escasos recursos humanos calificados; así se tiene que sólo existen alrededor de 40 doctores que trabajan en CM en todo el país, de los cuales el 80% está en Lima. Los postgrados que están regularmente funcionando (UNI, PUCP, UNMSM y UNT) están escasos de alumnos, y la plana docente en algunas universidades es poco calificada. Los pocos estudiantes que se involucran lo hacen generalmente con sus propios recursos o con subvención del CONCYTEC, el cual se caracteriza por ser escasa e irregular. Un alto porcentaje de los estudiantes hacen sólo los cursos, pero no concluyen con un trabajo de tesis, ya sea por falta de temas de tesis o por abandono de los propios estudiantes, que tienen que trabajar para subsistir. La mayor parte de los postgrados son de cursos y no de investigación.

Las publicaciones en revistas indexadas es escasa; el 90% de las que existen se han hecho cuando los investigadores locales han trabajado en grupos extranjeros como estudiantes de doctorado o en colaboración con estos; muy pocas publicaciones indexadas son totalmente realizadas en los laboratorios locales.

## 5.2 FORTALEZAS

- Se cuenta con recursos humanos calificados (aún muy lejos de ser suficientes) que con un apoyo sostenido y estrategias de desarrollo bien estructuradas pueden dar aportes importantes en el mediano plazo.
- Hay capacidad de gestión en muchos investigadores, que ante la falta de apoyo del Estado, han aprendido a lograr fondos del exterior y hacer trabajos cooperativos con grupos de investigación externos más desarrollados. Esta capacidad puede multiplicarse y hacerse más efectiva si se logra un apoyo más decidido de los órganos de gobierno.
- Los "grupos" de investigación están sorprendentemente distribuidos en temas de interés de una manera razonable, con muy poca interferencia entre ellos, según las regiones del país, de modo que permite iniciar razonablemente actividades de desarrollo reforzando estos grupos: metalurgia física en el Norte, refractarios y cerámicos en el Sur, nuevos materiales (óxidos mixtos, aleaciones en frío, polímeros) en Lima.
- Existe un aproximado de no menos de cien estudiantes que egresan anualmente de las universidades, particularmente de las públicas, provenientes de las Facultades de Ciencias del país, concentrados en mayor proporción en Lima; este contingente está potencialmente en condiciones de iniciar tareas de investigación en CM. Con buenos programas de apoyo para los postgrados (becas), en un mediano plazo se podría mejorar rápidamente de una manera sustantiva la deficiencia de recursos humanos calificados.
- Se cuenta con un número importante de peruanos egresados de las principales universidades del país y que son científicos reconocidos en laboratorios extranjeros de primer nivel. Estos mantienen relaciones informales con colegas locales y colaboran de diferentes maneras: proyectos conjuntos, cursos de postgrado, estadías de investigación, etc. Un programa bien estructurado podría permitir una relación formal y fluida con esta comunidad de científicos peruanos y levantar rápidamente de una manera importante el nivel científico del país, principalmente en el reforzamiento de los postgrados.
- Hay una pequeña infraestructura en los grupos anteriormente mencionados que podría permitir iniciar programas serios de investigación a mediano plazo.
- Se cuenta con el IPEN, un Instituto de mucho potencial científico, tanto en recursos humanos como en infraestructura, que con un apoyo financiero razonable y estrategias bien diseñadas puede constituir dentro de él un Centro de Excelencia en el campo de la Ciencia de los Materiales en el Perú a mediano plazo. Para ello debería trabajar coordinadamente con la UNI, UNMSM y PUCP.

## 5.3 DEBILIDADES

- Carencia de un número suficiente de profesores investigadores que no sólo ofrezcan cursos sino también temas de tesis, siendo este último el aspecto más crítico. Los postgrados son mayormente de cursos y no de trabajos de investigación. Por otro lado, no existe un programa sostenido de apoyo a los estudiantes de postgrado para que puedan tener una dedicación completa. Los apoyos que brindan el CONCYTEC y las propias instituciones universitarias son largamente insuficientes.

- Sólo hay un programa de doctorado con relativo éxito en el país, y es el que se ofrece en la UNI. Este doctorado tiene la modalidad "sandwich" y funciona gracias al apoyo de la cooperación sueca. Necesitamos para el mediano plazo por lo menos tres doctorados adicionales con las características del doctorado de la UNI; está demostrado que la capacidad de investigación de un país está íntimamente relacionada con sus programas de doctorado. Mientras los programas de maestría enfatizan fundamentalmente los cursos, los doctorados enfatizan las investigaciones.
- No hay centros ni institutos de investigación en CM; los institutos que existen actualmente en otras áreas en general son estructuras cerradas, burocráticas y no poseen programas diseñados para ofrecer temas de investigación que conduzcan a una maestría o doctorado (hay que hacer una excepción con el IPEN en este aspecto). Por otro lado, la ley no les permite ofrecer formalmente programas de maestría y doctorado, pues estos son únicamente reservados para las universidades. La experiencia brasileña muestra que el número de investigaciones y calidad de los mismos mejoró sustantivamente cuando se permitió a los institutos ofrecer programas formales de doctorado.
- Los docentes investigadores de las universidades públicas poseen haberes extremadamente precarios, de modo que se ven obligados a realizar diferentes actividades para mejorar el nivel de sus salarios; de esta manera su dedicación a las actividades de investigación es sólo parcial, con los resultados consiguientes. Algo parecido sucede con los estudiantes de maestría al tener que realizar actividades extraacadémicas para subsistir, y la dedicación es sólo parcial.
- Hay temas de importancia nacional que no están dentro de los programas de investigación de los embrionarios grupos actuales, pero que es necesario desarrollar para lograr claros beneficios para el país en un mediano plazo. Los más resaltantes son los siguientes:
  - *La metalurgia*: el Perú es un país de enormes recursos mineros siendo estos los mayores productos de exportación. Pero el sector metalúrgico es aún muy débil, de manera que nuestros recursos mineros son exportados con muy poca transformación, de modo que no se aprovecha localmente la intensa provisión de recursos metálicos y no metálicos. Este es un campo de trabajo en CM que hay que estimular a fin de dar valor agregado a nuestros productos minero-metalúrgicos.
  - *La madera*: el Perú tiene un gran potencial maderero, ocupa el séptimo lugar a nivel mundial y el segundo lugar en América Latina en cuanto a superficie de bosques tropicales. Por otro lado, en las regiones amazónicas el 95% de la actividad económica gira en torno de la industria de la madera.
  - *Materiales textiles*: el Perú posee una tradición textilera y ha contado por muchos años con ventajas comparativas naturales: calidad del algodón, lana de alpacas, vicuña, etc. Con el desarrollo de la tecnología actual estas ventajas comparativas naturales están dejando de ser importantes, de modo que se necesita un trabajo intenso de físicos, químicos y biólogos para dar competitividad a este sector. Hay que mencionar que este sector industrial genera mucho empleo en el país.
  - *Materiales arqueológicos*: el Perú cuenta con un legado cultural muy importante dado que en esta región se desarrollaron culturas milenarias. El desarrollo de este

campo daría la posibilidad de dar un valor agregado importante a nuestra industria del turismo.

- Divorcio entre las actividades de la academia y la industria. No existe una cantidad significativa de proyectos concertados entre las universidades y la industria.
- Poca difusión de las actividades científicas y su importancia para el desarrollo del país. La sociedad peruana en general no valora apropiadamente la actividad científica y no le da aún un rol crucial para el desarrollo del país. Esta actitud contribuye a la poca disposición de la mayoría de los investigadores para escribir artículos científicos. Hay muy baja producción de artículos científicos en revistas indexadas.

## 6. ESTRATEGIAS DE DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN CM A MEDIANO PLAZO

### 6.1 POLÍTICA GENERAL

La estrategia de desarrollo de las investigaciones en CM a mediano plazo tiene que considerar como primer objetivo fundamental la generación masiva de recursos humanos altamente calificados. Pero este proceso tiene que realizarse prioritariamente dentro de actividades que den competitividad al país, de manera que los trabajos científicos beneficien la actividad productiva y cultural del país, en el mediano y largo plazo.

Actualmente tenemos actividades embrionarias que afortunadamente están distribuidas de manera razonable en las diferentes regiones del país, de manera que la estrategia debe partir reforzando estas actividades. Pero es necesario incluir otras que están muy poco consideradas por los sectores académicos, y que por su importancia para el desarrollo del país tienen que ser tomadas en cuenta: metalurgia física, la ciencia y tecnología de la madera, materiales arqueológicos y materiales para la industria textil. Estas actividades tienen que ser estimuladas a fin de que los proyectos tengan impactos en el sector productivo y cultural del país; si bien es cierto que están poco desarrolladas por los grupos académicos, existen empresas involucradas en ellas y tienen un gran potencial como sectores motores para el desarrollo competitivo del país y es necesario "catalizar" proyectos generando alianzas entre estos sectores. Proyectos exitosos con aportes a la cadena productiva de estos materiales serán de gran impacto y constituirían un aporte importante para la competitividad del país.

Por otro lado, considerando que la administración universitaria está estructurada de tal manera que no ofrece en las circunstancias actuales un escenario que haga eficiente el desarrollo de los proyectos de investigación, se tiene que considerar alternativas que sin prescindir del sector universitario, sino antes bien reforzándolo, hagan eficiente este proceso de desarrollo científico y tecnológico.

La mayoría de los institutos actuales tampoco son modelos exitosos para que se produzca un proceso eficiente y sostenido de la investigación científica en el país, porque tienen una estructura muy cerrada, rígida y burocrática. Cabe mencionar que el IPEN, luego de varios años de administración militar, está dando en los últimos años cambios importantes en su política administrativa y científica, y podríamos considerarla ya fuera de la descripción mencionada.

Lo anterior obliga a generar centros de investigación caracterizados por su agilidad, eficiencia, apertura y competencia. Estos deben operar con una administración pequeña

pero eficiente, fuera de la administración universitaria, donde las tareas de investigación las dirijan investigadores contratados por dos o tres años, por ejemplo, renovables según los resultados, mediante concurso público y formando grupos de trabajo con tesis provenientes de las escuelas de postgrado de las universidades, también seleccionados mediante exámenes apropiados; en otros términos, se trata de "licitar" los proyectos de investigación. Estos centros contarían con un grupo de profesionales entrenados para manejar los equipos de mayor sofisticación que estarán al servicio de los grupos de investigación y de los servicios tecnológicos que eventualmente se ofrecerían. Estos centros contarían con un directorio que diseñará las políticas de investigación y desarrollo, conformado por los directores de investigación de las universidades e institutos comprometidos (UNI, IPEN, PUC Y UNMSM en Lima, por ejemplo), por un representante del CONCYTEC y otro del sector industrial (SNI, ADEX, CONFIEP, etc.); será administrado por un investigador de amplia experiencia, que también será miembro del directorio.

Tomando en cuenta las características del desarrollo actual de la CM en el país y considerando los temas de interés nacional así como el desarrollo científico descentralizado, se generarían cuatro centros:

- a. Centro Regional Norte de Materiales (Trujillo), cuya actividad prioritaria sería la metalurgia física.
- b. Centro Regional Oriente de Materiales (Pucallpa), cuya actividad prioritaria sería la madera.
- c. Centro Regional Sur de Materiales (Arequipa), cuya actividad prioritaria serían los materiales compuestos y cerámicos.
- d. Centro Nacional de Materiales (Lima), cuyas actividades prioritarias serían los nuevos materiales, materiales arqueológicos y materiales para la industria textil.

Las actividades mencionadas para cada centro son las prioritarias, pero esto no implicaría que proyectos bien justificados de otras áreas no pudieran desarrollarse.

Estos centros contarían con un equipamiento moderno apropiado para las tareas de investigación y de servicios tecnológicos según las prioridades establecidas. El CONCYTEC ha elaborado el presente año un modelo de propuesta para el establecimiento de un Centro Nacional de Materiales, documento que puede servir de base para la elaboración de los centros arriba mencionados.

Para que estos centros cumplan sus fines, es fundamental que se establezca compromisos con las universidades involucradas en términos, entre otros, como los siguientes:

- El docente universitario admitido como investigador del centro debe mantener con la universidad el vínculo laboral con una carga académica reducida (a lo más un curso por semestre).
- Los trabajos de tesis y cursos de capacitación en el centro sean automáticamente validados por las universidades comprometidas.
- Los trabajos publicados y las patentes serán propiedad del centro y de la universidad de procedencia del investigador.

La creación de estos centros puede ser secuencial, iniciándose con el Centro Nacional de Materiales en Lima, dada la mayor actividad en CM en esta zona (primer préstamo),

prosiguiéndose paulatinamente en las otras regiones (con los préstamos sucesivos). El IPEN es la Institución que actualmente ofrece las mejores condiciones para que dentro de ella se desarrolle este centro.

La generación de estos centros tiene que estar en coordinación y debe ser complementaria con otros proyectos sobre desarrollo tecnológico; por ejemplo, existe el proyecto en ejecución CITEmadera (Centro de Innovación Tecnológica de la Madera) del Ministerio de la Producción a fin de mejorar la cadena productiva de la extracción y transformación de la madera. Este proyecto se está ejecutando con la cooperación española y tiene fundamentalmente el objetivo de estandarizar la calidad de los productos de la madera y la capacitación consiguiente; el Centro de Materiales Oriente tiene que ser complementario a este CITE cuya labor sea, por ejemplo, la investigación sobre aspectos estructurales y propiedades de la enorme cantidad de especies (2 500) con que cuenta la Amazonía peruana a fin de caracterizarlas y clasificarlas según sus usos potenciales. De igual modo se está iniciando un CITE-Metalurgia con el cual hay que establecer las coordinaciones pertinentes a fin de definir actividades complementarias.

## 6.2 JERARQUIZACIÓN DE ÁREAS PRIORITARIAS

Actualmente en las principales universidades que tienen grupos incipientes de investigación se hacen trabajos que podríamos catalogar de "*materiales funcionales*" (materiales para catálisis, celdas de combustible, celdas fotovoltaicas, sensores de gas, electrocrómicos, baterías, superconductividad, etc.). Son "*investigaciones libres*" que surgieron por decisión propia de los investigadores influenciados por el desarrollo científico internacional, sin tomar en cuenta las necesidades más urgentes del país. Aunque estas actividades no necesariamente obedecen a una demanda de prioridades del mercado local, son actividades que permiten entrenar a los recursos humanos al más alto nivel y permiten sintonizarnos con el mundo científico a nivel internacional. Estas actividades hay que protegerlas y darles su propio espacio. De igual forma, el estudio de los *materiales arqueológicos* es de necesidad por las características peculiares del país, que es depositario de una de las culturas más importantes de este continente. Hay problemas de conservación de restos, desconocimiento de las tecnologías empleadas por nuestros antepasados y que son aún asombro del mundo moderno, etc. Proyectos en este sentido también deben ser considerados, porque finalmente los aportes científicos en esta dirección se traducirán en dar valor agregado a nuestra industria del turismo.

Estas actividades son *factibles y viables*; la mejor garantía de ello es que están en ejecución a pesar de los exiguos aportes locales para su sostenimiento, y mayormente están localizados en los centros universitarios e institutos. Existen alrededor de treinta investigadores involucrados en estas actividades, distribuidos en la UNI, PUCP, UNMSM e IPEN, sin contar con los tesisistas. Necesitan cooperaciones más horizontales con grupos consolidados extranjeros, principalmente latinoamericanos, a fin de dotarlos de mayores competencias, consolidarlos como grupos maduros de investigación y puedan contribuir a la cultura científica mundial con aportes en publicaciones científicas a nivel internacional.

Hay sectores del país que tienen enormes potencialidades en recursos naturales pero que en general son poco competitivos. Estas actividades están en una situación tal que más que una necesidad urgente de investigación científica, lo que se necesita es la incorporación

de innovación tecnológica, optimizando los procesos de la cadena productiva para dar valor agregado a los productos de exportación. Estos sectores son: *metalúrgico, maderero y productos textiles de camélidos*. Dado el divorcio total entre los sectores académicos y productivos, no será un proceso fácil gestar escenarios de comunicación a fin de definir proyectos que aporten a la mejora de la cadena productiva. Pero se tiene que "catalizar" esta posibilidad a través de proyectos de mediana y pequeña envergadura orientados principalmente a la innovación. Para este logro se puede establecer varias vías, algunas de las cuales podríamos esbozar:

1. Apoyo y promoción de proyectos "libres" multidisciplinarios en las áreas mencionadas que pudieran surgir de la colaboración entre los sectores involucrados: las universidades, los institutos y las empresas.
2. Apoyo a proyectos que se elaboren a partir de la coordinación entre los CITE (Centros de Innovación Tecnológica) del Ministerio de la Producción con las universidades e institutos. Los CITE son la interfase apropiada entre los sectores académicos y productivos. Actualmente existen los CITE maderera, CITE cueros, CITE episco, CITE tejidos, y está por formarse el CITE metalurgia.
3. Apoyo y promoción de pasantías de académicos (3-5 meses) en los centros productivos de los sectores mencionados, con el objetivo básico de identificar problemas y elaborar proyectos de interés mutuo.
4. Apoyo y promoción de pasantías de profesionales del sector productivo en los centros académicos e institutos en programas de capacitación y actualización, contribuyendo a la posibilidad de identificar proyectos conjuntos.
5. Creación del Centro Nacional de Materiales para realizar, entre otras actividades, servicios de análisis y caracterización de materiales según demanda del sector productivo. A partir de estas experiencias es posible la identificación de problemas y la definición de proyectos. Esta experiencia es necesaria para poder extenderla a los Centros Regionales en préstamos futuros e ir descentralizando las actividades científicas en el país en cuanto a CM se refiere.

Estas actividades son factibles si se establecen vías de comunicación y coordinación entre los sectores académicos y asociaciones empresariales que representen a los sectores mencionados como IPAC (Instituto Peruano de la Alpaca y los Camélidos), GEA (Grupo Empresarial Amazónico del Perú), o el Comité Metalmeccánico de ADEX (Asociación de Exportadores del Perú). De estas coordinaciones se pueden definir proyectos muy específicos con montos no mayores a los \$50 000, pero que pueden generar actividades científicas con aportes innovadores.

Es indudable que para garantizar el éxito de estos proyectos se necesitan recursos humanos y un lugar donde puedan desarrollarse; por ello la necesidad de contar con un Centro Nacional de Materiales que para una fase inicial sería el escenario de trabajo, para luego extender estas experiencias a nivel regional. Esto no quita que muchas de las actividades puedan realizarse dentro de las universidades e institutos o dentro de las mismas empresas, pero el centro garantizaría la factibilidad de hacer ensayos y análisis que requieran mayor sofisticación para los cuales los centros académicos y/o industriales tendrían mayores limitaciones.

En cuanto a la formación de los recursos humanos para estas áreas específicas, en una etapa inicial más que fomentar maestrías y doctorados se debe fomentar tesis profesionales y programas de segunda especialización profesional. En la medida que estos programas se vayan extendiendo podrían iniciarse programas de maestría y doctorado para el mediano plazo; con este objetivo podría iniciarse un programa de envío de estudiantes al extranjero para especialización en estas áreas de interés.

## 7. RESULTADOS ESPERADOS

- Informe del estado y nivel de desarrollo del área científica: *ver punto 2.*
- Matriz o similar, detallando la situación actual, las fortalezas y debilidades del sistema de investigación científica en el Perú: *ver punto 5.*
- Informe que presente y sustente las posibles estrategias de desarrollo de la investigación científica en el Perú: *ver punto 6.*

## 8. CONCLUSIONES

La investigación científica en el país en el campo de la Ciencia de los Materiales está aún en una fase incipiente. Tenemos grupos embrionarios con diferentes desarrollos relativos, estando los de mayor actividad en Lima, seguidos por los del Norte del país y muy incipientes en el Sur. En las otras regiones del país no hay prácticamente indicios de grupos en CM. Estos grupos se sostienen principalmente con fondos de la cooperación internacional, con los propios fondos de las universidades y del CONCYTEC.

La investigación en CM fundamentalmente la realizan físicos y químicos, y algunos ingenieros con doctorado en CM obtenidos fuera del país. Actualmente se cuenta con alrededor de cuarenta doctores que participan activamente en el desarrollo de la CM en el Perú. Existe sólo un doctorado consolidado en el país que tiene la modalidad "sandwich" y funciona fundamentalmente con el apoyo del Programa Internacional de Física de la Universidad de Uppsala en la Universidad Nacional de Ingeniería. Es un modelo que con mayor apoyo local puede permitir la formación eficiente de recursos humanos en el mediano plazo.

Las actividades en las diferentes regiones están relativamente diferenciadas: en el Norte metalurgia física, en el Sur refractarios y cerámicos, en Lima nuevos materiales y polímeros, aunque con niveles de desarrollo notoriamente diferentes; mientras en Lima hay capacidad para publicar en revistas de primer nivel, en el Sur apenas hacen artículos locales. Es notorio que temas claramente importantes para el país no han sido temas de investigación en la CM, tal es el caso de la madera, los materiales arqueológicos y los materiales para la industria textil; con programas bien diseñados y con soporte financiero adecuado pueden desarrollarse programas serios de investigación en estos temas, con un beneficio importante a mediano plazo.

Las universidades y los institutos no son modelos óptimos para un desarrollo eficiente de la investigación en CM a mediano plazo. Las universidades públicas tienen administraciones paquidérmicas y muy politizadas, las universidades privadas (con honrosas excepciones) son muy rentistas, y los institutos son muy burocráticos y cerrados; de modo que una alternativa sería convocar proyectos de investigación por "licitación" señalando las líneas prioritarias a través de los Centros Regionales: Norte, Sur y Oriente, y Nacional en Lima.

Estos deben contar con una infraestructura física apropiada, equipamiento moderno y profesionales altamente entrenados como soportes de los proyectos de investigación. En estos centros se desarrollarán los trabajos de tesis a nivel de maestría y doctorado de los estudiantes de postgrado seleccionados de las universidades por medio de concursos abiertos. Estos centros deben contar con un directorio donde estén representadas las universidades, el CONCYTEC y la industria privada. Para el caso de la ciudad de Lima, el Centro Nacional de Materiales tendría mayores posibilidades de éxito si opera dentro de las instalaciones del IPEN.

## 9. RECOMENDACIONES

En el campo de la CM se sugiere desarrollar las siguientes acciones con el primer préstamo BID para CyT:

1. Una política necesaria para hacer sostenibles las capacidades de investigación diseñando un sistema para mejorar sustantivamente los niveles remunerativos de los investigadores y otorgar becas de estudio a los estudiantes de postgrado.
2. Reforzar el programa doctorado tipo cooperativo de la UNI, asignando mayores recursos e involucrando mayor número de estudiantes de postgrado.
3. Optimizar el postgrado en CM involucrando a aquellas universidades de mayor desarrollo relativo en las especialidades de Física y Química (UNI, UNMSM y PUCP). Para este objetivo se podría utilizar al IPEN como un Centro de Postgrado neutral en el cual se desarrollen los cursos integrados de la CM con los mejores profesores de cada universidad y eventualmente con la participación de profesores invitados extranjeros. Las universidades mantendrían sus postgrados con el compromiso de reconocer los cursos que tomen los alumnos en este centro. Esto optimizaría los recursos y garantizaría el nivel del postgrado.
4. Dada la carencia de equipamiento moderno, necesario para hacer competitiva las investigaciones en CM, y considerando al mismo tiempo la necesidad de optimizar costos y utilización eficiente, se necesita implementar en la primera etapa (primer préstamo) un Centro Nacional de Materiales que cuente con equipamiento de última generación basado en técnicas microscópicas y analíticas, y con profesionales especializados, que esté al servicio de los grupos de investigación y de la industria. Este centro debería ser ubicado en un lugar "neutral" a las tres grandes universidades UNI, UNMSM y PUCP, pero que al mismo tiempo no requiera de grandes inversiones en infraestructura física, a fin de optimizar los recursos para el equipamiento y funcionamiento. En ese sentido, el lugar más apropiado sería el Centro Nuclear de Huarangal (IPEN), cuyas instalaciones estarían a disposición del centro. Un punto importante a considerar es que la administración del centro la ejercería un directorio con representantes de la UNI, UNMSM, PUCP, IPEN, SNI (Sociedad Nacional de Industrias), ADEX (Asociación de Exportadores) y CONCYTEC; debe estar dirigido por un director especialista en el campo de la CM y con doctorado. En este centro también se alojarían grupos de investigación en áreas que se consideren de relevancia para el país y cuyos investigadores principales serían seleccionados mediante concurso público y evaluados cada tres años para determinar su continuidad según

desempeño. Un aspecto necesario e importante de estos grupos de investigación será el de involucrar tesis de maestría y doctorado de las diferentes universidades del país, seleccionados mediante concurso. Los salarios tanto para el personal científico, profesional y administrativo serán según el estándar internacional.

5. Considerando que a pesar de todas las dificultades existen semillas de investigación en CM en el país, como política general se tiene que seguir apoyando a estos grupos en las áreas que están desarrollando y que básicamente se circunscriben a las ciencias básicas con perspectiva aplicada a largo plazo. Estos están distribuidos en las universidades antes mencionadas. Sin embargo, a través de proyectos específicos, mediante concursos, se tiene que estimular para que el sector académico y el empresarial realicen conjuntamente trabajos en campos prioritarios para el país: materiales metalúrgicos, madereros, arqueológicos y textiles. El Centro Nacional de Materiales sería el escenario apropiado para estimular este tipo de proyectos.
6. Dada la importancia para el país de desarrollar investigaciones en los sectores metalúrgicos, maderero, arqueológico y de textiles, es necesario comenzar con algunos proyectos muy específicos, no onerosos, pero que bien ejecutados podrían generar un gran impacto en el mediano plazo.

## ANEXOS

Datos obtenidos por información directa de las instituciones (publicaciones e informes internos, páginas web)

ANEXO 1: Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)

ANEXO 2: Universidad Nacional de Trujillo (UNT)

ANEXO 3: Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP)

ANEXO 4: Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM)

ANEXO 5: Universidad Nacional de San Agustín (UNSA)

ANEXO 6: Universidad Privada de Piura (UDEP)

ANEXO 7: Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)

ANEXO 8: Fichas de enlace

## ANEXO 1

### DATOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

a. Dirección

Av. Túpac Amaru 210, Rímac. Código Postal: Lima 25 – Perú,  
Central Telefónica: +51 1 4811070.  
Página Web:—www.uni.edu.pe.

b. Adscripción

La UNI es una institución educativa pública e independiente.

c. Carácter público o privado

La UNI es una institución de carácter público.

d. Descripción del perfil institucional, con especial atención en la existencia de planes estratégicos.

En 1876 se funda la Escuela Especial de Construcciones Civiles y de Minas del Perú, conocida tradicionalmente como Escuela de Ingenieros, la cual se convierte en la UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA (UNI) en 1955.

La UNI prepara arquitectos, físicos, matemáticos, químicos, estadísticos e ingenieros en las diversas especialidades.

La UNI posee once facultades:

1. Arquitectura, Urbanismo y Artes
2. Ciencias
3. Ingeniería Ambiental
4. Ingeniería Civil
5. Ingeniería Económica y Ciencias Sociales
6. Ingeniería Eléctrica y Electrónica
7. Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica
8. Ingeniería Industrial y de Sistemas
9. Ingeniería Mecánica
10. Ingeniería de Petróleo y Petroquímica
11. Ingeniería Química y Manufacturera

Luego de 5 años de estudio, el alumno culmina sus estudios y obtiene el grado de Bachiller en Ciencias con mención en la especialidad correspondiente. Presentando una tesis o llevando un curso de actualización de conocimientos y presentando una monografía, el bachiller puede obtener el título profesional correspondiente a su especialidad: Arquitecto, Licenciado (Facultad de Ciencias) o Ingeniero.

En sus 11 facultades, la UNI cuenta con especialidades:

Arquitectura  
Física  
Matemática

Química  
Ingeniería Física  
Ingeniería Sanitaria  
Ingeniería de Higiene y Seguridad Industrial  
Ingeniería Civil  
Ingeniería Económica  
Ingeniería Estadística  
Ingeniería Eléctrica  
Ingeniería Electrónica  
Ingeniería de Telecomunicaciones  
Ingeniería Geológica  
Ingeniería Metalúrgica  
Ingeniería de Minas  
Ingeniería Industrial  
Ingeniería de Sistemas  
Ingeniería Mecánica  
Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Ingeniería Naval  
Ingeniería Mecatrónica  
Ingeniería de Petróleo  
Ingeniería Petroquímica  
Ingeniería Química  
Ingeniería Textil

e. Plan estratégico

La UNI posee un "Plan de Trabajo de las Autoridades de la Universidad Nacional de Ingeniería para el período 1999-2004", el cual consta de 12 objetivos específicos:

1. Mejorar la calidad de educación en el antegrado
2. Impulsar el postgrado en la UNI, a través de:
  - Reglamento académico de responsabilidades de docentes y alumnos.
  - Planes de estudios en concordancia con las necesidades del país.
  - Modernización de la infraestructura universitaria.
  - Implementar el Fondo Postgrado, que permite:
    - \* Los estudios de postgrado de los docentes y de los mejores egresados.
    - \* Enviar a profesores al exterior, para asistir a congresos y cursos de capacitación.
    - \* Convenios con otras universidades para que la UNI otorgue el Grado de Doctor.
  - Crear el Centro de Capacitación Continua para el dictado de cursos profesionales, en Lima como en provincias, priorizando la capacitación de docentes y funcionarios.
3. Impulsar la investigación y el desarrollo tecnológico a través de:
  - Elaborar una política de investigación que tenga como meta que nuestra universidad se constituya en centro de investigación y desarrollo tecnológico de las industrias pequeñas y medianas.
  - Asignar mayores presupuestos para la investigación.
  - Crear centros de investigación multidisciplinarios.

- Implementar un programa de incentivos a los profesores que se dedican a la investigación, a la producción intelectual, y muestran especial dedicación a la enseñanza.
- 4. Crear la Dirección de Cultura, que impulse la cultura en la UNI.
- 5. Crear la Dirección de Deporte y Recreación que impulse el deporte y la recreación en la UNI.
- 6. Impulsar la creación de la Asociación de Egresados, por Facultad y a nivel central.
- 7. Crear la Oficina de Imagen Institucional, que proyecte a la UNI a la comunidad nacional e internacional.
- 8. Realizar una evaluación interna y externa de la UNI, con la meta de lograr la acreditación de las Facultades de la UNI.
- 9. Promover un Programa de Calificación Académica de los profesores de la UNI.
- 10. Promover una alianza estratégica con instituciones nacionales e internacionales.
- 11. Modernizar la administración y organización de la UNI.
- 12. Financiamiento adecuado para alcanzar las metas trazadas. Para esto se requiere:
  - incrementar los ingresos presupuestarios provenientes de:
    - \* Tesoro Público.
    - \* Recursos propios (empresas de la UNI, consultorías, servicios, etc.).
    - \* Cooperación Técnica Internacional.
    - \* Aporte de la sociedad civil (donaciones, patronato, etc.).
  - Optimizar el uso de los ingresos presupuestales:
    - \* Priorización de actividades.
    - \* Eficiencia y eficacia en la ejecución.
    - \* Transparencia en la ejecución

#### f. Relaciones con el sector industrial

La UNI cuenta con laboratorios (30) y empresas (6) que brindan servicios a industrias y empresas en general. Existe una legislación mediante la cual todo laboratorio de la Universidad puede prestar servicios a empresas. Parte de los fondos recaudados quedan en la universidad.

#### g. Fondos destinados a la investigación

Los fondos que asigna el Estado y los que provee el CONCYTEC ascienden a 500 000 dólares anuales. El Estado asigna el 3,5 % del presupuesto total para tareas de investigación.

#### h. Recursos bibliográficos

Cada Facultad cuenta con una biblioteca donde prevalecen los textos de la especialidad o especialidades de la Facultad. Además, la Universidad cuenta con una Biblioteca Central.

El material bibliográfico está actualizado a nivel de textos y libros de cada especialidad, pero no cuenta con suscripción regular de revistas internacionales. La base de datos de cada biblioteca tiene diferentes niveles de desarrollo; la mejor dotada es la Biblioteca Central y le sigue la Biblioteca de la Facultad de Ciencias, que cuenta con un sistema actualizado de *Current Contents*. En general, el sistema bibliográfico necesita ser sustantivamente mejorado a pesar de los esfuerzos que durante los últimos años ha realizado la UNI con sus propios recursos.

i. Recursos computacionales y conectividad

La UNI cuenta con una red de computadoras que conecta a todas las Facultades y oficinas de la Universidad mediante fibra óptica, además de brindarles acceso a internet a profesores y alumnos. Existe una oficina encargada de la instalación y mantenimiento de la red UNI llamada CETEL.

2. GRUPOS DE INVESTIGACIÓN RELEVANTES A CM

2.1. Películas delgadas de óxidos de metales de transición para aplicaciones ópticas, eléctricas y fotocatalisis

*Objetivo:* aplicaciones a sensores de gas, celdas fotoelectroquímicas y sistemas fotocatalíticos para eliminar contaminantes orgánicos del agua. Se trabaja con óxido de estaño, cinc, níquel, tungsteno, titanio y hierro.

a. Integrantes del grupo

Nombre	Título	Grado de obtención	Institución
Walter Estrada	Físico	Ph.D.	UNI-Uppsala University Doctorado cooperativo
José Solís	Físico	Ph.D.	UNI-Uppsala University Doctorado cooperativo
Abel Gutarra	Físico	Ph.D.	UNI-Uppsala University Doctorado cooperativo
Mónica Gómez	Química	Ph.D.	UNI-Uppsala University Doctorado cooperativo
Juan Rodríguez	Físico	Ph.D.	UNI-Uppsala University Doctorado cooperativo

b. Personal en formación

Se cuenta actualmente con 15 tesis de las áreas de Física y Química.

c. Publicaciones en los últimos 5 años

Se cuenta con más de 30 publicaciones internacionales, 40 locales.

*Publicaciones internacionales*

1. J. Rodríguez, M. Gómez, G. A. Niklasson, S.-E. Lindquist, C.G. Granqvist  
Sputter-deposited Ti oxide films used for photoelectrocatalytic degradation of 4-chlorophenol, J Mater Sci, 36 (2001) 3699.
2. J.L. Solís, A. Hoel, V. Lantto, and C. G. Granqvist,  
Infrared spectroscopy study of electrochromic nanocrystalline tungsten oxide films made by reactive advanced gas deposition, Journal of Applied Physics, 89 (2001) 2727-2732.

3. J.L. Solís, S. Saukko, L. Kish, C. G. Granqvist, and V. Lantto, Semiconductor gas sensors based on nanostructured tungsten oxide, *Thin Solid Films*, 391 (2001) 255-260.
4. J.L. Solís, S. Saukko, L.B. Kish, C.G. Granqvist, and V. Lantto, Nanocrystalline tungsten-oxide thick films with high sensitivity to H<sub>2</sub>S at room temperature, *Sensors and Actuators B*, 77 (2001) 316-321.
5. J.L. Solís, L.B. Kish, R. Vajtai, C.G. Granqvist, J. Olsson, J. Schnürer, and V. Lantto, Identifying natural and artificial odors through noise analysis with a sampling-and-hold electronic nose, *Sensors and Actuators B*, 77 (2001) 312-315.
6. J.L. Solís, A. Hoel, L. Kish, C. G. Granqvist, S. Saukko and V. Lantto, Gas sensing properties of nanocrystalline WO<sub>3</sub> films made by advanced reactive gas deposition, *Journal of American Ceramic Society*, 84 (7) (2001) 1504-508.
7. R. Candal, J. Rodríguez, G. Colón, S. Gelover, E. Vigil Santos, A. Jimenez, *Materiales para Fotocatálisis y Electrofotocatálisis*, en *Eliminación de Contaminantes por Fotocatálisis Heterogénea*, <http://www.cnea.gov.ar/cyted/default.htm>, Cyted, Edited by M. A. Blesa, Mar del Plata, Argentina, 2001.
8. S. A. Bilmes, R. J. Candal, A. Arancibia, B. Loeb y J. Rodríguez *Fotocatálisis Asistida por Potencial*, en *Eliminación de Contaminantes por Fotocatálisis Heterogénea*, <http://www.cnea.gov.ar/cyted/default.htm>, Cyted, Edited by M. A. Blesa, Mar del Plata, Argentina, 2001.
9. H. D. Mansilla, C. Lizama, A. Gutarra y J. Rodríguez, *Tratamiento de Residuos Líquidos de la Industria Celulosa y Textil*, en *Eliminación de Contaminantes por Fotocatálisis Heterogénea*, <http://www.cnea.gov.ar/cyted/default.htm>, Cyted, Edited by M. A. Blesa, Mar del Plata, Argentina, 2001.

#### *Publicaciones Nacionales*

M. Gómez, J. Lu, E. Olsson, A. Hagfeldt, C.G. Granqvist, Células Solares con alta eficiencia basadas en películas delgadas de óxido de titanio nanocristalino sensibilizado, *Tecnía*, 11, 1 (2001)3

#### *d. Presentaciones en congreso en los últimos cinco años*

##### *Internacionales:*

1. *Bio-mimetic and Bio Inspired Materials Science: microbially made Ag-based films, and sputter deposited Ti oxide films*, C. G. Granqvist, E. Olsson, T. Klaus-Joerger, R. Joerger, M. Gómez and J. Rodríguez. Proceeding of the First International Symposium on Biomimetic Materials Processing BMMP1, Nagoya, Japan, 2001, 25.
2. *New Nanoparticles-Based Materials and Devices Prepared by Advance Gas Deposition, Reactive sputtering and Microorganisms*, C. G. Granqvist, M. M. Gómez, A. Hagfeldt, A. Hoel, R. Joerger, L.B. Kish, T. Klaus-Joerger, V. Lantto, J. Lu, E. Olsson, J. Rodríguez, S. Saukko, J. L. Solís, Proceeding of the International Symposium on Nanoparticles, Aerosols and Materials, Pusan, Korea, July 5-6, 2001
3. L.B. Kish, J.L. Solís, R. Vajtai, C.G. Granqvist, J. Olsson, J. Schnürer and V. Lantto, How can noise "smell" and remember that "smell": sampling-and-hold electronic nose, 16th International Conference on Noise in Physical Systems and 1/f Fluctuations, ICNF 2001, October 22-25, 2001, Gainesville, Florida, USA
4. P. Galarza, D. Maúrtua, J. Languasco, E. Sánchez, J. Rodríguez y W. Estrada. *Desinfección Fotocatalítica de Agua utilizando TiO<sub>2</sub> Bajo Irradiación Solar*. I Encontro

Sobre Aplicaões Ambientais de Processos Oxidativos Avancados, 08-10 Oct, 2001, Aguas de San Pedro, Brazil

Award to the Best Work presented on the Conference

Locales:

1. E. Gabriel, A. Gutarra y S. Ponce,  
Degradación de Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) por Fotocatálisis Heterogénea con TiO<sub>2</sub>/UV: Aplicación a Hidrocarburos Alifáticos, III Jornadas Científicas, Huancayo, Perú, 5-7 Set. 2001.
2. P. Galarza, E. Sánchez, D. Maúrtua, J. Languasco y J. Rodríguez,  
Purificación de Agua utilizando radiación Solar, III Jornadas Científicas, Huancayo, Perú, 5-7 Set. 2001.
3. P. Galarza, E. Sánchez, D. Maúrtua, J. Languasco y J. Rodríguez.  
Desinfección de agua utilizando TiO<sub>2</sub> bajo irradiación solar, Proceedings of the IX Simposio de Energía Solar y Seminario Internacional de Energías Renovables, Arequipa, Perú, 12-16 Nov. 2001.
4. M. Quintana, M. Gómez y J. Rodríguez.  
Caracterización Estructural, Morfológica y Fotoelectroquímica de Películas Nanoporosas de Óxido de Titanio para Aplicaciones fotovoltaicas, Proceedings of the IX Simposio de Energía Solar y Seminario Internacional de Energías Renovables, Arequipa, Perú, 12-16 Nov. 2001.  
Award to the Second Best Work presented on the Conference
5. E. Ricra, M. Gómez y J. Rodríguez.  
Películas de Óxido de Zinc Preparadas por Rociado Piroclítico para Aplicaciones Fotovoltaicas, Proceedings of the IX Simposio de Energía Solar y Seminario Internacional de Energías Renovables, Arequipa, Perú, 12-16 Nov. 2001.

*e. Proyectos de investigación y desarrollo desarrollados en los últimos cinco años*

Se han ejecutado 30 tesis de licenciatura, maestría y doctorado, basadas en los proyectos de investigación ejecutados. Se cuenta con tres proyectos actualmente en ejecución financiados por el IPPS (Universidad de Uppsala) y la Comunidad Europea. Estos proyectos tendrán una duración de tres años. Estos proyectos en conjunto sumarán aproximadamente 500 000 dólares, los cuales servirán para la adquisición de equipos y sostenimiento del doctorado cooperativo.:

1. Materials for energy and environmental applications
2. Metal oxides for solar cells applications
3. TiO<sub>2</sub> for photocatalytic applications

*f. Trabajos de tesis*

Tesis de Doctorado

Walter Estrada, Electrochromic dc-sputtered nickel-oxide-based films: optical, structural and electrochemical characterization, Facultad de Ciencias, UNI, Lima, Perú, August 1990.

Abel Gutarra, Electrochromism in titanium dioxide and titanium oxyfluoride thin films, Facultad de Ciencias, UNI, Lima, Perú, September 1997.

Jose Solís, Physical Characterization and Gas-Response studies of Stannous Tungstate, Facultad de Ciencias, UNI, Lima, Perú, September 1997.

Juan Rodríguez, Sputter Deposited Titanium Oxide Films for Photoelectrochemical Water Purification, Facultad de Ciencias, UNI, Lima, Perú, January, 2000.

Mónica Gómez, Photoelectrochemical and Physical Properties of Sputter Deposited Titanium Oxide Electrodes, Facultad de Ciencias, UNI, Lima, Perú, January, 2001.

Tesis de Maestría

Carmen Esteves, Investigación del electrocromismo del óxido de níquel, Facultad de Ciencias, UNI, Lima, Perú, January 1992

Abel Gutarra, Estudio de la influencia del freón ( $CF_4$ ) en el electrocromismo del dióxido de titanio ( $TiO_2$ ), Facultad de Ciencias, UNI, Lima, Perú, August 1994.

José Solís, Estudio de las propiedades como sensor de gas del  $a-SnWO_4$ , Facultad de Ciencias, UNI, Lima, Perú, February 1995.

Enrique Montoya, Estudio de las propiedades estructurales, ópticas y eléctricas de  $SnO_x:F$  obtenido de soluciones pirolíticas con alto contenido de flúor, Facultad de Ciencias, UNI, Lima, Perú, March 1996.

Juan Rodríguez, Fabricación y caracterización de películas delgadas de  $SiO_xN_y$  para aplicaciones de enfriamiento por radiación, Facultad de Ciencias, UNI, Lima, Perú, August 1996.

Francisco Paraguay, Fabricación de películas delgadas de ZnO y ZnO:In Caracterización Estructural y eléctrica, Facultad de Ciencias, UNI, Lima, Perú, August 1997.

Alcides López, Fabricación, Caracterización Microestructural y aplicación del  $SiO_xN_y$  Facultad de Ciencias, UNI, Lima, Perú, 1998

Mónica Gómez, Estudio de la Fotorrespuesta de las películas delgadas de Óxido de Titanio obtenidas por Sputtering, 1999.

Tesis de Licenciatura

Abel Gutarra, Obtención de las películas delgadas de dióxido de estaño y su caracterización óptica, eléctrica y estructural, Facultad de Ciencias, UNI, Lima, Perú, August 1990.

José Solís, Investigación de las películas delgadas de  $SnO_x$  como sensores de gas, Facultad de Ciencias, UNI, Lima, Perú, August 1992.

Francisco Paraguay, Obtención de películas delgadas de óxido de zinc: caracterización estructural y óptica, Facultad de Ciencias, UNI, Lima, Perú, June 1993.

Reynaldo Reyes, Óxido de tungsteno pirolítico: caracterización electroquímica y estructural, Facultad de Ciencias, UNI, Lima, Perú, November 1993.

Juan Rodríguez, Construcción de un elipsómetro de analizador rotante, Facultad de Ciencias, UNI, Lima, Perú, January 1994.

Circe Rondinel, Diseño y construcción de un sistema automático de control de temperatura. Facultad de Ciencias, UNI, Lima, Perú, December 1994.

Marcelo Castillejo, Detección cualitativa de  $\text{CO}_2$  y  $\text{O}_2$  con películas delgadas de  $\text{SnO}_2$ . Facultad de Ciencias, UNI, Lima, Perú, December 1994.

Ciro Carhuancho, Interfaz electrónica de un potenciómetro, diseño y construcción. Facultad de Ciencias, UNI, Lima, Perú, December 1994.

Percy Cañote, Caracterización estructural y electrocrómica del  $\text{V}_2\text{O}_5$  obtenida por rociado pirolítico. Facultad de Ciencias, UNI, March 1995.

Alcides López, Principios y aplicaciones del microscopio electrónico de transmisión. Facultad de Ciencias, UNI, Lima, Perú, August 1995.

Mónica Gómez, Estudio electrocrómico, estructural y morfológico de las películas delgadas de óxido de níquel preparadas por la técnica de spray pyrolysis, Facultad de Ciencias, UNI, Lima, Perú, November 1995.

Fernando Camino, Diseño y construcción de un microscopio por efecto túnel, Facultad de Ciencias, UNI, Lima, Perú, August 1996.

Fernando Huamán, Detección de Vapor de Etanol Mediante Recubrimientos Porosos de Dióxido de Estaño, Facultad de Ciencias, UNI, Lima, Perú, April 1998.

Héctor Bedón, Estudio de los Efectos del Flúor en las Propiedades Estructurales y Electricas del  $\text{SnO}_2$ , Facultad de Ciencias, UNI, Lima, Perú, April 1998.

Ángela Medina, Síntesis y Caracterización de Películas de Óxido de Tungsteno con Adición de Fósforo y Estaño. Aplicación como materiales Electrocrómicos, Facultad de Ciencias, UNI, Lima, Perú, August 1998.

Julio Morales, Estudio de las Películas de  $\text{ZnO:X}$  como detector de vapor de Etanol, Facultad de Ciencias, UNI, Lima, Perú, April 2000.

Luis Reyes, Estudio del Mecanismo de Detección de Gases en los Recubrimientos de Dióxido de Estaño Sinterizado, Facultad de Ciencias, UNI, Lima, Perú, August 2000.

Aída Torres, Síntesis Sol-Gel de Nanopartículas de Dióxido de Titanio: Caracterización y Aplicaciones, Facultad de Ciencias, UNI, Lima, Perú, January 2001.

Yuri Zenitagoya, Síntesis de Sales de Hierro (III) vía el Proceso Sol-Gel para la Fabricación de Películas Delgadas Electrocrómicas de Óxido de Hierro, Facultad de Ciencias, UNI, Lima, Perú, August, January 2001.

Rosario López, Fotodecoloración de un Azo colorante mediante el proceso UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, Facultad de Ciencias, UNI, Lima, Perú, February 2001.

*g. Patentes obtenidas en los últimos 5 años*

No se obtuvieron patentes en los últimos 5 años.

*b. Laboratorios y equipamiento*

Los laboratorios están situados en las instalaciones de la Facultad de Ciencias de la UNI y se dará una lista al final del ítem 2 con los equipos usados por los grupos de investigación relevantes a CM.

*i. Recursos computacionales y conectividad*

Se usa la red de la UNI para acceder a internet.

*j. Financiamiento*

Existe cooperación con la Universidad de Uppsala (Suecia), Universidad de Oulu (Finlandia), UNAM (México), UNICAMP (Brasil). La mayor fuente financiera es la que provee el IPPS de la Universidad de Uppsala. También se ha recibido apoyo de la comunidad europea, la OEA y el USAID. Ver detalles en el apéndice 1 y del Informe. Para sus actividades, contando con los fondos locales y la cooperación internacional, aproximadamente en los últimos 10 años el grupo ha recibido 700 000 dólares.

## 2.2. Películas delgadas para producir recubrimientos duros

*Objetivo:* aplicaciones de recubrimientos para endurecer superficies y evitar el desgaste mecánico.

*a) Integrante*

Nombre	Título	Grado de obtención	Institución
Arturo Talledo	Físico	Ph.D.	UNI-Uppsala University Doctorado Cooperativo

*b) Personal en formación.*

Cuenta con 2 tesis de Licenciatura, y han sustentado sus tesis tres estudiantes.

*c) Publicaciones en los últimos 5 años*

Cuenta en total con unas diez publicaciones entre internacionales y locales, y unas cinco tesis de licenciatura.

*d) Presentaciones en congresos últimos 5 años*

No se reportan.

e) *Proyectos de investigación y desarrollo desarrollados en los últimos 5 años*

- Recubrimientos duros para herramientas de corte utilizando la técnica de sputtering.
- Electrochromismo del penta-óxido de vanadio.

f) *Patentes obtenidas en los últimos 5 años*

No se reportan.

g) *Laboratorios y equipamiento*

Los laboratorios están situados en las instalaciones de la Facultad de Ciencias de la UNI y se dará una lista al final del ítem 2 con los equipos usados por los grupos de investigación relevantes a CM.

h) *Recursos computacionales y conectividad*

Usa las instalaciones de la UNI.

i) *Financiamiento*

Usa los recursos de la Facultad de Ciencias, UNI, con un monto aproximado de 2 000 dólares anuales y un "grant" de la Volkswagen (Alemania) por un monto aproximado de 30 000 dólares.

### 2.3 Estudio de materiales para aplicaciones arqueológicas y de datación

Cuenta actualmente con tres tesis de licenciatura y maestría.

a) *Responsable*

Nombre	Título	Grado de obtención	Institución
Susana Petrik	Física	Ph.D	Universidad Federal de Río de Janeiro

Cuenta con dos estudiantes, uno de maestría y otro de licenciatura. La fuente financiera es básicamente la que le proporciona la UNI.

b) *Equipos utilizados por los grupos (todos en funcionamiento)*

1. Microscopios electrónicos de barrido (1) y de transmisión (2)
2. Difractómetro de rayos-x
3. Equipo de alto vacío para fabricar películas por sputtering
4. Espectrómetro infrarrojo por transformada de Fourier
5. Espectrofotómetros ópticos
6. Refractómetro óptico
7. Equipo de termoluminiscencia
8. Sistema para producir películas por spray pyrolysis y sol-gel
9. Balanzas electrónicas
10. Hornos de temperatura controlada
11. Sistema óptico para análisis de eficiencia cuántica de sistemas fotónicos
12. Amplificador Lock-in

El costo de los equipamientos asciende aproximadamente a 500 000 dólares.

### 3. ACTIVIDADES DE POSTGRADO

#### a) Descripción del Programa

En la Facultad de Ciencias se desarrollan los siguientes programas en el postgrado:

Maestría en:

Física

Física médica

Química

Matemática aplicada

Ingeniería aeronáutica

Segunda especialización en:

Energía solar.

Doctorado en:

Física

Matemática

Química (en gestación, se espera que en dos años esté consolidado)

De estos, los programas de Física y Química tienen relación con ciencia de los materiales debido a que los alumnos deben realizar investigación en los grupos de investigación de la Facultad de Ciencias, y en estos predominan investigaciones en la física y química de los materiales.

#### b) Planta profesoral para el doctorado en Física

- Estrada, Walter; Doctor, UNI, 1990.
- Talledo, Arturo; Doctor, UNI, 1992.
- Solís, José; Doctor, UNI, 1997.
- Gutarra, Abel; Doctor, UNI, 1998.
- Rodríguez Juan; Doctor, UNI, 1999.
- Gómez Mónica; Doctor, UNI, 2000.
- Angulo Jorge, Doctor, Lovaina University, Bélgica, 1980.
- Aliaga, Domingo; Doctor de Estado, Universidad Louis Pasteur, Strasburgo, Francia. 1980.
- Asmat, Humberto; Doctor de 3er. Ciclo, Universidad Joseph Fourier, Grenoble, Francia, 1976.
- Bernui, Armando; Doctor, SISSA, Trieste, Italia. 1991.
- Horn, Manfred; Ph.D., Universidad de Columbia Británica, Vancouver, Canadá, 1971.
- López, Ernesto; Doctor 3er. Ciclo, Universidad Joseph Fourier, Grenoble, Francia, 1971.
- Loro, Héctor; Doctor, España, 1997.
- Montoya, Modesto; Doctor de Estado, Universidad de París XI, Orsay, Francia, 1981.
- Pereyra, Orlando; Doctor, Brasil, 1998.
- Sánchez, Heriberto, Doctor, Rer. Nat., Universidad de Heidelberg, Alemania. 1986.
- Valera, Aníbal; Doctor. Rer. Nat., Universidad de Stuttgart, Alemania. 1979.

c) Rendimiento del programa en los últimos 5 años

Cinco doctorados y ocho maestrías.

d) Financiamiento del programa, becas y bolsa de estudio

El programa se financia con los recursos de la UNI, el IPPS (doctorados), y no hay becas regulares para los estudiantes, sólo las que brinda el IPPS cuando los estudiantes hacen sus estadías en la Universidad de Uppsala.

e) Cooperación con centros internacionales

El Programa Doctoral en Física establece un doctorado cooperativo, con la ayuda de instituciones cooperantes de Suecia, México, Brasil y Argentina.

El doctorado cooperativo prevé la realización del Programa Doctoral en dos ambientes: el de la Universidad, bajo la dirección de un consejero local usando todos los recursos disponibles, y el de una universidad cooperante, bajo la dirección de un consejero cooperante, usando los recursos de los que no disponemos localmente.

Por otro lado, el doctorado cooperativo debe cumplir todos los requerimientos de la Ley Universitaria y del Estatuto (ver Art. 240°); en particular, el otorgamiento del grado de doctor requiere tener previamente el grado de maestro y haber concluido el Programa de Doctorado de una duración mínima de cuatro años y que incluye, como parte central, "un trabajo de investigación original, crítico y de elevado nivel científico sobre un problema complejo de la realidad nacional". Además debe tomar 15 créditos adicionales a los de la maestría como cursos de doctorado.

## ANEXO 2

### 1. DATOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

a. Dirección

Ciudad de Trujillo, Departamento de La Libertad

Página Web: [www.unitru.edu.pe](http://www.unitru.edu.pe).

b. Adscripción

La UNT es una institución educativa pública e independiente.

c. Carácter público o privado

La UNT es una institución de carácter público.

d. Descripción del perfil institucional, con especial atención en la existencia de planes estratégicos

### 2. PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIA DE LOS MATERIALES

Este programa es conducido por docentes especializados en CM, principalmente del departamento de Física y algunos de Ingeniería Metalúrgica que se han especializado en el extranjero (Suecia, Argentina y Polonia).

El programa empezó a funcionar en 1996. Los docentes de la UNT que se han graduado hasta la fecha son los siguientes:

Luis Angelats

Ismael Purizaga

Nolberto Ñique

Hernán Alvarado

Víctor Alcántara

Juan Sánchez

Patricia Carranza

Nelson Farro

### 3. CUADRO DOCENTE

#### 3.1 Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas

En el Departamento de Física existe un grupo de investigación conformado por los siguientes docentes:

Sixto Prado

Doctorado en Argentina

Pablo Aguilar

Doctorado en Suecia

Pedro de La Cruz

Doctorado en Suecia

Arístides Távara

Doctorado en Argentina

Elvar Quezada

Maestría en Argentina

Wílder Aguilar

Estudios de doctorado en Argentina

Luis Angelats	Maestría en la UNT
Segundo Jáuregui	Maestría en la UNT
Oswaldo Sánchez	Entrenamiento en Argentina

### 3.2 Departamento de Metalurgia y de Ingeniería de Materiales de la Facultad de Ingeniería

Los docentes que se han graduado en el extranjero y en la UNT son:

Donato Cárdenas	Maestría en Polonia
Nilthon Zavaleta	Maestría en Argentina
Jorge Vera	Maestría en Argentina

## 4. EQUIPAMIENTO RELEVANTE PARA CM

Equipos disponibles en funcionamiento
<i>Máquinas de pruebas de tensión, Amsler, 10 ton</i>
<i>Potentiostato y Galvanostato</i>
<i>Probador de dureza Rockwell, Phase II, made in China</i>
<i>Probador de microdureza, Micromet 2003, Buehler</i>
<i>Microsonda de analizador de rayos-X, ARL (USA)</i>
<i>Microscopio electrónico de barrido, Jeol P-15 (fixing stage)</i>
<i>Microscopio electrónico de barrido, Jeol SM-25 (instalation stage)</i>
<i>Equipo para Metalografía (varios),</i>
<i>Máquina probadora de fatiga plana, Volvo (Suecia)</i>
<i>Maquina para fatiga de tres puntos de flexión, Intema- Mar del Plata</i>
<i>Microscopio óptico, Neophot 21, Carl Zeiss</i>
<i>Microscopio óptico, Metaval, Carl Zeiss</i>
<i>Horno Mufla, Brasimet</i>
<i>Hornò Mufla, Memmert, UM 300</i>
<i>Microscopio Stereo, Hertel &amp; Reuss</i>
<i>Microscopio Stereo, Leica Zoom 2000</i>
<i>Balanza analítica, Explorer, Ohaus Corporation</i>
<i>Máquina de torsión, Cumbre</i>
<i>Balanza industrial de precisión</i>
<i>Benhtop Multimeter Básico</i>
<i>Máquina para corrosión por desgaste</i>
<i>Cámara de sprayado</i>

### ANEXO 3

#### 1. DATOS DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

##### a) Direcciones de contacto

Pontificia Universidad Católica del Perú

Av. Universitaria, Cuadra 18 s/n, San Miguel, Lima 32 - Apartado 1761, Perú

Teléfonos: (51-1) 4602870, Fax: (51-1) 4633773

Página web: [www.pucp.edu.pe](http://www.pucp.edu.pe)

##### b) Adscripción

Es una institución educativa independiente, miembro de la Asamblea Nacional de Rectores.

##### c) Carácter de la institución

La PUCP es una institución de carácter privado, donde el 60% de sus actividades es financiado por aporte directo de la pensión de los alumnos.

##### d) Descripción del perfil institucional y planes estratégicos

La PUCP cuenta con las siguientes carreras de pregrado:

- Administración
- Antropología
- Arqueología
- Arquitectura
- Artes escénicas
- Bibliotecología y ciencia de la información
- Comunicación audiovisual
- Comunicación para el desarrollo
- Contabilidad
- Derecho
- Diseño gráfico
- Diseño industrial
- Economía
- Educación artística<sup>(1) (2)</sup>
- Educación inicial
- Educación para el desarrollo<sup>(2)</sup>
- Educación primaria
- Educación secundaria en filosofía y ciencias sociales<sup>(2)</sup>
- Educación secundaria en francés
- Educación secundaria en historia y geografía<sup>(2)</sup>
- Educación secundaria en inglés<sup>(2)</sup>
- Educación secundaria en lengua y literatura<sup>(2)</sup>
- Educación secundaria en matemáticas<sup>(2)</sup>
- Escultura
- Filosofía
- Física
- Geografía

- Grabado
- Historia
- Ingeniería civil
- Ingeniería de las telecomunicaciones
- Ingeniería de minas
- Ingeniería electrónica
- Ingeniería industrial
- Ingeniería informática
- Ingeniería mecánica
- Lingüística hispánica
- Lingüística y literatura
- Literatura hispánica
- Matemáticas
- Periodismo
- Pintura
- Psicología
- Psicología clínica
- Psicología educacional
- Psicología social
- Publicidad
- Química
- Sociología
- Trabajo social<sup>(4)</sup>

(1) La Facultad de Arte otorga el grado académico de Bachiller, y la Facultad de Educación el título profesional de Licenciado en Educación Secundaria con especialidad en Educación Artística.

(2) La admisión a los estudios conducentes a la obtención de Licenciado en Educación Secundaria en cualquiera de sus especialidades, así como los estudios conducentes al título de Licenciado en Educación para el Desarrollo, han sido suspendidos temporalmente.

(3) Los estudios conducentes a la obtención del título de Licenciado en Educación Secundaria con especialidad en Física y Química y con especialidad en Teología, han sido suspendidos temporalmente.

(4) Se discontinúa a partir del semestre 2003-1.

La PUCP cuenta con un plan estratégico.

#### e) Plan estratégico

*Formación integral en tiempos de cambio* es el corolario de un proceso que ha durado dos años y medio y en el que han participado más de doscientos miembros de la comunidad universitaria, entre los que se encuentran todas las autoridades, ciento dieciocho profesores y jefes de práctica, cuarenta estudiantes y cuarenta y cuatro administrativos de todas las unidades de la Universidad. Además, se contó con la participación de ocho invitados especiales.

Se trata de un plan basado en información relevante de la Universidad y cuya característica fundamental es una mirada prospectiva de la institución a mediano y largo plazo, que le permita responder eficazmente a los desafíos actuales de la educación superior. Con ello, aspira llevar a cabo un proceso de implementación de los cambios necesarios, que facilite la consolidación de mecanismos de control permanente de la calidad.

Como primer paso se realizó un taller de diagnóstico de la institución en el que se llevó a cabo un análisis del entorno externo y del medio interno de la Universidad, identificándose

sus fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas. La labor reflexiva en torno a la institución permitió identificar los componentes y características que guiarán su desarrollo en los próximos diez años, quedando así sentadas las bases para la redefinición de la misión y la visión de nuestra institución.

En el documento técnico del plan estratégico se detallan los plazos, responsables y acciones para cada una de las metas. Se ha previsto, asimismo, el logro del 97% de las metas al 2005; el monitoreo y la evaluación de los resultados en los años siguientes, a fin de asegurar un proceso de planeamiento continuo y flexible.

#### Ejes estratégicos

Se han definido cuatro *ejes estratégicos* que constituyen los criterios que deben guiar las diferentes acciones que nuestra Universidad lleva a cabo: excelencia académica, interacción con el medio, internacionalización y eficiencia administrativa.

#### f) Relaciones con el sector industrial

La PUPC brinda los siguientes servicios a empresas e industrias:

##### Servicios por rubro

- Capacitación
- Control de calidad
- Corrosión y prevención de la corrosión
- Desarrollo de productos y automatización de procesos
- Diseño y reestructuración organizacional
- Ecología y medio ambiente
- Fabricación de bienes
- Formulación, evaluación y gestión de proyectos
- Ingeniería
- Marketing y desarrollo empresarial
- Organización y sistemas
- Productividad y calidad
- Programa de vacaciones recreativas
- Recursos humanos
- Servicios archivísticos
- Servicios de análisis físicos
- Servicios de análisis químicos especiales
- Servicios de análisis químicos inorgánicos y determinaciones físico-químicas
- Servicios de análisis químicos orgánicos
- Servicios informáticos

#### g) Fondos destinados a la investigación

Aproximadamente un millón de dólares anuales, contando fuentes locales y de la cooperación internacional.

#### h) Recursos bibliográficos

La PUCP cuenta con una Biblioteca Central y una biblioteca en cada una de sus Facultades. Es la institución que cuenta con mayores recursos bibliográficos en el país (ver Anexo 3E).

i) Recursos computacionales y conectividad

La PUCP cuenta con una red de computadoras que conecta a todas sus dependencias, y todas ellas poseen acceso a internet. Todo se organiza mediante la Oficina de Recursos Informáticos. Tanto estudiantes como profesores están conectados por intranet.

2. GRUPOS DE INVESTIGACIÓN RELEVANTES A CM

2.1. Grupo de adsorbentes y fotocatalisis

*Responsable:* Dra. Rosario Sun

*a) Integrantes del grupo*

Nombre	Título	Grado de obtención	Institución
Rosario Sun Kou	Química	Ph.D.	Universidad Complutense de Madrid
Magaly Vivas	Ingeniera	Tesista Estudiante de la Maestría en Química- PUCP	PUCP
Emilia Hermosa	Ingeniera	Tesista Egresada de la Maestría en Química- PUCP	PUCP
Carla Navas	Licenciada en Química	Tesista Egresada de la Maestría en Química- PUCP	PUPC
Jesús Montoya	Licenciado en Química	Tesista Egresado de la Maestría en Química- PUCP	PUPC
Jorge Sandoval	Licenciado en Química	Tesista Estudiante de la Maestría en Química- PUCP	PUPC

*b) Personal en formación*

Cuenta con cinco tesis de maestría

*c) Publicaciones en los últimos 5 años*

*Revistas internacionales*

1. Moreno, S.; Sun Kou, M.R.; Poncelet, G.  
"Influence of preparation variables on the Structural, Textural and Catalytic Properties of the Al Pillared Smectites".  
*Journal of Physical Chemical B*. 101, 1569-1578 (1997).
2. Sun Kou, M.R.; Mendioroz, S.; Guijarro, M.  
"A Thermal Study of Zr-pillared Montmorillonite"  
Revista: *Thermochimica Acta* 323, 145-157 (1998)

3. Moreno, S.; Sun Kou, M.R.; Molina, R.; Poncelet, G.  
"Al-, AlZr and Zr-Pillared montmorillonites and saponites: preparation characterization and catalytic activity in heptane hydroconversion".  
*Journal of Catalysis* 182, 174-185 (1999).
4. Cañizares, P.; Valverde, J.L.; Sun Kou, M.R.; Molina, C.B.  
"Synthesis and characterization of PILCs with single and mixed oxide pillars prepared from two different bentonites. A comparative study."  
*Microporous and Mesoporous Materials* 29, 267-281 (1999).
5. Valverde, J.L.; Cañizares, P.; Sun Kou, M.R.; Molina, C.B.  
"Enhanced Thermal Stability of Al- Pillared Smectites modified with Ce and La".  
*Clays and Clay Minerals* 48, 424-432 (2000).
6. Sun Kou, M.R.; Mendioroz, S; Muñoz, V.  
"Evaluation of the acidity of Pillared montmorillonites by pyridine adsorption".  
*Clays and Clay Minerals* 48, 528-536 (2000).
7. Sun Kou, M.R.  
"Procesos para el tratamiento de las aguas residuales en plantas galvánicas y metalúrgicas".  
Monografía: Catalizadores y Adsorbentes para la Protección Ambiental en la Región Iberoamericana, 2º Edición. ISBN: 84-931538-5-0, pág. 201-206 (2001).

*Revistas locales*

1. Sun Kou, M.R., Molina, C.B., Valverde Palomino, J.L., Cañizares Cañizares, P.  
Síntesis y caracterización de nuevos materiales: Arcillas modificadas con Pilares Mixtos."  
*Boletín de la Sociedad Química del Perú*. Vol. LXIV, N° 2, 98-108 (Junio 1998).
2. Aguilar, C., Sun Kou, M.R., Zapata, H., Carmona, C., Valderrama, L.  
"Influencia del carbón activado sobre la actividad catalítica del  $H_3PO_4/C$  en la esterificación del ácido acético con etanol".  
*Revista Tecnia*, Vol.8, N° 2, 17-22 (Diciembre 1998).
3. Sun Kou, M.R.  
"Modificación de arcillas naturales para su posterior uso como adsorbentes".  
*Revista de Química*. Vol. XIII, 7-21 (1999).
4. Sun Kou, M.R.  
"Arcillas pilareadas. Un nuevo tipo de material microporoso y sus aplicaciones en adsorción y catálisis".  
*Revista de Química*. Vol. XIV, N° 2, 177-189 (2000).
5. Sun Kou, M.R; Sandoval, J.; Terrones, C.  
"Adsorción de efluentes conteniendo cromo en torres empacadas con arcillas modificadas en flujo ascendente".  
*Boletín de la Sociedad Química*. Vol. LXVI, N° 4, 185-197 (2000).
6. Hernández, R; Rojas, J. Sun Kou, M.R.  
"Empleo de arcillas modificadas en el tratamiento de efluentes galvánicos".  
*Boletín de la Sociedad Química*. Vol. LXVII, N° 1, 22 - 32 (2001).

*d) Presentaciones en congresos en los últimos 5 años*

e) *Proyectos de investigación y desarrollo desarrollados en los últimos 5 años*

1997

*"Preparación de absorbentes a partir de arcillas naturales"*, realizado en la Pontificia Universidad Católica del Perú. Departamento de Ciencias. Sección Química. PERU. El objetivo fue realizar un estudio físico-químico de los diferentes tipos de arcillas peruanas, y de las arcillas seleccionadas realizar un estudio para evaluar sus propiedades adsorbentes en diversos compuestos orgánicos.

1998-2000

*"Eliminación de óxidos de nitrógeno NOx mediante reducción selectiva catalítica (SCR), utilizando hidrocarburos o mezclas de hidrocarburos (especialmente gas natural) como agentes reductores, empleando arcillas apiladas (PILC's) como catalizadores"*. Este trabajo se realizó en cooperación con la Universidad de Castilla, La Mancha. Facultad de Química. Departamento de Ingeniería Química. ESPAÑA, y la Sección Química, Departamento de Ciencias de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la PUCP, Perú.

Para este estudio se seleccionaron arcillas españolas y peruanas, las cuales fueron modificadas por la técnica de apilamiento con diferentes metales, y posteriormente probadas en la reacción SCR para la eliminación de los NOx causantes de la lluvia ácida.

*"Adsorción de cromo presente en efluentes de curtiembres utilizando columnas de adsorbentes (arcillas termoactivadas, pilareadas y carbón activado proveniente de la antracita) en flujo ascendente"*. En ejecución en la Pontificia Universidad Católica del Perú. Departamento de Ciencias. Sección Química. Perú. El objetivo es la retención del cromo, dado que este puede pasar fácilmente por oxidación de Cr(III) a Cr(VI), siendo esta última especie de alta toxicidad para el ecosistema. Con este fin se está trabajando en la preparación de diversos adsorbentes a base de materias primas nacionales: arcillas y carbón antracítico. Los ensayos se realizan en sistema *batch* y en continuo.

f) *Patentes obtenidas en los últimos 5 años*

No posee patentes en los últimos 5 años.

g) *Laboratorios y equipamiento*

Espectrofotómetro de absorción atómica

Espectrómetro FTIR

Espectrómetro UV-Visible

Equipo volumétrico para la determinación de área superficial de sólidos

Equipo para activación térmica de arcillas y de carbón.

Rotavapor

Cromatógrafo de gases

h) *Recursos computacionales y conectividad*

Los laboratorios se encuentran conectados por la red de la Universidad.

i) *Financiamiento*

Monto de financiamiento de los proyectos entre 5 000 y 3 500 dólares.

Fuente: Dirección Académica de Investigación (DAI) PUCP. (Recursos propios de la Universidad).

2.2. Grupo de polímeros I

Responsables: Dr. Javier Nakamatsu  
Dr. Fernando Torres

Equipamiento

- Espectrofotómetro infrarrojo con transformada de Fourier (FT-IR) con accesorios para reflexión total atenuada (ATR)
- Espectrofotómetro ultravioleta-visible (UV-Vis)
- Absorción atómica
- Cromatógrafo de gases (GC)
- Cromatógrafo líquido de alta performance (HPLC)
- Espectrofotómetro de resonancia magnética nuclear (RMN)\*\*\* (Próximo año)

Proyectos en desarrollo relacionados con la CM

- "Reciclaje Químico de Polietilentereftalato (PET)"
- "Matrices Poliméricas para Liberación Controlada de Sustancias Activas"
- "Modificación Superficial de Polímeros por Plasmas"

Publicaciones internacionales

- "Thermoreversible Gélation of Isotropic and Liquid Crystalline Solutions of a Sticky Rodlike Polymer". Sarah Schmidtke; Paul Russo; Javier Nakamatsu; Ebru Buyuktanir; Bilge Turfan; Elena Temyanko. *Macromolecules*, vol. 33, N°12, 4427-4432 (2000).
- "Ageing of Plasma-treated Poly(tetrafluoroethylene) Surfaces". Javier Nakamatsu; Luis F. Delgado-Aparicio; Rafael Da Silva; Felipe Soberón. *Journal of Adhesion Science and Technology*, vol.13, N°7, 753-761 (1999).
- "Modificación de Superficies de Polímeros con Plasma". Javier Nakamatsu; Luis Felipe Delgado-Aparicio. *Revista de Plásticos Modernos* (España), vol. 74, N°495, 262-268 (1997).
- "Monolayer Properties of a Fuzzy Rod Polymer: Poly(g-stearyl-a ,L-glutamate)" Daewon Sohn; Hyuk Yu; Javier Nakamatsu; Paul S. Russo; William H. Daly. *Journal of Polymer Science: Part B: Polymer Physics*, 34, 3025-3034 (1996).
- "Modificación de una Superficie de Politetrafluoroetileno con un Plasma de Aire". Luis Felipe Delgado-Aparicio; Javier Nakamatsu. *Revista de Química* (PUCP), vol. X, N°2, 165-176 (1996).

Locales

- "Síntesis y Caracterización de Esteres de Poliglutamato". Javier Nakamatsu; William H. Daly. *Revista de Química* (PUCP), vol. X, N°1, 9-22 (1996)
- "Biopolímeros: Quitina y Quitosana". Javier Macossay; Javier Nakamatsu; Rafael Da Silva. *Revista de Química* (PUCP), vol. XII, N°2, 43-52 (1998)

Financiamiento (local y externo)

- Lindbergh Foundation (USA)
- TWAS (Third World Academy of Sciences) (Italia)
- CONCYTEC (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - Perú)
- DAI-PUCP (Dirección Académica de Investigación - PUCP)

### 2.3 Grupo de polímeros II

Responsable: Dr. JUAN CARLOS RUEDA SÁNCHEZ

Profesor-investigador de la Dirección Académica de Investigación – PUCP.

Equipamiento

Se cuenta con los siguientes equipos estándar: bombas de vacío y de membrana, rotavapor, reactores de vidrio especiales, aparatos de vidrio comunes. Tenemos los equipos suficientes como para realizar síntesis de polímeros. Por otro lado, la sección química cuenta con espectrómetro de infrarrojo, espectrómetro ultravioleta, espectrofotómetro de absorción atómica, y dentro de poco se integrará un equipo de resonancia magnética nuclear de 250 MHz.

Proyectos en desarrollo en CM

*a) Síntesis de copolímeros graftizados e hidrogeles de tipo no iónico mediante el método del macromonómero*

Este proyecto se lleva a cabo en colaboración con el Prof. Oskar Nuyken del Departamento de Polímeros del Instituto de Química de la Universidad Tecnológica de Munich (Alemania). Es financiado tanto por el Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD) como por la Dirección Académica de Investigación (DAI) de la Universidad Católica.

*b) Síntesis de nuevos oolictrolitos de tipo catiónico*

Proyecto financiado por la DAI-PUCP. Se realiza en colaboración con el Prof. Oskar Nuyken de la Universidad Tecnológica de Munich (Alemania).

*c) Síntesis de hidrogeles, lipogeles y amfígeles mediante el método del prepolímero telechelico y el método del macroiniciador*

Proyecto financiado por la DAI-PUCP.

Publicaciones internacionales

1. Synthesis of New Hydrogels by Copolymerization of Polymethyl-oxazoline Telechelics and N-Vinylpyrrolidone, Juan C. Ruéda<sup>\*1</sup>, Harmut Komber<sup>2</sup>, Juan C. Cedrón<sup>3</sup>, Brigitte Voit<sup>2</sup> and Galina Shevtsova.<sup>3</sup>  
(submitted to Macromoleculare Chemistry and Physics, 2002)
2. Synthesis of New Polyoxazoline Gels by the "Macroinitiator" Method, Juan Rueda<sup>\*1</sup>, Raúl Suica<sup>2</sup>, Hartmut Komber<sup>3</sup> and Brigitte Voit.<sup>3</sup>  
(submitted to Macromoleculare Chemistry and Physics, 2002)
3. Synthesis of Amphiphilic Graft Copolymers with Poly(2-methyl-2-oxazoline) Side Chains and a Backbone Containing Chloromethylstyrene and Methyl Methacrylate.

Macromol. Rapid Comm. 22, 864-868, (2001).

Juan Rueda Sánchez, Mario Ceroni Galoso

4. Synthesis of Amphiphilic Graft Copolymers by Ring-opening Polymerization of 2-Methyl-2-oxazoline initiated by Poly (isobutene- co-(m,p) chloromethyl-styrene) Macroinitiators.

Macromol. Rapid Comm. 18, 125-131, (1997)

5. Hydrolysis and Subsequent Quaternization of Poly(isobutene - co-(m,p)-chloromethyl-styrene)-g-2-methyl-2-oxazoline) and Poly((m,p)chloromethyl-styrene-g-2-methyl-2-oxazoline).

Oskar Nuyken, Juan Rueda Sánchez, and Brigitte Voit (Garching-Germany).

J. Macromol. Sci. Part. A., A34 (7), 1261-1267 (1997).

6. Synthesis of Graft Copolymers by Ring-opening Polymerization of 2-Nonyl- and 2-Phenyl-2-oxazoline initiated by Macroinitiators containing Benzylchloride functions.

Oskar Nuyken, Juan Rueda Sánchez, and Brigitte Voit (Garching-Germany)

Polymer Bulletin 38, 657-664, (1997).

7. Polyfunctional Polyisobutylene as Building Blocks for Amphiphilic Graft Polymers".

Grassmüller M., Rueda-Sánchez J., Voit B., Nuyken O. (Garching-Germany).

Macromol. Symp., 127, 109-114 (1998).

#### Locales

1. "Polimerización de 2-Oxazolinas". *Revista de Química de la Universidad Católica del Perú*, volumen XIII, diciembre de 1999. Juan Carlos Rueda S.
2. "Métodos de Síntesis de Copolímeros en Bloque y Graftizados". *Revista de Química de la Universidad Católica del Perú*, volumen XIV, enero del 2000. Juan Carlos Rueda S.

#### Conferencias

1. "Métodos de Síntesis de Copolímeros en Bloque y Graftizados".  
First Peruvian Congress of Plastics, Fibers, Rubbers and Derivatives, Arequipa, Perú, August 1999.  
Juan Carlos Rueda S.
2. "Síntesis de Copolímeros Graftizados por el Método Grafting From".  
XXIV Latinamerican Congress of Chemistry, Lima, Perú, October 2000.  
Juan Carlos Rueda S. and Mario Ceroni G.
3. "Síntesis de Copolímeros Graftizados Anfifílicos".  
First Peruvian Congress of Material Science and Engineering, Arequipa, Perú, August 2000.

#### Patentes

Aplicación de patente de invención ante la oficina de Patentes de los Estados Unidos (Apl. Num. 10/000,885 (2002)) y el Indecopi (Perú) (000101.2000-DIN) a favor de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

#### Financiamiento

Contamos con financiamiento externo del Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD) por aprox. 12 000 dólares para el proyecto de investigación: *Síntesis de nuevos*

*polímeros graftizados e hidrogeles de tipo no iónico*, llevado a cabo en colaboración con el Prof. Oskar Nuyken, Universidad Tecnológica de Munich.

El financiamiento interno corresponde a la Dirección Académica de Investigación (DAI) de la Pontificia Universidad Católica del Perú y sirve para todos los proyectos que están en marcha. El monto es por un total de 4 000 dólares aproximadamente.

## 2.4 Grupo de corrosión

Responsables: M.Sc. Isabel Díaz Tang  
Dr. Santiago Flores

### Equipamiento

1. *Laboratorio de análisis químico e instrumental.* Equipos de absorción atómica: de llama, mediante generación de hidruros y horno de grafito; espectrofotómetros UV-Visible (en condiciones estacionarias y mediante inyección de flujo; espectrómetro de emisión de plasma inductivamente acoplado (ICP-OES), equipo de cromatografía líquida de alta precisión con detector conductimétrico (cromatógrafo iónico), etc.
2. *Laboratorio de electroquímica.* Potenciómetros, potencióstatos, multímetros, conductímetros, medidores de resistividad eléctrica; polarógrafo, equipo de voltametría cíclica, sistema de impedancia electroquímica, etc.
3. *Laboratorio de metalografía.* Equipos para determinar la microestructura de materiales metálicos (briqueteadora, mesa de desbaste, pulidora, estereomicroscopios y microscopio óptico).
4. *Laboratorio de pinturas.* Equipos para evaluar propiedades físicas y químicas de pinturas líquidas y sustratos pintados.
5. *Laboratorio de ensayos de corrosión acelerada.* Cámaras para ensayos de corrosión acelerada que simulan ambientes industrial, marino, rural, tropical y radiación UV.

### Proyectos en desarrollo

- Proyecto de investigación:  
"Formulación y comportamiento anticorrosivo de pinturas ecológicas para mantenimiento industrial (parte I): pinturas acrílicas base acuosa".  
Financiado por la DAI-PUCP.
- Proyecto de Investigación: "Estudio de la efectividad de un inhibidor de corrosión orgánico frente a la penetración de iones cloruro en concreto armado" (Proyecto Inhibidor 1)".  
Financiado por UNICON (Unión de Concreteras S.A.).
- Proyectos de investigación "Evaluación del efecto del cobre en la resistencia a la corrosión localizada de aceros superdúplex" y "Evaluación del efecto del cobre en la susceptibilidad a la corrosión intergranular de aceros superdúplex".  
Tesis del B.Sc. Alejandro de Bary Orihuela y del B.Sc. Jürgen Dienstmaier Patten respectivamente, para optar el título de Licenciatura en Química.  
Auspiciados por Creusot Loire Industries (Francia).

Publicaciones

Revistas internacionales

- S. Flores y E. Palma.  
"Estimación rápida de la corrosión atmosférica. La técnica alambre sobre tornillo".  
Mapa de España de la Corrosión Atmosférica  
(Ed. M. Morcillo), CYTED-D. Madrid (1993).
- M. Morcillo, S. Flores, S. Salas and M. Valencia.  
"An extremely low corrosion rate of steel on the atmosphere of Cuzco (Perú)".  
*Atmospheric Environment*, Vol. 27A, No. 13 (1993).
- S. Flores, J. Simancas and M. Morcillo.  
"Methods for sampling and analyzing soluble salts on steel surfaces:  
a comparative study".  
*Journal of Protective Coating & Lining*, Vol. 11, No. 3, March (1994).
- J.A. Gonzales, E. Ramírez, V. López and S. Flores.  
"The behaviour of anodized aluminum in sea and brackish water".  
*Plating and Surface Finishing*, October (1994).
- S. Flores y M. Morcillo.  
"El Pintado de Superficies de Zinc Contaminadas con Sales Solubles".  
*Pinturas y Acabados Industriales*  
Revista oficial en España de *European Coil Coating Association* y  
de la *Asociación Española de Técnicos y Pinturas Afines*.  
Nº 220, junio 1995, páginas 28-33.
- S. Flores y M. Morcillo.  
"Contenido de sales solubles en las capas de productos de corrosión atmosférica".  
Corrosión y Protección de Metales en las Atmósferas  
Iberoamericanas. Parte I- Mapas de Iberoamérica de Corrosividad  
Atmosférica (Proyecto MICAT, XV.1/CYTED).  
(Ed. M. Morcillo), CYTED-D. Madrid (1999).
- S. Flores and M. Morcillo.  
"Anticipated levels of soluble salts remaining on rusty steel prior to painting".  
*Surface Coatings International – JÓCCA, Journal of the Oil & Colour  
Chemists' Association*, Vol. 82, No. 1, January 1999.
- D. de la Fuente, S. Flores and M. Morcillo.  
"Deterioration of paint systems applied on zinc substrates contaminated with soluble  
salts". *Progress in Organic Coatings* 41 (2001), 183-191.

Locales

- Isabel Díaz, Dionisio Ugaz y Gerhard G. Wagner.  
Estudios de la susceptibilidad del acero inoxidable 1.4405 (DIN) frente a la corrosión  
intergranular mediante ensayos de reactivación potenciocinética electroquímica (EPR).  
*Boletín de la Sociedad Química del Perú*, Vol. LVII, Nº 3, Set. 1991.
- *Manual de Inspección, Evaluación y Diagnóstico de Corrosión de Estructuras de  
Hormigón Armado*.  
Red DURAR, Programa CYTED, 1997 (1ª Edición en español). Comité Editor: Carmen

Andrade, Isabel Díaz, Paulo Helene, Aleida Romero de Carruyo y Oladis Troconis de Rincón.

- *Diagnóstico y reparación de estructuras de concreto armado atacadas por corrosión.* Isabel Díaz, Gaby Quesada y Enrique Pasquel. Publicación del Capítulo Peruano del American Concrete Institute, Junio 2002 (1ª Edición).

Fuentes de financiamiento

1. Programa CYTED.
2. Programa FOAR (Fondo de Cooperación Técnica Horizontal de la República de Argentina).
3. Dirección Académica de Investigación de la PUCP.

### 3. ACTIVIDADES DE POSTGRADO

#### 3.1 Descripción del programa

La PUCP cuenta con los siguientes programas de postgrado relevantes en ciencias de los materiales:

- Maestría en Física (débil en proyectos sobre CM)
- Maestría en Química
- Este año entró en funcionamiento la Maestría en Ciencia de los Materiales

#### 3.2 Planta profesoral

Maestría en Ciencia de los Materiales:

Julio Acosta, Ing., Doctor en Ciencia de los Materiales, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.

Isabel Díaz Tang, Quím., Maestría en Química. PUCP, especialización en Corrosión y Prevención, Alemania.

Santiago Flores, Quím., Doctor en Ciencia de los Materiales, Univ. Complutense de Madrid.

Carlos Fosca, Ing., Doctor en Ciencia de los Materiales, Univ. Complutense de Madrid.

Carla Galli, Quím., Diplom-Chemiker, Heidelberg, Alemania.

Maynard Kong, Quím., Ph.D. en Química, New York University.

Roberto Lazarte, Ing., Maestría PUCP.

Paul Lean, Ing., Doctor en Ciencia de los Materiales, Univ. Complutense de Madrid.

Javier Nakamatsu, Quím., Ph.D. en Química, Louisiana State University.

Hans Nowak, Fís., Dr., Karlsruhe, Alemania.

Juan Carlos Rueda, Ing., Doctor en Ciencias Quím., Univ. Federal de Río, TU-Munich.

María del Rosario Sun, Ing., Doctor en Ciencias Químicas, Univ. Complutense de Madrid.

Fernando Torres, Ing., Ph.D. Univ. Manchester Inst. of science & Technology, Gran Bretaña.

Baldwin Olguín Guillermo, Maestro en Ciencias, Universidad de Guanajuato, México.

### 3.3 Rendimiento del programa en los últimos 5 años

Las maestrías de Física y Química tuvieron muy bajo rendimiento (promedio de dos graduados por año).

La maestría en CM es muy reciente para ser evaluada.

### 3.4 Financiamiento del programa, becas y bolsa de estudio

El financiamiento a los estudiantes está dado exclusivamente por el CONCYTEC.

### 3.5 Cooperación con centros internacionales

Ya fue especificada cuando se describió a los grupos.

## ANEXO 4

### 1. DATOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

#### a. Dirección

Av. Universitaria s/n, Cercado, Lima  
Central telefónica: +51 1 2420027  
Página Web: [www.unmsm.edu.pe](http://www.unmsm.edu.pe)

#### b. Adscripción

La UNMSM es una institución educativa pública e independiente.

#### c. Carácter público o privado

La UNMSM es una institución de carácter público.

#### d. Descripción del perfil institucional, con especial atención en la existencia de planes estratégicos

La Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Decana de América, fundada el 12 de mayo de 1551, marcó el inicio de la historia universitaria del continente. La Universidad inició funciones el 2 de enero de 1553 en la sala Capitular del Convento del Rosario de la Orden de los Dominicos, con la concurrencia de la Real Audiencia presidida por el licenciado Andrés Cianca y el enviado de la Corona D. Cosme Carrillo, primer miembro laico del cuerpo docente.

Durante la época virreinal las facultades fueron cinco. En el período republicano, hasta 1969, llegaron a diez. Al inaugurarse los estudios de la Universidad sus asignaturas iniciales correspondían a las facultades de Teología y Arte. Con la incorporación de graduados en Derecho aparece la Facultad de Cánones. Luego se crea la Facultad de Leyes. La Facultad de Medicina funcionó desde el siglo XVII. Con el Reglamento de Instrucción Pública de 1850 surgen dos facultades: Matemáticas y Ciencias Naturales, las cuales fueron unificadas en 1862 bajo el nombre de Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, posteriormente en 1876 toma el nombre de Facultad de Ciencias. En este año también se crea la Facultad de Ciencias Económicas y Comerciales. Es así como ya en el siglo XIX, San Marcos tenía seis facultades: Teología, Letras, Derecho, Medicina, Ciencias Políticas y Administrativas y la facultad de Ciencias.

En el presente siglo fueron organizadas cinco nuevas facultades, cuatro en el área de Ciencias: Farmacia y Bioquímica, Odontología, Medicina Veterinaria, Química y una en el área de humanidades: Educación. La de Teología adquirió un régimen distinto en 1935 y dejó de formar parte de San Marcos. En consecuencia, en 1969 sólo existían tres facultades que procedían de la época colonial: Letras y Ciencias Humanas (ex Facultad de Artes), Derecho (Leyes y Cánones) y Medicina. La Universidad Nacional Mayor de San Marcos es la única de América que presenta una continuidad ininterrumpida. Desde su inicio con el rector Fray Juan Bautista de la Roca hasta nuestros días, han guiado su destino 210 rectores.

La Universidad ha transitado, desde su fundación, por cinco diferentes locales: tres durante el siglo XVI, uno desde la segunda mitad del siglo XIX y posteriormente, en este

último siglo, en la Ciudad Universitaria. El primer local fue el Convento de Nuestra Señora del Rosario de la Orden de los Dominicos, el segundo local se situó casi a extramuros en la parte de San Marcelo, donde poco antes había funcionado el Convento de la Orden de San Agustín. En 1575 ocupó su tercer local, situado en la primitiva Plaza del Estanque, después llamada de la Inquisición, actual local del Congreso. Posteriormente se trasladó al local del antiguo Convictorio de San Carlos (Parque Universitario) durante el gobierno de Manuel Pardo, y finalmente, hoy en día, ocupa la Ciudad Universitaria ubicada entre la Avenida Venezuela y la Avenida Universitaria.

Facultades actuales:

Fac. Medicina Humana

Fac. Derecho y Ciencia Política

Fac. Letras y Ciencias Humanas

Fac. Farmacia y Bioquímica

Fac. Odontología

Fac. Educación

Fac. Química e Ingeniería Química

Fac. Medicina Veterinaria

Fac. Ciencias Administrativas

Fac. Ciencias Biológicas

Fac. Ciencias Contables

Fac. Ciencias Económicas

Fac. Ciencias Físicas

Fac. Ciencias Matemáticas

Fac. Ciencias Sociales

Fac. Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas

Fac. Ingeniería Industrial

Fac. Psicología

Fac. Ingeniería Electrónica

Fac. Ingeniería de Sistemas

#### e. Plan estratégico

La Universidad Nacional Mayor de San Marcos, a través de la Oficina General de Planificación, presenta a la comunidad universitaria el PLAN ESTRATÉGICO INSTITUCIONAL PEI 2002-2006 con el propósito de su aplicación, difusión, enriquecimiento y para la orientación de los Planes Estratégicos y Operativos de las Facultades y dependencias de la Universidad en el cumplimiento de sus fines.

La gestión actual viene haciendo esfuerzos para consolidar la institucionalidad democrática, desarrollar una gestión académico-administrativa eficiente, propiciar el diálogo y desarrollar un programa de concertación sanmarquina para conocer los problemas de las facultades e identificar las propuestas de solución que La Oficina General de Planificación ha incorporado en el presente PEI.

La elaboración del PEI se ha realizado en tres etapas, según directiva R.R. N° 05162-R-01. La primera etapa, de sensibilización, se inició el año 2001, y consistió en la elaboración de la Misión, Visión y valores, con participación de la alta dirección, facultades y dependencias de la Universidad. En la segunda etapa, se realizó la estructuración del PEI, a través de

equipos especializados de investigación, pregrado, postgrado, vinculación, gestión y bienestar universitario. Los informes, fueron procesados y sistematizados durante el Taller de Planeamiento Estratégico con la Fundación Friedrich Ebert Stiftung, y el Taller de Elaboración del Plan Operativo Institucional organizado en marzo y junio del 2002, respectivamente. En la tercera etapa se consolidó y formuló el PEI con la definición de Visión, Misión y Valores, formulación del diagnóstico estratégico (FODA), objetivos estratégicos, indicadores y actividades.

La propuesta de PEI fue revisada y enriquecida por las facultades agrupadas según áreas académicas y otras dependencias en los seminarios talleres de Consolidación del Plan Estratégico desarrollados entre agosto y setiembre del 2002.

En este proceso de construcción social, se ha logrado la participación activa de 1143 miembros de la comunidad universitaria entre autoridades, docentes, estudiantes y personal administrativo. Asimismo, se han validado los siguientes lineamientos de política institucional formulados por la alta dirección:

1. Excelencia Académica
2. Modernización Administrativa
3. Cultura Organizacional

El Plan Estratégico: "San Marcos, Universidad Abierta al Futuro", asume los principios de universidad democrática, responsable y verdadera; en la perspectiva de una vocación intercultural, aspira a una universidad sin muros, que promueva el pensamiento crítico, el conocimiento, la transformación de la realidad peruana y extienda su influencia positiva a nivel nacional e internacional

"Art. 1º. La Universidad Nacional Mayor de San Marcos... es la institución de mayor jerarquía académica, sustentada en su historia y en su desarrollo, a la que la Nación encarga crear y difundir conocimiento, cultura, ciencia y tecnología, con una definida orientación nacional y democrática, comprometida con la transformación de la sociedad. La comunidad universitaria de San Marcos representa el esfuerzo y dedicación de sus profesores, estudiantes, graduados y trabajadores no docentes.

Art. 2º. En su condición de universidad mayor, ofrece un modelo nacional de desarrollo universitario, orientado a la liberación del hombre y la sociedad, asimilando los conocimientos y experiencias universales y de la realidad peruana."

#### Objetivos estratégicos generales:

##### Formación

Formar profesionales integrales: competitivos, cultos, con espíritu crítico y creativo, líderes en su especialidad, generadores de conocimientos, con valores y comprometidos con el desarrollo de la sociedad.

##### Docencia

Contar con una plana docente de alto nivel académico-pedagógico, con compromiso ético, moral y social, que contribuya a la formación de profesionales integrales.

##### Producción de conocimientos

Establecer la generación de conocimientos, con énfasis en la investigación científica,

tecnológica y humanística, como eje fundamental del desarrollo de la universidad, orientado a resolver los problemas prioritarios de la sociedad.

#### Integración social

Hacer de la integración social un pilar para el desarrollo de la Universidad, estableciendo canales de interacción entre la universidad, estado, empresa e instituciones sociales; hacia un desarrollo integral y sostenible:

#### Gestión

Desarrollar una cultura organizacional de excelencia basada en principios y valores que permitan una gestión de alta calidad.

### f. Recursos computacionales y conectividad

La Red Telemática de la Universidad de San Marcos, inaugurada el 12 de mayo de 1996, cuenta con el más moderno sistema de comunicaciones con tecnología de punta Gigabit Ethernet, mediante fibra óptica, del Sistema Universitario Peruano.

La RED-UNMSM consiste en un sistema de comunicaciones que enlaza mediante más de 16 km de cable de fibra óptica a las 20 facultades entre sí, integrando y compartiendo los recursos de todas las computadoras que están conectadas a ella. La fibra óptica no sólo abarca las facultades que están en la Ciudad Universitaria, sino que mediante enlaces de alta tecnología conecta otras unidades académicas, como son el campus de San Fernando, en el centro de Lima; la Facultad de Medicina Veterinaria, en San Borja; la moderna Biblioteca Central, ubicada en la Ciudad Universitaria; el Museo de Historia Natural, en la Av. Arenales; la Oficina General de Admisión, en Miraflores, y las Oficinas Administrativas y el Rectorado, en el edificio de la Biblioteca Central. Por lo tanto, aunque separadas físicamente, todas estas unidades están conectadas las 24 horas y acceden a todos los servicios, como si los tuvieran en sus propias computadoras.

El número total de computadoras conectadas a la red es actualmente de un millar y medio, el cual se irá incrementando según sea necesario. Asimismo, se ha ampliado la cobertura de servicio hacia usuarios externos a través de INFOVIA, permitiendo el acceso a más usuarios de la Universidad, desde sus hogares, hacia los servicios de valor añadido que la UNMSM ha colocado a disposición, así como el acceso a los servicios de internet.

Dentro de los servicios que se ofrecen a docentes, egresados y estudiantes universitarios a través de la Red Telemática de San Marcos, tenemos: transferencia de datos en CD Rom, gestión académica automatizada, tendido y conectorización de fibra óptica, cableado estructurado, proyectos de desarrollo integral de redes y ensamblaje de computadoras.

## 2. GRUPOS DE INVESTIGACIÓN RELEVANTES A CM

### a) Integrantes del grupo

Profesores de San Marcos con grados de doctor, nivel Ph.D., que actualmente tienen proyectos activos en Ciencia de los Materiales:

- 1) Dr. Víctor Antonio Peña Rodríguez. Doctorado (1995) y Maestría (1992) en Física obtenido en el CBPF. E-mail: vpenar@unmsm.edu.pe
- 2) Dr. Ángel Bustamante Domínguez. Doctorado (1996) y Maestría (1987) en Física obtenidos en el CBPF. E-mail: abustamanted@unmsm.edu.pe

- 3) Dr. Eusebio Torres Tapia. Doctorado (1997) y Maestría (1992) en Física obtenidos en IF-UFRJ. E-mail: etorrest@unmsm.edu.pe
- 4) Dr. Jesús Félix Sánchez Ortiz. Doctorado (1995) y Maestría (1981) en Física obtenidos en Russian People's Friendship University, Moscow-Russian. E-mail: jsanchezo@unmsm.edu.pe  
Profesores de San Marcos con grado de doctor, nivel Ph.D., con contactos brasileños que podrían ser involucrados en trabajos en colaboración con grupos brasileños:
- 5) Dr. Pablo H. Rivera Riofano. Doctorado (1998) y Maestría (1994) en Física obtenido en la UNICAMP, Campinas. E-mail: pharivera@terra.com.pe
- 6) Dr. Jesús Félix Sánchez Ortiz. Doctorado (1995) y Maestría (1981) en Física obtenidos en Russian People's Friendship University, Moscow-Russian. E-mail: jsanchezo@unmsm.edu.pe  
Profesores de San Marcos con grados de doctor, nivel Ph.D., que podrían integrarse a proyectos de Ciencia de Materiales, Mineralogía de Suelos y Materiales Arqueológicos:
- 7) Dr. Jorge Bravo Cabrejos. Doctorado (1971) en Física y Maestría (1964) en Ingeniería Nuclear obtenido en North Caroline, USA. E-mail: jbravoc@unmsm.edu.pe
- 8) Dr. Justo Rojas Tapia. Doctorado (1985) y Maestría (1981) en Física obtenidos en la Universidad Estatal de Kharkov, Ucrania. E-mail: jrojast@unmsm.edu.pe
- 9) Dr. Adolfo Posadas D. Doctorado (1995) y Maestría (1990) en Física obtenidos en el Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo. E-mail: Posadasd@unmsm.edu.pe

b) Personal en formación

Actualmente tienen tesis en Licenciatura (5) y Maestría (4).

c) Publicaciones en los últimos cinco años

1. Mössbauer study of the nanocrystallization of the amorphous system  $Fe_{73.4}Si_{13.5}B_9Cu_1Nb_1X_2$  with  $X=Nb, Mo, V$  and  $Zr$ .  
J.M. Borrego, V.A. Peña Rodríguez and A. Conde.  
Hyperfine Interactions 110 (1997) 1-6.
2. Electrochromism in iron-oxide-based coatings obtained by sol-gel process.  
Y. Zenitogoya, J. Dávalos, V. Peña and W. Estrada.  
Hyperfine Interactions (C) Volume 2 (1997) 120-123.
3. Proceedings of the fifth Latin American Conference on Applications of Mössbauer Effect.  
V.A. Peña Rodríguez (Guest Editor).  
Hyperfine Interactions (C) Volume 2 (1997) 270 p.
4. Nanocrystallization kinetics study of  $FeSiB-Cu(Nb,V)$  alloy using different experimental techniques.  
J.M. Borrego, C.F. Conde, A. Conde and V.A. Peña Rodríguez.  
Non-Crystalline and Nanoscale Materials. Ed.: R. Rivas & M.A. López-Quintela, World Scientific (1997) 290-295.
5. In situ Mössbauer and magnetization studies of Fe-Si nanocrystallization in  $Fe_{73.5}Si_{13.5}B_9Cu_1Nb_1X_2$ , with  $X = Nb, Zr, Mo$ , amorphous alloys.  
V.A. Peña Rodríguez, E.M. Baggio-Saitovitch, A.Y. Takeuchi, F. Garcia, E.C. Passamani,

- J.M. Borrego, A. Conde.  
Hyperfine Interactions 122 (1999) 1-7.
6. Síntesis y caracterización de catalizadores  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$  tipo perovskitas.  
S. Ponce, V. Peña y A. Garrido.  
Boletín de la Sociedad Química del Perú (1995), 155-159.
  7. Estudio espectroscópico de las propiedades de los óxidos mixtos tipo perovskitas:  $\text{LaFeO}_3$ ,  $\text{La}_{0.8}\text{Ce}_{0.2}\text{FeO}_3$  y  $\text{La}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{FeO}_3$ .  
S. Ponce, V. Peña y A. Garrido.  
Boletín de la Sociedad Química del Perú (1995), 254-259.
  8. Devitrification process of FeSiBCuBbX nanocrystalline alloys: Mössbauer study of the intergranular phase.  
J.M. Borrego, C.F. Conde, A. Conde, V.A. Peña Rodríguez and J.M. Greneche.  
J. Phys.: Condens. Matter 12 (2000) 8089-8100.
  9. A fitting procedure to describe Mössbauer spectra of FINEMET-type nanocrystalline alloys.  
J.M. Borrego, A. Conde, V.A. Peña Rodríguez and J.M. Greneche.  
Hyperfine Interactions 131 (2000) 67-82.
  10. FeSiB amorphous alloy prepared by mechano-synthesis.  
J. Quispe Marcatoma, V.A. Peña Rodríguez and E.M. Baggio-Saitovitch  
Hyperfine Interactions 134 (2001) 207-212.
  11. Ángel Bustamante Domínguez, R.B. Scorzelli y E. Baggio-Saitovitch; "Mössbauer Studies on Oxyanions Substituted Related Y-Ba-Cu-O System", Proceedings of the 10th Anniversary HTS Workshop on Physics, Materials and Applications, March 12-16 (1997) páginas 385-386. Editado por B. Batlogg, C. W. Chu, W. K. Chu, D. U. Gubser y K. A. Muller, World Scientific, Houston, Texas, USA.
  12. Livio Amaral, R. B. Scorzelli, A. Paesano, M. E. Brückman, Angel Bustamante Domínguez, T Shinjo and N. Hosoito; "Mössbauer Study on Phase Separation in FeNi Multilayers Under ion Bombardement", Surface Science 389 (1997) 103-108.
  13. Ángel Bustamante Domínguez, R.B. Scorzelli e E. Baggio-Saitovitch; "High temperature Mössbauer studies of  $^{57}\text{Fe}$ :  $\text{YSr}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$  related compounds containing oxyanions", Hyperfine Interactions 110 (1997) 17-22.
  14. Ángel Bustamante Domínguez, R.B. Scorzelli e E. Baggio-Saitovitch; "New iron species observed by Mössbauer spectroscopy in Y-Sr-Cu-O compounds containing oxyanions", Hyperfine Interactions (C) Vol. 2 (1997) 245-249.
  15. R. B. Scorzelli, D. G. Rancourt, A. Bustamante Domínguez, G. Poupeau, C. Canut de Bon, y M. E. Cisternas; "Evidence by Mössbauer Spectroscopy of the Intergrowth Tetraenaite/ Antitaenite in the Vaca Muerta Mesosiderite", 60th Meteoritical Society Meeting, Maui, Hawai'i, July 21-25. Meteoritics & Planetary Science, volume 32 (1997) A117.
  16. Enrico Mattievitch, Angel Bustamante Domínguez, Helio S. de Amorim, Manoel R. Do Amaral Jr. y Eusebio Torres Tapiá; "A new synthetic mixed valence iron arsenate", Hyperfine Interactions (C) Vol. 3 (1998) 368-371.
  17. Ángel Bustamante Domínguez, R.B. Scorzelli, A. M. Rossi, G. Poupeau and A. Seelenfreund; "Mössbauer and ESR studies of Obsidian Provenience in the Southern Andes", Hyperfine Interactions (C) Vol. 3 (1998) 360-363.

18. Ángel Bustamante Domínguez, D. A. Landinez Tellez and J. Albino Aguiar, "Mössbauer studies and normal state magnetism of  $\text{CaLaBaCu}_{3-x}\text{Fe}_x\text{O}_{7-d}$  superconductor,  $0.00 \leq x \leq 0.21$ ", *Hyperfine Interactions (C)* Vol.4 (1999) 141-146.
19. Ángel Bustamante Domínguez, Juan C. González G., D. A. Landinez Tellez y J. Albino Aguiar, "Superconductivity and magnetism in the system  $[\text{Y}_{1-x}\text{Ca}_x](\text{SrBa})\text{Cu}_{2.80}(\text{PO}_4)_{0.20}\text{O}_y$  with  $0.10 \leq x \leq 0.50$ ", *Physica C* 341-348 (2000) 637-638.
20. Ángel Bustamante Domínguez, Víctor Hugo Barinotto C., Jesús Flores S. y Flavio García, "Phase Formation and Superconductivity in  $[\text{Y}_{1-x}\text{Ca}_x](\text{SrBa})\text{Cu}_{2.80}(\text{BO}_3)_{0.20}\text{O}_y$  with  $0.10 \leq x \leq 0.50$ ", *Physica C* 341-348 (2000) 635-636.
21. Ángel Bustamante Domínguez, Juan C. González G., J. Albino Aguiar, S. Quezada, L. M. Dezanetie y C. W. Chu, "Synthesis, structure and superconductivity of  $[\text{Y}_{0.75}\text{Ca}_{0.25}](\text{SrBa})\text{Cu}_{3-x}(\text{PO}_4)_x\text{O}_y$  with  $0.00 \leq x \leq 0.30$ ", *Physica C* 354 (2001) 441-443.
22. Ángel Bustamante Domínguez, Juan C. González G., D. A. Landinez Tellez y J. Albino Aguiar, "Structural refinement of  $[\text{Y}_{1-x}\text{Ca}_x](\text{SrBa})\text{Cu}_{2.80}(\text{PO}_4)_{0.20}\text{O}_y$  with  $0.10 \leq x \leq 0.50$ ", *Physica C* 354 (2001) 375-378.
23. G. T. Aragon, F. L. Silva, Ángel Bustamante Domínguez, R. B. Scorzelli y A. A. Gomes, "Chemical dynamics of Fe compounds in Brazilian Mangrove sediments studied by Mössbauer spectroscopy", aceptado en *Hyperfine Interactions* (2001).
24. I. Souza Azevedo, Ángel Bustamante Domínguez, R. B. Scorzelli, "Fe-Ni metal structures and silicates of mesosiderites studied by Mössbauer spectroscopy", aceptado en *Hyperfine Interactions* (2001).
25. Ángel Bustamante Domínguez, R. B. Scorzelli, G. Poupeau, R. M. Latini y A. B. Bellido, "Characterization by Mössbauer spectroscopy of obsidians from Ecuadorian sources for provenance studies", aceptado en *Hyperfine Interactions* (2001).

d) Presentaciones en congresos en los últimos cinco años

1. Ángel Bustamante Domínguez, R.B. Scorzelli, "Detection of Tetrataenite/Antitaenite Intergrowth in the Fe-Ni Metal of the Vaca Muerta Mesosiderite", libro de resúmenes del ICAME-97, Rio de Janeiro, Brasil (1997).
2. Enrico Mattievitch, Ángel Bustamante Domínguez, Helio S. de Amorim, Manoel R. Do Amaral Jr. y Rosa B. Scorzelli, "The Danonite series", libro de resúmenes del ICAME-99 (1999).
3. E. Mattievitch, A. Bustamante D., H. S. de Amorim, M. R. Do Amaral Jr. y R. B. Scorzelli, "Danonite: two distinct series", libro de resúmenes del XI Encuentro Jacques A. Danón de Espectroscopía Mössbauer, Vitoria, Espiritu Santo, octubre de 1999.

e) Proyectos de investigación y desarrollo desarrollados en los últimos cinco años

- 1) Aleaciones metálicas desordenadas, soluciones sólidas extendidas supersaturadas.

Objetivo:

Desarrollar nuevos materiales en fases fuera del equilibrio termodinámico en base a la aplicación de la mecano-síntesis, técnica basada en reacciones sólidas, las cuales no requieren pasar por los puntos de fusión.

2) Materiales magnéticos blandos (*Soft magnetic materials*).

Objetivo:

Aplicación de la mecano-síntesis al desarrollo de las familias de magnetos blandos FINEMET y NANOPERM. Estos materiales son usados como sensores magnéticos.

3) Instrumentación para el estudio de propiedades de transporte y magnetismo de materiales.

Objetivo:

Desarrollo de técnicas de magnetometría de muestra vibrante y medidas de resistividad ac orientado a ciencia de materiales.

4) Proyecto criogénico.

Objetivo:

Desarrollo de técnicas de medida en bajas temperaturas.

5) Películas delgadas metálicas.

Objetivo:

Estudio y caracterización de nuevos materiales en baja dimensión a través de las técnicas de vapor *quenching* y *flash evaporation*.

6) Laboratorio de Propiedades Ópticas de Materiales.

Objetivo:

Estudio de propiedades ópticas de sistemas semiconductores, moleculares y semimetálicos de baja dimensionalidad.

7) Estudio de Propiedades Térmicas y Elásticas de Cristales: Fullerenos y Metales.

Objetivo:

Investigar las propiedades microscópicas de sólidos cristalinos con diferente tipo de enlace químico que presentan un fuerte anharmonismo.

f) Tesis

Doctorales

No hay

Maestría

Dos

Patentes obtenidas en los últimos 5 años

Ninguna

g) Laboratorios y equipamiento

- 1) Un equipo Mössbauer para medidas in situ entre 300 K y 1000 K. Un segundo equipo en actual montaje incluye sistema criogénico a nitrógeno líquido.
- 2) Difractómetro de rayos X para muestras en polvo. Modelo en configuración compacta Miniflex de la RIGAKU. Tubo de Cu, totalmente automatizado.
- 3) Sistema criogénico en circuito cerrado DISPLEX para medidas Mössbauer, resistividad, MOKE desde 7 K.
- 4) Sistema de procesamiento en paralelo. Cluster de PCs para cálculos numéricos intensivos del Consejo Superior de Investigaciones.
- 5) Microscopio electrónico SEM y EDX, perteneciente a la Facultad de Geología, Minas y Metalurgia.

- 6) Sistema evaporador para la preparación de películas delgadas (*thin films*) por vapor *quenching* y *flash evaporation*.
  - 7) *Lock-in amplifier* con GPIB.
  - 8) Gausímetro.
  - 9) Microscopio metalográfico. EUROMEC.
  - 10) Magneto de 1T, con control automático de campo.
  - 11) Horno con control de temperatura y regulación de atmósfera.
  - 12) Horno por fusión de arco en atmósfera inerte.
  - 13) Equipo de mecano-síntesis SPEX8000.
  - 14) Centrífuga.
  - 15) Medidor de pH digital.
  - 16) Fuentes de corriente programables y multímetros digitales con GPIB17.  
Controladores de temperatura automáticos con GPIB.
  - 17) Sistemas de adquisición automática de datos: software y hardware.
- h) Recursos computacionales y conectividad  
Se usa la red de la UNMSM para acceder a internet.
- i) Financiamiento

Fuente	Proyecto	Unidad	Período	Valor
UNMSM	Proyectos con asignación a la investigación y con incentivo al investigador	Fac. Cs. Físicas	1995-2002	US \$ 200 000
	Proyectos Especiales: Difractómetro de rayos X (Rigaku)	Fac. de Ciencias Físicas	1999	US \$ 33 000
	Proyecto Especial: Sistema criogénico (Displex)	Fac. de Ciencias Físicas	2000	US \$ 30 000
	Proyecto Especial: Microscopio electrónico con EDX	Escuela de Ingen. Geológica	2001	US \$ 200 000
	Proyecto Especial: Gaussímetro	Fac. de Cs. Físicas	2002	US \$ 6 000
	Proyecto Especial: Clusters de PC's	Consejo Superior de Investigaciones	2002	US \$ 18 000
	Proyecto: Atención a profesores visitantes	Consejo Superior de Investigaciones	2001-2	US \$ 3 000
CONCYTEC	Proyecto Especial: Investigación en nuevos materiales magnéticos	Víctor Peña	1997-98	US \$ 35 000
	Proyecto Especial: Aplicación de la espectroscopía Mössbauer al estudio de sedimentos marinos (2000-2001) y obsidias andinas (2001-2002)	Ángel Bustamante	2000-02	US \$ 10 000

	Proyecto Especial: Investigación de arcillas en suelos agrícolas (2001-2002)*	Jorge Bravo		
CLAF	Pasantías: estancias cortas de 1-3 meses	Víctor Peña, Justiniano Quispe, Quirico Sibille	1999-2002	US \$ 11 000
CLAF	Pasantías: estancias cortas de 1-3 meses	Ángel Bustamante, María Luisa Cerón	1999	US \$ 3 500
Convenio CONCYTEC- CNPq	Pasantías cortas: estancias cortas de 1 a 4 meses	Víctor Peña	1998-2000	US \$10 000
Total				US \$ 559 500

\* Estos proyectos han ayudado a repotenciar el laboratorio Mössbauer de la UNMSM; a través de ellos se han comprado, por ejemplo, una fuente de  $^{57}\text{Co}$ , detectores proporcionales y otros elementos del equipo Mössbauer. El monto total de estos tres proyectos fue de US \$ 30 000, estimando en US \$ 10 000 su proyección hacia el laboratorio Mössbauer.

### 3. ACTIVIDADES DE POSTGRADO

#### a. Descripción del programa

La UNMSM no tiene doctorado en líneas relacionadas a la CM. Básicamente presenta sólo la maestría y esta se ofrece en el área de Física. Tiene las mismas características de la UNI, porque todas las universidades públicas tienen el mismo patrón de funcionamiento.

#### b. Planta profesoral para el doctorado en Física

Prácticamente igual al señalado anteriormente como miembros del grupo.

#### c. Rendimiento del programa en los últimos 5 años

Dos egresados de maestría.

#### d. Financiamiento del programa, becas y bolsa de estudio

El programa es financiado con recursos de la propia universidad. No existen becas para los estudiantes ni bolsas de estudio. CONCYTEC financia muy limitadamente y en forma no sostenida.

#### e. Cooperación con centros internacionales

Cooperación estrecha con grupos de investigación del Brasil:

- 1) Dra. Elisa Baggio-Saitovitch. *Grupo de Novos Materiais. Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF)*. Rio de Janeiro. E-mail: elisa@cbpf.br
- 2) Dr. Alberto Passos Guimaraes. *Grupo de Magnetismo. CBPF*. Rio de Janeiro. E-mail: apguima@cbpf.br
- 3) Dr. Hercilio Rechenberg. *Física dos Materiais. Instituto de Física. Universidade de São Paulo*. E-mail: hercilio@if.usp.br

- 4) Dr. Fernando Cerdeira. *Grupo de Propiedades Óticas. Instituto de Física "Gleb Watagbin"*. UNICAMP. Campinas. E-mail: fernando@ifi.unicamp.br
- 5) Dr. Hans-Dieter Pfannes. *Materiales Magnéticos. Depto. de Física, Universidad Federal de Minas Gerais*. Belo Horizonte. E-mail: hansdiet@bach.fisica.ufmg.br
- 6) Dr. Edson Caetano Passamani. *Materiales Magnéticos. Universidade Federal de Espírito Santo (UFES)*. Vitoria. E-mail: epassamani@hotmail.com
- 7) Dr. Carlos Larica. *Materiales Magnéticos. UFES. Vitoria*. E-mail: larica@cce.ufes
- 8) Dr. Armando Yoshihaki Takeuchi. *Materiales Magnéticos. CBPF. Rio de Janeiro*. E-mail: takeuchi@cbpf.br
- 9) Dr. Mohammed Elmassalami. *Cerámicas Superconductoras, Magnetismo en Aleaciones Cuaternarias a bajas temperaturas. Automatización de equipos e instrumentación científica. IF-UFRJ. Río de Janeiro*.
- 10) Dr. Sergio Gama. *Aleaciones Intermetálicas, Imanes Permanentes. Laboratorio de Materiales y Bajas Temperaturas. UNICAMP. São Paulo*. E-mail: gama@ifi.unicamp.br
- 11) Dr. Carlos de Oliveira Paiva Santos. *Refinamiento de Estructuras Cristalinas. Instituto de Química de Araraquara, Universidade Estadual de São Paulo*.
- 12) Dr. Viatcheslav Ivanovich Zubov. *Teoría Estadística de Sólidos. Instituto de Física. Universidade Federal Goiás. Goiania*. E-mail: zubov@fis.br

## ANEXO 5

### DATOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA

#### 1. Diagnóstico y perspectivas de desarrollo de la Ciencia de los Materiales

##### 1.1 Área de polímeros aplicados

###### 1.1.1 Antecedentes

La Ciencia de los Materiales en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa se ha desarrollado en virtud de dos mecanismos operacionales:

- a) Esfuerzos individuales de profesores en las especialidades de Física como el grupo de Películas Delgadas, y de Química como el Grupo de Catálisis y Absorbentes
- b) Esfuerzos integrados de profesores de las Especialidades de Ingeniería Metalúrgica y de Materiales al crear la Carrera Profesional de Ing. de Materiales donde se ha impulsado la formación de tres grupos de mayor nivel de integración.

- De un lado, el Grupo de Polímeros Aplicados que involucra los temas de Química e Ing. de Polímeros Naturales y Sintéticos, Materiales Compuestos, Diseño y Selección de Materiales y Biomateriales,
- Un grupo de metales ligado a la Tecnología de Soldadura y Materiales compuestos de matriz metálica
- Un grupo de Materiales Cerámicos ligado a la tecnología de los materiales cerámicos tradicionales.

El desarrollo de la Ingeniería de Materiales como especialidad profesional desde hace 07 años involucra el esfuerzo por realizar actividades integradas entre las áreas de Polímeros, Cerámicos y Metales en cuanto a los procesos de producción, aplicaciones y control de calidad.

En virtud de ello, en los últimos 10 años se han realizados los siguientes eventos:

- Entrenamiento de profesionales por asistencia técnica del experto en polímeros y materiales compuestos William Henderson, por cuenta de Canadian Executive Services for Overseas, (CESO) Canadá.
- Programa de Maestría en Ciencia de Materiales con participación docente de profesores de la Universidad Nacional de Mar del Plata (Argentina), Universidad de Trujillo y Universidad Nacional de San Agustín.
- Cursos internacionales de Postgrado con profesional de especialidad de polímeros, compuestos y biomateriales de Argentina (Roberto Williams, Analía Vásquez, Patricia Frontini, Teresita Cuadrado), Chile (Raúl Quijada), México (Víctor Castaño).
- Cursos y Seminarios dedicados a la difusión de tecnologías en las diversas áreas, siendo más intensivas en los temas de síntesis, caracterización, aplicaciones de polímeros y plásticos reforzados
- Dos eventos congresales:
  - i. Primer Congreso Nacional de la Industria del Plástico (1999)
  - ii. Primer Congreso Nacional de Ciencia e Ingeniería de Materiales (2000)

También se ha desarrollado un Centro de Producción de Artículos en Plástico Reforzado (Poliéster con Fibra de Vidrio) instalado en el distrito de Hunter.

Las personas integrantes del área de Polímeros Aplicados son:

- Ing. Alejandro Silva Vela (Coordinador) – Maestría en CCMM
- Ing. Edgar López Cervantes (Responsable de Centro de Producción) – Maestría en CCMM.
- Dr. Hugo Canahua Loza— Doctor en Ciencia de Materiales
- Ing. Marcela López Chávez – Maestría en Química
- Ing. Víctor Benavides Paredes – Maestría en CCMM
- Ing. Juan Carlos Negrón – Ing. de Materiales
- Ing. Élmer Mamani Calcina – Ing. de Materiales
- Bach. Derlis Gonzales Salas – Bachiller en Ing. de Materiales

Los integrantes del Grupo de Polímeros Aplicados han participado en eventos de nivel nacional e internacional como:

- Taller de Ciencia de Materiales, Programa CONCYTEC 1994
- Reunión de Ciencia de Materiales, Programa CYTED, U, Lima, 1995
- Taller de Plásticos Reforzados, U. San Marcos 1996
- Curso Internacional de Ciencia de Materiales, U. Rosario, Argentina, 1996
- Curso Internacional de Ciencia de Materiales, U. Rosario, Argentina, 1997
- Curso Internacional de Ciencia de Materiales, U. de La Habana, Cuba, 1998
- Curso Internacional de Ciencia de Materiales, Santa Cruz, 1999
- Simposio Latinoamericano de Polímeros, Chile 1999

La docencia e investigación se realiza en ambientes de la Escuela de Ingeniería de Materiales, Laboratorios del Dpto. de Metalurgia y Materiales y Centro de Producción de Hunter.

Los equipos que apoyan el desarrollo de estas actividades son:

- Máquinas de tracción e impacto
- Microscopios ópticos
- Microscopía electrónica de barrido
- Análisis térmico diferencial
- Reactivos y auxiliares para identificación de polímeros
- Equipos menores de moldeo para plásticos reforzados
- Software de especialidad para diseño, selección de materiales y desarrollo de materiales compuestos.

La bibliografía de soporte al desarrollo de actividades de docencia e investigación universitaria está vinculada a:

- Normas técnicas ASTM de plásticos, materiales compuestos y biomateriales
- Manuales de circulación internacional de polímeros y materiales compuestos
- Textos fundamentales de autores de prestigio internacional en polímeros, compuestos y biomateriales

Las líneas de investigación y desarrollo identificadas como de mayor interés para el área de Polímeros Aplicados son:

- Tecnología de producción y aplicaciones de resinas y reciclados poliméricos (cauchos, polímeros lineales y plásticos reforzados) para uso en materiales compuestos reforzados con cargas minerales y fibras vegetales en forma de láminas y estructuras "sandwich" para uso en sistemas constructivos alternativos de vivienda y uso estructural.
- Control de calidad de biomateriales de uso intensivo.
- Obtención y modificación de polímeros naturales.
- Tecnología de la unión y control de calidad de materiales plásticos y compuestos.

La relación con la empresa se ha desarrollado en base a las siguientes acciones:

Visitas permanentes a centros industriales de productos plásticos, textiles, ladrilleras, cementos y a centros mineros para identificar tecnologías de producción y aplicaciones de polímeros y cerámicos

Participación de empresas y especialistas en uso de polímeros, cerámicos y biomateriales en seminarios de formación tecnológica

Recepción de donaciones para implementación de laboratorios como el de Plastisur, a través de una extrusora EXSA en el rubro de soldadura, equipo en desuso de Cerro Verde y Mishky.

#### 1.1.2. Propuesta de desarrollo del área de polímeros aplicados

Eje estratégico: desarrollar procesos de síntesis, recuperación, transformación de materiales poliméricos para uso integral con materiales cerámicos de aplicación en construcción civil y estructural tomando como eje el aprovechamiento del gas natural, la disponibilidad de recursos no metálicos y metálicos, las resinas de uso masivo y los desechos plásticos reciclables.

Para ello deberán realizarse las siguientes acciones:

- a. Instalación de los laboratorios de especialidad de Polímeros Aplicados y de Cerámicos en el Centro de Producción de Hunter a efecto de garantizar la coordinación en cuanto a objetivos comunes relacionados a tecnología de producción, control de calidad, capacitación, diseño y construcción de equipos de uso tecnológico.
- b. Utilización plena de equipos de donación de empresas para la readecuación a objetivos académicos comunes
- c. Adquisición de los siguientes equipos:
  - Máquina Universal de ensayos mecánicos de tracción, compresión, fatiga, creep para evaluación de propiedades mecánicas de materiales poliméricos, cerámicos, compuestos y biomateriales.
  - Adquisición y/o construcción de equipos de control de calidad de resinas y plásticos para:
    - i. Ensayos de ablandamiento o Vicat
    - ii. Determinación de la dureza (Barcoll, Shore, Brinell, Vickers)
    - iii. Determinación del índice de fluidez de plásticos
    - iv. Determinación de viscosidad de resinas
    - v. Determinación de comportamiento termomecánico de polímeros
    - vi. Preparación de mezclas de polímeros y cauchos
    - vii. Estudio de biodegradación de polímeros
    - viii. Estudio de Resistencia a la humedad y radiación UV

- Adquisición de material y reactivos de laboratorio para desarrollar procesos de extracción de polímeros a partir de productos naturales y recuperación de sustancias cerámicas a partir de minerales no metálicos, para uso como elementos de carga, refuerzo y uso como biomateriales.
- Adquisición de equipos para evaluación de biocompatibilidad in vitro y desarrollo de modelos de implantación en animales de acuerdo a normas.

El seguimiento y control relacionado a la caracterización fisicoquímica de los productos es una acción a ser concertada con los especialistas del área de Física y Química de la UNSA, y en lo referente a la aplicación de biomateriales, con los especialistas de Medicina y Ciencias Biológicas.

La relación con la empresa se definirá además de las actividades desarrolladas en una visión de constituir al área en un ente receptor de problemas y generador de soluciones bajo los criterios de eficiencia, optimización de calidad y brindar servicios de asesoría, consultoría, capacitación y difusión tecnológica permanente.

La relación con el ámbito de la investigación científica se definirá como el hecho de constituirse en el núcleo ejecutor de proyectos de investigación relacionados con la innovación tecnológica y con carácter integrado a las tendencias tecnológicas del mundo referidas al logro de mejor calidad de vida, optimización de calidad de acuerdo a patrones internacionales y preservación del medio ambiente

La relación con el ámbito de la formación académica se redefinirá con un modelo de enseñanza basada en el método deductivo tomando como referencia casos de estudio resultantes de la relación con la problemática de la empresa, el desarrollo de recursos nacionales y el ámbito de la investigación.

## 2. POSTGRADO EN CIENCIA DE LOS MATERIALES

El programa se inició en 1998, con la participación de 22 alumnos, siendo 19 de ellos docentes del Dpto. de Ing. Metalúrgica y Materiales de la Universidad Nacional de San Agustín.

Los docentes han sido profesores de la Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina, Universidad Nacional de Trujillo, Universidad Nacional de San Agustín en el área de Ciencias Básicas (Física y Química) y de Ingenierías, con grados de doctorado y maestría.

El primer grupo de egresados concluyó sus estudios en diciembre de 1999, luego de lo cual se ha graduado 01 estudiante y los demás se encuentran en el desarrollo de sus temas de investigación y haciendo actividades de docencia universitaria; las dificultades mayores estriban en la carencia de infraestructura y recursos económicos para el desarrollo de sus investigaciones. Las áreas de interés se han manifestado en los temas de procesamiento de metales no férreos, materiales compuestos de matriz polimérica, cerámicos y biomateriales.

En el semestre 2002-2 no se abrió cursos en la Maestría.

## 3. BIBLIOTECA

La bibliografía disponible para el desarrollo de actividades en ciencia de materiales se basa fundamentalmente en la disponibilidad particular de cada docente o investigador, y a nivel de pregrado se dispone de un centro de documentación constituido por revistas de publicación de hace 15 a 20 años en los rubros de física, química, polímeros, metales y

cerámicos, además de textos de nivel universitario relacionados con la ciencia e ingeniería de materiales.

#### 4. APOYO FINANCIERO

El apoyo financiero recibido en los últimos años por el área de materiales se puede resumir del siguiente modo:

##### a. Aporte institucional:

- Desarrollo del Centro de Producción de Poliéster reforzado con fibra de vidrio en Hunter para la implementación de mobiliario (3 años)

Inversión fija:	S/. 10 000
Gasto anual:	
Mano de obra	S/. 60 000
Materiales	S/. 15 000
Servicios (agua, Luz)	S/. 3 600
Total:	78 000 (US \$ 22 300, estimado anual)

- Centro de microscopía electrónica

- i. Equipo US\$ 170 000
- ii. Infraestructura US\$ 10 000

- Capacitación de recursos humanos

- i. Eventos locales US\$. 2 800
- ii. Eventos internacionales US\$. 2 800
- iii. Asistencia de expertos US\$. 5 600

##### b. Otros aportes

CONCYTEC:

1. Eventos US \$ 650
2. Investigaciones US \$ 850
3. CESO (Canadian Executive Services for Overseas) (capacitación)  
Asistencia de Expertos US\$ 15 000

#### 5. LÍNEAS DE DESARROLLO

Las líneas de desarrollo académico en el campo de ciencia e ingeniería de materiales se sustentan en la potencialidad del personal docente capacitado en las áreas de:

- Materiales compuestos
- Materiales cerámicos
- Biomateriales

Para alcanzar objetivos de desarrollo académico e institucional, las áreas de trabajo vienen definiendo su rol en base a constituir un Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico orientado al desarrollo de materiales cerámicos y compuestos que permita desplegar los siguientes temas de trabajo:

- Desarrollo de materiales cerámicos en forma de materiales masivos, películas delgadas y recubrimientos para aprovechamiento de energía solar y aplicaciones energéticas.

- Desarrollo de materiales compuestos con reforzantes y carga naturales y sintéticos, orgánicos e inorgánicos para uso estructural y aplicaciones en la industria de la construcción civil.
- Desarrollo de sistemas catalíticos en base a materiales cerámicos.
- Desarrollo de sistemas de control de calidad aplicados a materiales poliméricos, cerámicos, compuestos y biomateriales.

Ello exige la interacción con grupos de investigadores vinculados al área de Física y Química, en los temas de caracterización fisicoquímica de materiales así como el desarrollo de nuevos materiales con fines catalíticos y la implementación de infraestructura de investigación vinculada a la caracterización, y desarrollo de nuevos productos de los materiales ya mencionados.

La exigencia de formación de personal calificado en niveles de maestría y doctorado en Ciencia de Materiales deberá orientarse a:

- Problemas de extracción de sustancias cerámicas a partir de minerales no metálicos.
- Nuevas tecnologías de síntesis de cerámicos.
- Fundamentos de las mezclas poliméricas a partir de poliolefinas lienes, cauchos y reciclados.
- Problemas de interfase de unión entre reforzantes, cargas y matriz en materiales compuestos.
- Tecnologías de recubrimientos superficiales poliméricos y cerámicos sobre estructuras disímiles.
- Estudios de biocompatibilidad y biomecánica de biomateriales.
- Desarrollo de sistemas catalíticos a nivel de superficie y con perspectivas a la síntesis de productos poliméricos y sustancias varias a partir del gas natural.

## ANEXO 6

### DATOS DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA DE PIURA

El área de Ciencia de Materiales está en la Sección Metalotecnia del Área Departamental de Ingeniería Mecánica Eléctrica. Nuestras líneas de trabajo básicas son la Metalurgia Física y Corrosión. Otros trabajos sobre materiales no metálicos se realizan en el laboratorio de Química, siendo muchas veces nuestro trabajo en conjunto. A continuación menciono algunos de los trabajos relevantes, según el esquema enviado.

#### 1. Trabajos de investigación

##### 1.1 Área de Metalurgia Física

Los dos proyectos siguientes fueron realizados para la siderúrgica asturiana ENSIDESA (empresa española) en cooperación con la Escuela de Minas de la Universidad de Oviedo:

- "Características microestructurales de los aceros TLP 50 Az en estado normalizado y su influencia en las propiedades mecánicas en servicio". Proyecto de Investigación del Tercer Ciclo. Dpto. Ciencia e Ingeniería de Materiales de la Escuela de Minas de la Universidad de Oviedo (España). 1993
- "Aceros Microaleados Soldables para Plataformas Marinas Árticas. Microestructura y Propiedades Mecánicas". Dpto. Ciencia e Ingeniería de Materiales de la Escuela de Minas de la Universidad de Oviedo (España). 1994

Los siguientes proyectos subvencionados por CONCYTEC, son de ámbito local:

- "La Metalurgia del Cobre en la Cultura Vicús". Años 89-90
- "Estudio Metalográfico de Chapas de Aceros Microaleados Soldables". Años 1995-1996. Investigador Principal: Dra. Ing. Rosalba Guerrero Aslla.
- "Influencia de la Microsegregación y del Grado de Forja en la Estructura Bandeada de Aceros Estructurales de Bajo Punto de Carbono". Años 1997-1999. Investigador Principal: Dra. Ing. Rosalba Guerrero Aslla.
- "Proyecto de Desarrollo Industrial de Fundiciones Grises en la Región Grau". Año 1997.

En general tenemos gran número de trabajos de investigación referentes a la metalurgia física de aceros, fundiciones férreas y no férreas, tratamientos térmicos, soldadura, protección contra la corrosión, materiales compuestos, etc, realizados mediante tesis para título de ingenieros industriales y/o mecánicos eléctricos. Algunos de los últimos trabajos sustentados son los siguientes:

- "Caracterización de aleaciones férreas mediante metalografía no destructiva".  
Tesis: Bach. Elmer Lupú Sandoval. Año 2001
- "Procesos de descontaminación de aguas residuales de plantas de galvanotecnia".  
Tesis: Bach. Leony Yarlequé Escalante. Año 2000

“Caracterización y evaluación del comportamiento electroquímico de aleaciones de magnesio usadas como ánodos de sacrificio”.

Tesista: Bach. Carlos Tesén Sandoval. Año 2001

“Aplicación de la metalografía a color en la caracterización microestructural de materiales de matriz metálica”.

Tesista: Bach. Beatriz Sánchez. Año 2000

“Tratamiento térmico para la obtención de una fundición férrea de microestructura optimizada

Tesista: Bach. Fabián Reto Quintanilla. Año 2001

“Optimización del proceso de zincado en caliente”.

Tesista: Bach. Manuel Rojas Pérez. Año 2001

“Evaluación de inhibidores de corrosión en concreto ante la presencia de iones cloruro”.

Tesista: Bach. Carlos de Lama Agramonte . Año 2001

“Caracterización de materiales compuestos reforzados con carbono CRC”.

Tesista: Bach. Denisse Peralta. Año 2001

“Influencia del tratamiento térmico sobre el rendimiento de ánodos de sacrificio de Al-5% Zn-0,1% Sn. Magdeline Vargas Merino, Ing. Industrial.

“Estudio sobre la cementación con cementantes sólidos del acero AISI 3115”. Pilar Reyes Mondragón, Ing. Industrial.

Actualmente estamos desarrollando los siguientes trabajos:

- Modelización de la microsegregación en aleaciones base cobre.
- Caracterización de productos de aceros fabricados por una siderúrgica peruana.
- Influencia de la soldadura en una plancha de acero microaleado API X-70.

## 1.2 Área de corrosión

“Simulación de distribución de equipotenciales en sistemas de protección catódica mediante la aplicación de simuladores con elementos finitos”. Jorge Almaraz. Ing. Industrial.

- “Aplicación de la impedancia electroquímica para estudios de corrosión”. Sr. Majail Espinoza Barreto (Prog. Ing. Mecánica-Eléctrica).

- “Evaluación de mallas recubiertas con zinc, y zinc-aluminio”. Melissa Yamunaqué (Ing. Industrial).

“Influencia de interferencias eléctricas en la corrosión de las armaduras de concreto - caso muelle carga de Petróleos del Perú, Región Grau, Piura”. Osby García y Eduardo Mejía (Ponencia).

“Evaluación de las causas de corrosión en el túnel de la salida de fondo de la represa de Poechos”. Osby García y Eduardo Mejía (Ponencia)

“Análisis de posibles interferencias eléctricas en sistemas de protección catódica en estructuras de concreto armado.” José Eladio Fiestas Tume. Ing. Industrial.

“Estudio de las aleaciones de magnesio empleadas como ánodos de sacrificio en estructuras enterradas”. Sr. Sandro Seclén. Ing. Industrial

En el área de no metálicos se está trabajando en la caracterización de los minerales no metálicos de la Región Grau, pero estos trabajos se mencionan en un documento adicional a éste.

## 2. Publicaciones nacionales e internacionales

1. R. Guerrero, J. Asensio, J.I. Verdeja, J.A. Pero-Sanz. "Características microestructurales de los aceros TLP 50 AZ en estado normalizado y su influencia en las propiedades mecánicas".  
*Revista de Minas*, Nº 8, Dic., España (1993).
2. R. Guerrero, J. Asensio, J.A. Pero-Sanz "La estructura en bandas de los aceros microaleados. Compromiso de templabilidad por afino de grano".  
*Revista de Minas*, Nº 10, Jul., España (1994).
3. J. Asensio, J.I. Verdeja, R. Guerrero, J.A. Pero-Sanz " Compromise in hardenability by chemical segregation and grain refinement toward pearlite banding in Nb bearing steels". International Metallographic society. 28th Annual International Convention. USA.
4. J.A. Pero-Sanz, R. Guerrero, J.P. Sancho. "Los cobres arsenicales: primera etapa de la edad d bronce". *Revista de Minas*, Nº 9 y 10, España (1994).
5. R. Guerrero, J. Asensio, J.I. Verdeja. "Influencia del proceso de conformado en las características microestructurales y propiedades mecánicas de chapas de acero microaleado". *Revista Información Tecnológica*, Chile, 1998.

## 3. Escuela de postgrado (alumnos y profesores)

No existe postgrado en Ciencia de Materiales.

## 4. Nivel de los profesores involucrados en CM

La única profesora de Ciencia de Materiales es doctora Ingeniera Industrial, doctorada en el departamento de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica de la Escuela de Minas de la Universidad de Oviedo. Además, hay otros dos doctores por el mismo Departamento pero orientados a los minerales no metálicos. Además contamos con un Ingeniero Industrial especializado en corrosión y un técnico electroquímico especializado en corrosión y en técnicas de inspección. El personal es el siguiente: Dra. Ing. Rosalba Guerrero, Dr. Ing. José Luis Barranzuela, Ing. Osby García, Tec. Eduardo Mejía, Dr. Jorge Viera Sernaqué.

## 5. Biblioteca (suscripción de revistas)

Somos miembros de la ASM, y de la International Metallographic Society recibimos: Materials Characterization, Advanced Materials. Miembros también de la NACE (corrosión), Materials performance.

## 6. Fuentes de financiamiento (local y externa)

La mayoría de proyectos locales se han financiado con el CONCYTEC, los proyectos trabajados en conjunto con la Universidad de Oviedo, se han financiado algunos con la AECL, otros con subvenciones de las empresas beneficiarias de la investigación y otros con recursos propios de la Universidad de Oviedo.

## 7. Trabajos realizados en el área de fundiciones

- En 1999 se presentó al Fondo Argentino de Cooperación Horizontal (FOAR) el proyecto titulado "Evaluación del estado actual de la producción de fundiciones férreas en el norte del Perú y diseño de proyectos de desarrollo para mejora de las mismas", el mismo que se

ejecutó en el año 2000 mediante la visita de un experto argentino que nos ayudó en el diagnóstico del estado en que se encuentran las fundiciones en el norte y el potencial que tiene esta industria en nuestra región. El trabajo lo desarrollamos involucrando a varios empresarios de la zona, quienes estaban muy bien dispuestos a continuar con proyectos de este tipo que son del todo beneficiosos para mejorar la calidad de sus productos.

Adicionalmente, se han desarrollado una serie de trabajos de investigación en la línea de la metalurgia física de las fundiciones que nos han dado experiencia en el estudio de este tipo de materiales. La mayoría de estos trabajos se han realizado con muestras de empresas de la región y algunas de Lima y Chiclayo. Mencionamos algunos de estos trabajos:

Termodinámica físico-química y caracterización de las fundiciones grises". Tesista: Manuel de la Cruz Quiroz. Ing. Mecánico.

"Influencia de la microestructura sobre las propiedades tensiles de la fundición de hierro gris esferoidal no aleado". Tesista: Vicente Reusche Sarmiento. Ing. Mecánico

"Tratamiento térmico para la obtención de estructura nodular optimizada". Tesista: Bach. Fabián Reto Quintanilla (Prog. Ing. Industrial y de Sistemas).

"Estudio de las características y propiedades de las fundiciones grises". Tesista: Bach. Anabel Lucía Maco Robles.

"Estudio de las fundiciones base cobre de la Región Grau y obtención de bronce estandarizados". Tesista: Bach. Genaro Morales Rivas.

## 8. Laboratorio de metalotecnia y corrosión

Metalografía:

### 1. Banco metalográfico (NIKON)

Donante: Istituto per Cooperazione Universitaria (ICU)

### 2. Pulidora automática

Modelo : T2V

Marca : Officine Galileo

Serie : 01792

Año : 1977

Donante: Istituto per Cooperazione Universitaria (ICU)

### 3. Pulidora de disco

Modelo : Ecomet III

Marca : Buehler

Serie : 320-ECH-1421

Año : 1984

Donante: CIMATEC - Lima

### 4. Prensa de montar probetas

Modelo : Simpliment II

Marca : Buehler

Serie : 319-NS-2046  
Año : 1984

Donante: CIMATEC - Lima

5. *Limpiador ultrasónico*

Tipo : ST-15 C/R  
Marca : Bicasa  
Año : 1978

Donante: Istituto per Cooperazione Universitaria (ICU)

6. *Cortadora abrasiva*

Modelo : Abrasimet  
Marca : Buehler  
Serie : 321-AAC-150  
Año : 1984

Donante: CIMATEC - Lima

7. *Desbastadora de cinta*

Marca : Rexson 4"x6"  
Modelo : BD 43  
Año : 1987

Donante: CIMATEC - Lima

8. *Pulidora de mesa*

Modelo : Low Speed  
Marca : Buehler  
Serie : 316-CCX-R-1949  
Año : 1984

Donante: CIMATEC - Lima

9. *Bomba de vacío*

Tipo : B8 3/2  
Marca : Ing. Brizio Basi  
Serie : 1432

Donante: Istituto per Cooperazione Universitaria (ICU)

10. *Microscopio estereoscopio completo*

Tipo : SMZ1  
Marca : Nikon  
Serie : 20407 E

Donante: Istituto per Cooperazione Universitaria (ICU)

11. *Amplificadora fotográfica DURST 609*  
*revelado en B/N*

Donante: Diario *El Tiempo* - Piura

12. *Microscopio metalográfico - fotográfico*

Modelo : CSF/1  
Marca : Officine Galileo  
Serie : 00130  
Año : 1977

Donante: Istituto per Cooperazione Universitaria (ICU)

13. *Equipo para corrosión*

13.1 Metalloscan

Marca : Amel  
Modelo : 556  
Año : 1987

Donante: Istituto per Cooperazione Universitaria (ICU)

13.2 Potenciostato - Galvanostato

Modelo : 551 - Amel  
Año : 1987  
Serie : 86137  
Alimentación : 220 V A.C - 50 - 60 Hz - 80 W  
Max. voltaje de  
línea : 250 V A.C

13.3 I/E Convertidor

Rango de corriente : 7 desde 10A a 1A  
Rendim. de voltaje : máx. rendimiento de la escala 1V.

ELECTROMETER

Sensibilidad : 0,1 % del rango que se use.

AMMETER

Rango de corriente : 5 desde 10A a 1A

PODER : 220 V AC + 10%; 50 - 60 Hz, 80 W

Tensión máx. de línea : 250 V A.C.

13.4 Generador de funciones digital

Modelo : 567 - Amel  
Serie : 86199  
Año : 1987  
Delay range : desde 0 a 999 seg.  
Steprise - time : 40 V/S

13.5 Interfase potencióstato a registrador

Modelo : 560/A - Amel  
Serie : 86212  
Año : 1987

13.6 Electrómetro para ensayos de corrosión

Modelo : Amel 668  
Serie : 89129  
Año : 1993

13.7 Corrosímetro

Marca : Atel  
Modelo : AP 101  
Serie : 387  
Año : 1989

Donante: Istituto per Cooperazione Universitaria (ICU)

13.8 Corrohmetro

Marca : Atel  
Modelo : PD 203  
Serie : 366  
Año : 1989

Donante: Istituto per Cooperazione Universitaria (ICU)

13.9 Medidor de espesores de recubrimientos

Modelo : Duocheck ST1  
Marca : Namicon  
Serie : DST1 - 0387  
Año : 1990

Donante: Istituto per Cooperazione Universitaria (ICU)

14. *Tratamientos térmicos*

14.1 Horno

Marca : M & T Forni Industrial SRL  
Año : 1987

Donante: Istituto per Cooperazione Universitaria (ICU)

14.2 Horno

Marca : M & T Forni Industrial SRL

Año : 1987

Modelo : FM 30

Donante: Istituto per Cooperazione Universitaria (ICU)

15. *Electroquímica*

Analizador electrolítico

Modelo : 112

Marca : Italiana (S/M)

Año : 1980

Donante: Istituto per Cooperazione Universitaria (ICU)

16. *Ensayos no destructivos*

Equipo ultrasonidos

Tipo : MG/7

Marca : GILARDONI

Serie : P3488/15

Año : 1978

Donante: Istituto per Cooperazione Universitaria (ICU)

17. *Balanza analítica*

Tipo : H 80/6

Marca : Mettler

Serie : P09075

Año : 1982

Alimentación : 220 V

Donante: Istituto per Cooperazione Universitaria (ICU)

18. *Multímetro digital Data Logger*

Marca : Pantec

Año : 1989

Modelo : PAN-9121

Donante: Istituto per Cooperazione Universitaria (ICU)

19. *Multímetro digital*

Marca : Phillips

Modelo : PM 2521

Serie : DY0313230

Año : 1987

Donante: Istituto per Cooperazione Universitaria (ICU)

20. *Análisis químico de aleaciones*

Equipo analizador de carbono y azufre

Marca : Leco

Modelo : CS - 244

Año : 1990

Donante: Istituto per Cooperazione Universitaria (ICU)

21. *Ensayos mecánicos*

21.1 Microdurómetro

Marca : OFFICINE GALILEO

Modelo : DG 901

Serie : 04-8429

Año : 1987

Donante: Istituto per Cooperazione Universitaria (ICU)

21.2 Durómetro

Tipo : A - 200

Marca : Officine Galileo

Año : 1977

Donante: Istituto per Cooperazione Universitaria (ICU)

21.3 Péndulo Charpy

Marca : Galdabini

Modelo : CH/30

Serie : 29654/5

Año : 1978

Donante: Istituto per Cooperazione Universitaria (ICU)

21.4 Máquina probadora universal

Tipo : PMT/5

Marca : GALDABINI

Año : 1979

Donante: Istituto per Cooperazione Universitaria (ICU)

22. *Equipo de cómputo*

02 Computador Pentium III

01 Impresora HP DeskJet 880C

## ANEXO 7

### INSTITUTO PERUANO DE ENERGÍA NUCLEAR

#### 1. DATOS SOBRE LA INSTITUCIÓN

##### a. Dirección

Sede Central: Av. Canadá 1470, San Borja, Lima 41  
Centro Nuclear RACSO: Huarangal s/n, Puente Piedra

##### b. Adscripción

Instituto que depende del Ministerio de Energía y Minas.

##### c. Carácter público o privado

Institución estatal con régimen privado.

##### d. Descripción del perfil institucional

El Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) es un Organismo Público Descentralizado (OPD), creado el año 1977, que cuenta con financiamiento permanente del Estado Peruano y con financiamiento adicional del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y el CONCYTEC para sus actividades relacionadas con la investigación científica. Su situación de OPD le da gran autonomía y libertad de acción y su presupuesto es otorgado directamente por el Ministerio de Economía y Finanzas. El IPEN es el único instituto nacional que tiene actividades en el campo de la Ciencia de los Materiales usando técnicas analíticas para la identificación y cuantificación de elementos y las características estructurales de los materiales, donde particularmente destacan las técnicas nucleares.

El IPEN es la institución en donde el gobierno peruano ha hecho la mayor inversión en ciencia y tecnología, la misma que asciende a más de US\$ 120 millones, principalmente en infraestructura y equipamiento nuclear. Durante los primeros 25 años los esfuerzos de inversión se enfocaron principalmente en la construcción y puesta en operación de un reactor nuclear de investigación de 10 MW de potencia. En este tiempo, el IPEN ha logrado construir, equipar y transferir al sector privado una Planta de Irradiación Multiuso, para la conservación de alimentos, esterilización de material quirúrgico y preservación de material arqueológico perecible, entre otras aplicaciones. En los últimos cinco años se ha logrado hacer algunas publicaciones en revistas científicas indexadas, pero mayormente sus trabajos se encuentran como reportes técnicos internos y como artículos en "proceedings" de congresos internacionales.

La tendencia institucional actual es apoyar a la investigación, impulsando el incremento significativo del número de publicaciones en revistas indexadas y complementar sus ingresos económicos con servicios científico-tecnológicos. Recientemente el IPEN ha reforzado su plana de investigadores y cuenta con trece doctores en ciencias en las áreas de Física, Química y Biología Molecular con el compromiso de trabajar conjuntamente en problemas multidisciplinarios. Se cuenta así mismo con un flujo permanente de cinco a diez tesis y practicantes remunerados, por año, provenientes de todas las universidades del país para el área de materiales. Estos son seleccionados mediante concurso público.

En la actualidad el IPEN está diseñando su plan estratégico para los próximos 10 años, en el cual se está considerando al área de los *materiales como línea estratégica de desarrollo*. El IPEN es la única institución en el país que dispone de técnicas nucleares para el análisis de los materiales.

e. Relaciones con el sector industrial local y nacional

El IPEN da servicios públicos generando fuentes de radioisótopos para hospitales y clínicas, ofrece apoyo técnico a las funciones regulatorias, brinda análisis químicos con activación neutrónica y fluorescencia de rayos-x. Pero no tiene aún vínculos efectivos con la empresa.

f. Fondos destinados a la investigación

Considerando los fondos estatales y los de la cooperación internacional (OIEA), anualmente para los proyectos de investigación se tiene alrededor de un millón de dólares.

g. Recursos de bibliotecas, hemerotecas y bases de datos

La biblioteca del IPEN es relativamente pequeña, no tiene suscripción en revistas científicas pero tiene acceso a la base de datos de la OIEA, lo que le permite acceder a una cantidad significativa de revistas científicas.

h. Recursos computacionales y conectividad

Existe un centro de cómputo que permite la conectividad de todas las oficinas y todos los investigadores tienen acceso a ella. El Instituto tiene una red interna de comunicación entre todo el personal que labora tanto en el Centro Nuclear como en la Sede Central.

## 2. GRUPOS DE INVESTIGACIÓN RELEVANTES A LA CM

En el IPEN las labores afines a la CM las han realizado los físicos y químicos. En física se está diseñado un difractor de neutrones que se espera concluir el 2004; en química la labor fundamental ha sido la implementación de técnicas analíticas basadas en técnicas nucleares como la radioquímica, activación neutrónica, fluorescencia de rayos-x, etc.

Este año el IPEN ha realizado un plan agresivo de impulsar la CM, para ello ha contratado a seis doctores en física y química que trabajan en CM y está diseñando su plan estratégico (se espera concluir en enero del 2003), para el cual ha recibido un importante apoyo de la OIEA. Se espera que este impulso obtenga frutos en un plazo inmediato. Este grupo de materiales está elaborando los proyectos a iniciarse el próximo año, y estos son los siguientes:

1. Fabricación y caracterización de óxidos de metales de transición y mezclas para diferentes aplicaciones: sensores de gas, celdas fotovoltaicas, fotocatalisis, celdas de combustibles y baterías secundarias (en colaboración con la UND).
2. Mejoramiento de especies madereras usando la irradiación gamma y mezclas maderapolímero (en colaboración con el CITEmadera y GEA, Grupo Empresarial Amazónico).

## 3. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE

El Instituto cuenta con un Centro Nuclear de Investigaciones, el cual ha representado una inversión de US \$ 150 000 000 y se encuentra operando activamente. El centro cuenta con un reactor nuclear de investigación de tipo MTR (Material Testing Reactor) que tiene un flujo

neutrónico de  $10^{14}$  n cm<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>. El reactor está provisto de diversas facilidades de irradiación, tales como 09 posiciones "in core", un sistema neumático, 04 haces radiales de neutrones, un haz tangencial de dos salidas y una columna térmica. Actualmente se utilizan algunas de las facilidades "in core" y el sistema neumático para la producción de radioisótopos y para el análisis por activación neutrónica de muestras diversas, entre las cuales destacan las de cerámicos arqueológicos, con fines de caracterización para estudios de procedencia. Uno de los haces radiales está asociado a una facilidad de neutrografía (radiografía con neutrones) que se encuentra plenamente operativa y otro está asociado a un difractor de neutrones de doble eje, que se encuentra actualmente en construcción.

El Centro Nuclear cuenta con laboratorios de investigación, asociados al reactor, en las áreas de Química, Física, Ciencia de los Materiales y Biología Molecular. El equipamiento relevante con que cuentan los tres primeros laboratorios incluye dos espectrómetros gamma de alta resolución y un equipo de fluorescencia de rayos X provisto de 04 salidas, de las cuales actualmente solo se utiliza una para análisis mediante el método de reflexión total. También se cuenta en estos laboratorios con diversos equipos menores, tales como balanzas analíticas electrónicas (02), medidores digitales de pH (02), hornos de mufla (02), estufas (02), espectrofotómetro UV-visible PERKIN-ELMER Lambda 3B (01), espectrofotómetro de absorción atómica PERKIN-ELMER 373 (01). Estos dos últimos equipos son considerablemente antiguos pero se encuentran operativos y han sido comunicados con una computadora personal mediante una tarjeta de adquisición ADVANTECH PCL711B y aplicaciones desarrolladas en el laboratorio empleando el programa LabWindows de NATIONAL INSTRUMENTS. Otro equipo que ha sido desarrollado en el laboratorio de química y se encuentra operativo es un analizador polarográfico computarizado. El Laboratorio de Física cuenta con un taller de desarrollo electrónico medianamente equipado que permite el diseño y construcción de prototipos funcionales de instrumentos y componentes diversos. En otros laboratorios del Instituto se cuenta así mismo con algún equipamiento relevante, tal como por ejemplo, un espectrofotómetro de FTIR NICOLET Impact-410 y un espectrofotómetro UV-visible HITACHI 2000. El instituto cuenta también con talleres de mecánica fina provistos de máquinas-herramientas que permiten el desarrollo de diversos componentes mecánicos de la instrumentación. El laboratorio de Biología Molecular es aún incipiente pero cuenta con algún equipamiento como termociclador (01) y microscopio de fluorescencia (01), y algunos equipos menores. Este laboratorio es importante y se piensa orientarlo hacia la genómica y el desarrollo de biomateriales.

#### 4. EQUIPAMIENTO EN PROCESO DE ADQUISICIÓN

Mediante donaciones y financiamiento extranjero, se encuentran actualmente en proceso de adquisición los siguientes equipos y componentes cuya llegada se concretará durante el año 2003: a) 01 espectrómetro gamma de alta resolución y módulos de repuesto para reforzar la instrumentación actualmente disponible; b) 01 espectrómetro ICP-AES simultáneo; c) 01 espectrómetro de FRX y componentes de repuesto para el que se encuentra actualmente disponible; d) 01 microscopio electrónico de transmisión de 200 kV, PHILIPS AS400. Así mismo se está proyectando el desarrollo y construcción de un sistema robótico de precisión para la elaboración de los llamados "chips de ADN".

Dentro de la línea de investigación de materiales arqueológicos se propone instalar un laboratorio de datación mediante <sup>14</sup>C, que sea competitivo a nivel internacional. La

infraestructura civil sería financiada por el Instituto, pero se solicitará financiamiento internacional para el equipamiento y la capacitación de la primera generación del personal a cargo. El equipamiento incluye un contador de centelleo líquido de alta performance y ultra bajo fondo, 06 líneas de síntesis de benceno para poder manejar unas 06 muestras / semana y un espectrómetro de masas para efectuar las correcciones por contenido de <sup>13</sup>C. La inversión necesaria bordea o supera los US \$ 500 000 pero es de gran importancia e interés para el país, ya que actualmente los arqueólogos peruanos realizan unos 200 análisis anuales, enviando las muestras a laboratorios extranjeros, con un costo del orden de US \$ 1 000 por cada muestra.

## 5. RECURSOS HUMANOS

El Instituto cuenta actualmente con una plana estable de alrededor de cien personas, entre científicos, ingenieros y técnicos especializados. El personal científico dedicado a diversos aspectos de la ciencia de los materiales está constituido por unas 15 personas, de las cuales 08 son doctores (06 recientemente incorporados para estimular las investigaciones en CM), 02 son magísteres, 02 son técnicos y el resto tiene los estudios de maestría terminados pero no ha optado el grado. Los salarios actuales del personal son competitivos a nivel nacional y latinoamericano.

Personal que trabaja en CM a partir de junio 2002:

Walter Estrada (Doctor en Física, Programa cooperativo UNI-Chalmers University)

Juan Rodríguez (Doctor en Física, Programa cooperativo UNI-Universidad de Uppsala)

José Solís (Doctor en Física, Programa cooperativo UNI-Universidad de Uppsala)

Justo Rojas (Doctor en Física, Universidad de Ucrania)

Julio Santiago (Doctor en Química, Universidad de Luissane)

## 6. POSTGRADO

El IPEN no puede ofrecer postgrados según las leyes peruanas. Pero ha establecido convenio de cooperación con la UNI para que los estudiantes admitidos mediante concurso abierto realicen su maestría en las líneas de Física Médica y Física Nuclear. Los grados son conferidos por la UNI. Los estudiantes admitidos son subvencionados (becados) por el IPEN por dos años más un año adicional para la realización de sus trabajos de tesis. Es la única institución del país que ofrece becas de estudio de maestría de una manera sostenida. Aunque su campo está restringido a las técnicas nucleares, dentro del plan estratégico se está considerando extender estas becas en CM.

La plana docente está conformada por profesionales e investigadores del IPEN y de la UNI. Eventualmente, la OIEA financia la estada de expertos internacionales para el desarrollo de cursos de especialización. En los últimos 5 años han egresado con maestría a partir de estos programas alrededor de 2 maestros por año.

## ANEXO 8

### FICHAS DE ENLACE

1. Proyectos específicos de innovación en empresas privadas y cuyo desarrollo tenga impactos importantes en la economía y el bienestar en el corto o mediano plazo

- Desarrollo de aleaciones metalúrgicas con valor agregado: Zamak.
- Desarrollo de polvos metálicos y no metálicos: Zn, Cu, Ni, Sn, ZnO, SnO<sub>2</sub>.
- Desarrollo de especies maderables nativas con valor agregado: preservación, secado y modificación.
- Desarrollo de materiales de bioadsorción para la minería.
- Desarrollo de materiales de referencia para metales: Au, Ag, Cu, Zn.
- Desarrollo de materiales convertidores catalíticos para automóviles.
- Desarrollo de fibras optimizadas de camélidos para uso textil.
- Desarrollo de quitosano y derivados para...

2. Temas de investigación y desarrollo científico en universidades y centros de investigación cuyo desarrollo tenga impactos importantes en la economía y el bienestar en el corto o mediano plazo

- Fabricación y caracterización de la tecnología de óxidos metálicos nano-particulados.
- Síntesis y caracterización de materiales funcionales para cátodos aplicables a: sensores de gas, celdas de combustible, baterías y catalizadores.
- Desarrollo y caracterización de materiales compuestos madera-plástico.
- Síntesis de metales y óxidos de alta pureza.
- Desarrollo de materiales que optimicen la explotación de minerales.
- Investigación en fibras de camélidos para uso textil.

3. Personas o instituciones de reconocido prestigio a nivel internacional que pueden participar como jurado en la evaluación de proyectos de innovación, CyT.

- Claes Granqvist, Universidad de Uppsala, Dept. de Física del Estado Sólido, Suecia
- Fernando Ponce, Arizona State University, Dept. Física, Arizona, USA
- Vilho Lantto, Laboratorio de Materiales y Microelectrónica, Universidad de Oulu, Finlandia
- Víctor Castaño, Universidad de Querétaro,
- Dwight Acosta, Instituto de Física, UNAM, México
- Anders Hagfeldt, Physics Chemistry Dept., Uppsala University, Sweden
- Annette Gorenstein, Instituto de Física, UNICAMP, Brazil
- Dirk Van Dyck, University of Antwerp, Physics Dept.
- Miguel Blesa, División de Química, CONEA, Argentina
- Mario Miki, Dept. Ciencia de los Materiales, CINVESTAV, Chihuahua, México
- Julio Alegre, ICRAF (World Agroforestry Centre), Lima
- Emilio Ley, Doe Run Peru, Lima 27, Perú