

LAS ACTIVIDADES DE INVESTIGACION Y DESARROLLO EN CHILE

La Corporación de Promoción Universitaria y la Academia de Ciencias del Instituto de Chile acordaron realizar este año un ciclo de reuniones públicas, con la finalidad de analizar el desarrollo científico en nuestro país, especialmente a nivel universitario.

El ciclo de conferencias tuvo una amplia acogida y llegaron a participar, incluso, profesores Universitarios de Valdivia, Concepción, Valparaíso y La Serena. El programa centró su interés en las disciplinas matemáticas, físicas, química, biología, ciencias de la tierra, ciencias del mar, ciencias agropecuarias, ciencias de la ingeniería y ciencias médicas.

En el documento de presentación de conferencias, se destaca la importancia que la ciencia y la tecnología han adquirido en el proceso de desarrollo económico y social.

Junto con mencionar la relación positiva que existe en los países desarrollados entre progreso técnico y crecimiento económico, se indica que el concepto simplista del optimismo tecnológico en los países industrializados ya está superado. En las últimas décadas se considera que si bien la ciencia

y la tecnología tienen el potencial para contribuir al desarrollo, es necesario superar las estructuras actuales de las actividades científicas y tecnológicas, ya que las existentes tanto en los países desarrollados como en los subdesarrollados, parecen reforzar, por lo menos parcialmente, las condiciones del subdesarrollo.

En América Latina, y en Chile en particular, gran parte del potencial y de la actividad científica tecnológica está radicada en la Universidad. Ello es especialmente significativo en la llamada ciencia básica.

El propósito del programa "Las actividades de investigación y desarrollo en Chile", fue analizar la situación actual del desarrollo de las más importantes disciplinas científicas y tecnológicas en las Universidades del país. A través de estudios, testimonios y análisis de personeros de la comunidad científica nacional se trató de conocer y evaluar antecedentes y perspectivas sobre la actividad científica y tecnológica nacional, con un sentido básicamente cualitativo. La esperanza de los organizadores es que los resultados que se hayan obtenido del programa sirvan para diseñar políticas y mecanismos

NOTICIAS

sobre esta importante actividad del desarrollo nacional.

Cada tema fue analizado desde el punto de vista del desarrollo histórico de la disciplina, características de los grupos de investigación, productividad, financiamiento, promoción y sistemas de evaluación, prioridades, recursos humanos, cooperación, relaciones y políticas.

La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, participó en este ciclo de charlas con tres exposiciones relacionadas con la ingeniería antisísmica, la ingeniería de transporte y con la investigación en las ciencias de la tierra.

LAS CIENCIAS DE LA INGENIERIA EN CHILE: INGENIERIA ANTISISMICA.

En esta parte del programa, corresponde hablar ya no de Ciencias Puras, sino que de ciencias aplicadas con una no despreciable cuota de tecnología. La complejidad del mundo moderno desdibuja la frontera entre las distintas disciplinas que aplica el ingeniero. El conocimiento no se puede parcelar en compartimientos estancos. Muchos de los problemas de la ingeniería están tan ligados a los problemas sociales como lo están a la ciencia pura.

Las limitaciones de una clasificación académica se hacen evidentes. No obstante estas dificultades, sigue en pie el concepto clásico que la actividad ciencia-ingeniería tiene un esqueleto central ciencia básica-ciencia de la ingeniería-ciencia aplicada (tecnología).

Debe existir un adecuado equilibrio en el sistema científico-tecnológico. Este equilibrio se refiere a la existencia ponderada de actividades de investigación, cuya motivación va desde el extremo de "saber por saber" hasta el de "saber por resolver", de investigaciones cuya motivación emana de inquietudes interiores hasta aquellas que se desarrollan por encargos específicos y de investigaciones que emplean técnicas teóricas hasta aquellas que usan metodologías experimentales. La Ingeniería Antisísmica es una ciencia joven y en Chile reviste especial importancia. Como país en desarrollo, los efectos destructores de un terremoto revisten una mayor importancia relativa que en el caso de un país desarrollado. En 1960, los terremotos que afectaron a Chile, los más violentos de este siglo en el mundo, causaron daños por

US\$ 500.000.000, cifra que equivale al 50% del presupuesto de la nación de ese año. Desde la conquista española, el territorio chileno ha sufrido unos 50 terremotos devastadores en diferentes zonas del país, algunos de ellos acompañados de severos maremotos. La destrucción ha obligado, en poco más de 400 años, a reponer el capital nacional una o dos veces más rápidamente que lo normal. Sin la destrucción sísmica, el capital nacional sería hoy considerablemente superior. A las pérdidas materiales, debemos agregar las de vidas humanas que en 1939, para el terremoto de Chillán llegaron a 40.000 muertes, un 8 por ciento de la población del país en ese momento.

Tras dar una breve información sobre los sismos registrados en el país durante el siglo pasado, el expositor se refirió al terremoto e incendio de Valparaíso, el 16 de agosto de 1906, que motivó al Rector de la Universidad de Chile, Valentín Letelier a proponer, tres meses después, la creación de un servicio de Sismología y solicitar la contratación por parte del gobierno, del Conde Fernando de Montessus de Ballore, experto estudioso de la materia.

En 1908 se crea el Instituto Sismológico de la Universidad de Chile iniciándose así la investigación sistemática.

Por otra parte, en el terreno de la protección sísmica de las construcciones nada se hizo durante muchos años, excepto algunas disposiciones de la corona española tras el terremoto del Señor de Mayo, en el siglo XVII. En 1930, tras el sismo que cuatro años antes afectó a Talca, el gobierno ordenó la dictación de la Ordenanza General de Construcción y Urbanización, iniciándose así los estudios propiamente tales en materia de ingeniería antisísmica. A partir de 1939, con el terremoto de Chillán, esta Ordenanza recibió importantes modificaciones; entre ellas, introdujo dos conceptos básicos: que la acción de los temblores sobre la construcción consiste en una vibración y no empuje y que la mayor o menor rigidez de las construcciones son un factor de gran importancia en su comportamiento ante los terremotos.

En la ordenanza de 1942 se introdujeron nuevas modificaciones en 1945. En 1956 el primer congreso mundial de ingeniería sismorresistente, celebrado en Berkeley EE.UU. dio origen a la International Association for Earthquake Engineering y

marca un hito importante en el desarrollo de esta disciplina. A partir de entonces, la especialidad ha cobrado cada vez mayor importancia y los ingenieros fueron apartándose de las normas oficiales para adoptar los sistemas americanos de cálculo. La situación se normalizó en 1962, con la dictación de la norma chilena respectiva. En 1963, se celebró el primer congreso nacional de la asociación chilena de sismología e ingeniería antisísmica y en 1969, la entidad organizó en Santiago la cuarta conferencia mundial.

La filosofía del diseño sismorresistente de edificios está bien establecida y propone prevenir daños estructurales y minimizar los daños no estructurales frente a terremotos que ocurren raramente. Esta filosofía está en completo acuerdo con el concepto de diseño integral. Bajo este aspecto, debe tenerse en cuenta que el daño de un edificio puede ser la consecuencia de diferentes efectos sísmicos.

- Falla del terreno por ruptura de una falla o debido a las ondas sísmicas.
- Vibraciones transmitidas desde el terremoto a la estructura.
- Tsunamis y seiches, movimientos oscilatorios que se producen en los lagos.
- Otros fenómenos asociados como inundaciones e incendios.

El efecto sísmico que generalmente preocupa al ingeniero estructural es la vibración del edificio en respuesta al movimiento del suelo en sus fundaciones.

Una eficiente construcción antisísmica requiere de la atención cuidadosa del diseño sísmico total, construcción y mantenimiento.

Por otra parte, el desarrollo de la tecnología ha llevado a la ingeniería a enfrentar nuevos problemas, como garantizar el no colapso de plantas núcleo-eléctricas durante un sismo. Una falla sísmica produciría un desastre ecológico, ya que por sus necesidades, estas plantas están cerca de los lugares de consumo, lo que podría significar que por largo tiempo grandes regiones permanecieran inhabilitadas.

La ingeniería sísmica es pues una disciplina que se relaciona con la ingeniería estructural, la sismología, la arquitectura, la sismotectónica, la geología aplicada a la ingeniería y la mecánica de suelos. También se plantean problemas socioeconómicos cuando se trata de definir el valor que la sociedad

está dispuesta a pagar por protegerse del riesgo sísmico.

INVESTIGACION EN INGENIERIA ANTISISMICA.

Los trabajos se desarrollan en 13 siguientes áreas.

- Historia sísmica, sismicidad, riesgo sísmico e instrumentación.
- Información geológica y geofísica, relación geología-daños.
- Análisis espectral de acelerogramas, medidas de intensidad.
- Interacción suelo estructura.
- Características dinámicas de edificios chilenos.
- Estudios de fachadas, muros y otras estructuras.
- Comportamiento dinámico de estructuras, métodos de análisis, distribución de fuerzas sísmicas.
- Dinámica de suelos.
- Edificios menores.
- Refuerzo y reparación.
- Líneas de sustentación.
- Estudios socioeconómicos.
- Normas y ordenanzas.

PUBLICACIONES

Las investigaciones realizadas en el país en la materia corresponden a publicaciones internas de los departamentos universitarios respectivos, trabajos presentados a congresos nacionales e internacionales y trabajos publicados en publicaciones nacionales e internacionales.

LA INVESTIGACION EN LA UNIVERSIDAD DE CHILE

En la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile existen tres grupos que se dedican a la investigación en ingeniería antisísmica, cuya actividad es reconocida por la Organización de Estados Americanos (OEA), como centros de excelencia académica regional en ingeniería antisísmica y sismología.

- Departamento de Geología y Geofísica.

Trabajan en sismología 3 PhD, dos Magister en Geodesia y un ingeniero civil.

Hay dos investigadores realizando estudios en el extranjero y 4 estudiantes siguiendo el curso de magister, interesados en la línea de investigación.

NOTICIAS

— Instituto de Investigación y ensayos de materiales, IDIEM.

En dinámica de suelos trabajan cinco ingenieros, todos en grado de magister.

Hay tres ingenieros que colaboran con un grupo de investigación en Hormigón.

INSTALACIONES

Se cuenta con una red nacional de acelerógrafos de movimientos fuertes, distribuidos de Arica a Puerto Montt. Además se cuenta con el apoyo del Centro de Computación y con las instalaciones del IDIEM que comprenden equipos sísmicos de geotecnia e instalaciones para ensayo dinámico de estructuras.

Por otra parte, cabe destacar la labor de investigación coordinada con institutos y organismos internacionales, así como con Universidades extranjeras.

También deben mencionarse los vínculos permanentes con centros sismológicos de varias partes del mundo.

FINANCIAMIENTO

Tres fuentes fundamentales son las encargadas de entregar los fondos para la labor de investigaciones que realiza nuestra Universidad en el campo de la ingeniería sísmica.

- Proyectos financiados por la Oficina Técnica de Desarrollo Científico.
- Proyectos financiados con fondos de la Universidad.
- Proyectos financiados a través de convenios especiales con entidades nacionales o extranjeras.

INGENIERIA DE TRANSPORTE

Luego de hacer una breve definición de lo que implica el término transporte, tanto en definición como concepto e implicancias, se efectuó un completo análisis de la historia del transporte en el mundo y en Chile.

Al tratar el punto del avance científico y tecnológico de las ciencias en general y del transporte en particular, se destaca que la ciencia pura no

puede ser separada de la ciencia aplicada, ya que la primera no avanza sin contar con la segunda y con la inventiva que ésta involucra que le proporciona nuevas herramientas e instrumentación la que, a su vez, progresa con los nuevos descubrimientos científicos, formando un círculo autoalimentador, que las interrelaciona y logra multiplicar el progreso.

El Transporte en Chile:

La forma territorial del país presenta para los estudiosos características muy extraordinarias.

Ningún país del mundo posee una longitud de 4 mil kilómetros, un ancho medio de 180 kilómetros; una diferencia de cotas, en el sentido transversal, de 5 kilómetros y una población mal distribuida.

Desde el punto de vista del transporte, esto significa que las cuatro vías de los medios tradicionales de transporte, camino-ferrovía-mar-aire, discurren prácticamente en una faja de 90 kilómetros de ancho medio que en muchos tramos, especialmente en la mitad norte, se reduce a unos 60 kilómetros, con el agravante de que el camino y la ferrovía a lo largo de 3.000 kms. (Iquique-Puerto Montt) se desarrollan casi una al lado del otro; en tanto que en la zona Austral, son las vías aéreas y Marítimas de cabotaje, las que también lo hacen relativamente cerca la una de la otra, a lo largo de 500 kms. entre Puerto Montt y el Istmo de Ofqui.

Este paralelismo de las vías involucra ventajas, pero mayores son las desventajas para el usuario.

Entre las ventajas se menciona que el usuario cuenta con tres o cuatro distintos modos para elegir, la competencia obliga a bajar las tarifas al mínimo posible y teóricamente, se dispone de un mejor servicio. Pero las desventajas son muchas más, competencia obligada de todos los medios, en circunstancias que dos serían suficiente para la pugna, costo nacional alto al ser instalados todos los medios de transporte en disputa de una misma y escuálida carga, que en definitiva elimina a uno o más de los mismos por su mayor costo o lentitud, perdiéndose recursos que por prioridad pudieran ser usados en otros fines de mayor beneficio social; los porcentajes de ocupación de cada medio son inferiores a su real capacidad; el aprovechamiento indebido del modo elegido, por brindar condiciones aparentemente favorables; derroche del elemento energético; dificultad para la auto coordi-

ACTIVIDADES



Académicos de la Facultad participan activamente en el ciclo de conferencias sobre las "Actividades de Investigación y Desarrollo en Chile".

nación adecuada de los modos; uso inadecuado de un medio en tramos determinados; menores posibilidades de mejorar los medios más útiles por falta de retribución de la explotación, derivada de la competencia excesiva.

Este desequilibrio entre ventajas y desventajas y su impacto en la economía nacional, obligan a analizar con detenimiento cualquier experiencia o fórmula foránea, además de comprobada y adaptada a la realidad del transporte en Chile.

La Ingeniería de Transportes en la Universidad de Chile.

Desde sus albores, esta disciplina ha estado presente en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

En 1853, 11 años después de la creación de este centro de estudios superiores, se ofreció la carrera de Ingeniero de Puentes y Caminos. En 1889 se modificó el plan de estudios y se crearon la carrera

de Ingeniero de Puentes, Caminos y Construcciones Hidráulicas y la de Ingeniero de Ferrocarriles, Telégrafos y Puertos.

En 1924, estas carreras aparecen refundidas en su forma actual, Ingeniero Civil.

En 1946 se modificaron los planes de estudio y se crearon tres menciones, una de ellas Transporte, situación que en términos generales se mantiene hoy en el Departamento de Ingeniería Civil. Entre 1968 y 1971, se amplió notoriamente la especialidad, con la creación de los actuales grupos de investigación en ingeniería de transporte dependientes de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

La acción de estos grupos de investigadores llevó al desarrollo de una visión más integral de la disciplina. En 1974 se decía que "la Ingeniería de Transporte se aboca a la resolución del problema del traslado de objetos y personas como acción y

NOTICIAS

como efecto, tanto en sus proyecciones espaciales como en los aspectos infraestructurales y operacionales.

El Ingeniero de Transporte aun cuando fundamentalmente se ocupa de cualquiera de estas tres áreas debe, en su labor, integrar sus conocimientos de manera de enfocar globalmente el problema para aportar con acciones específicas a la consecución del objetivo buscado. Los avances, tanto teóricos como prácticos en el campo de la Ingeniería de Transporte, hacen de ella un pilar fundamental del progreso y desarrollo de las naciones.

Dentro de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, existen dos grupos de trabajo en Ingeniería de Transporte. Uno en el Departamento de Ingeniería Civil y otro en el Departamento de Ingeniería Industrial. Este se orienta a la aplicación de la ingeniería de sistemas al transporte. La actividad de ambos es coordinada y complementaria; realizan en forma conjunta proyectos de investigación, extensión y prestación de servicio y guías de memorias de título.

La sección Ingeniería de Transporte del Departamento de Ingeniería Civil desarrolla su actividad académica en las siguientes áreas específicas: teoría general del transporte, diseño de infraestructura para el transporte caminero, ferroviario, marítima, aéreo y urbano; medios especiales y no tradicionales de transporte; tecnologías de transporte; ingeniería de tránsito; planificación del transporte urbano e interurbano; desarrollo y tendencias históricas del sector transporte; Economía; evaluación social de proyectos; modelación de sistemas de transporte; análisis de flujos en redes; estudios de demanda; desarrollo de software computacional del apoyo a las restantes áreas.

Por su parte, el grupo de Transporte del Depto. de Ingeniería Industrial, desarrolla su actividad académica en varias áreas, entre ellas: Planificación y Evaluación de Proyecto de transporte; Metodologías de estimación de demanda por Transporte, Planificación regional; planificación urbana, modelamiento de sistemas de transporte y en general, en todas aquellas áreas disciplinarias que se requieren para un enfoque integral de los problemas de transporte.

En aplicaciones más específicas el grupo de Ingeniería Industrial se ha especializado en la Evaluación de Proyectos de Transporte Urbano; Trans-

porte Carretero y la Evaluación de proyectos portuarios y marítimos y últimamente en Contaminación Ambiental.

Los grupos de Transporte de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile están constituidos por 8 investigadores de jornada completa. 7 de ellos son Ingenieros Civiles y uno, Ingeniero comercial. Hay 1 Phd, 3 candidatos a Doctor y cinco con grado de MSc. Colaboran también en las actividades del grupo, 14 profesores de jornada parcial, todos ellos Ingenieros Civiles.

Además, se suma a ellos un grupo de gran valor, en permanente renovación. Se trata de los memoristas del área, los cuales en su mayor parte realizan sus memorias en temas que forman parte de los proyectos de investigación de mayor alcance, dirigidos por los investigadores de jornada completa. En julio de 1981 existían 63 de estos memoristas.

PUBLICACIONES

Las investigaciones de los grupos de trabajo de nuestra Facultad se publican tanto en el país como en el extranjero.

En el período 1976-1981, los trabajos finalizados llegaron a 130, divididos en publicaciones nacionales, publicaciones extranjeras, trabajos presentados en congresos, informes técnicos y tesis de título guiadas.

FINANCIAMIENTO

La investigación en Ingeniería de transporte se ha financiado principalmente con recursos propios de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Además, se ha contado con fondos provenientes de prestaciones de servicios y convenios adscritos con entidades nacionales y organismos internacionales.

PROMOCION Y SISTEMAS DE EVALUACION

La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile ha sido pionera en la aplicación de pautas académicas de calificación y promoción, así como en lo que atañe a evaluación de cargos. Y así, en 1968 implantó un sistema moderno, que se perfecciona paulatina, permanentemente, para procurar la implantación de un pro-

ACTIVIDADES

ceso cada vez más justo que considere los distintos aspectos asociados al fenómeno tan subjetivo de la evaluación de personas. Ese año, con el nuevo sistema, se dio nacimiento a una verdadera "carrera académica", definida como la de las personas que dedican en esta Universidad, su tiempo de trabajo completo a la investigación y la docencia fundada sobre ella, pudiendo dedicar gran parte de dicho tiempo, e incluso un período de su carrera, a la prestación de servicios si las necesidades de la docencia e investigación lo requieren.

LA INVESTIGACION DE LAS CIENCIAS DE LA TIERRA

La Geología, Geofísica y Geoquímica son las tres grandes disciplinas que pueden agruparse bajo el concepto de Ciencias de la Tierra. La primera es la de mayor tradición y desarrollo en el país y posiblemente la que como ciencia pura ha generado la mayor cantidad de conocimiento, que hoy es intensamente utilizado en prospección y evaluación de los recursos naturales del país.

En la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, la investigación básica y aplicada de las ciencias de la Tierra la realizan 9 grupos de investigación, que se han venido consolidando como tales desde el año 1960.

Hasta ahora, nuestra Universidad es la única que otorga los grados académicos de Magister y Doctor

en Ciencias, Mención Geología y Magister en Ciencias, mención Geofísica.

En la actualidad de los aproximadamente 300 profesionales en estas disciplinas, que trabajan en el área de Ciencias de la Tierra y el campo aplicado de ésta, un 20 por ciento pertenece a Centros de investigación universitarios. El resto se ubica en las empresas privadas y organismos del Estado.

LOS GRUPOS DE INVESTIGACION

En nuestra Facultad, como ya lo señalamos, laboran nueve grupos de investigación en esta área científica. Ellos son:

Paleontología y Estratigrafía, 4 personas.

Geología Regional, 8 personas.

Química y Vulcanología, 3 personas.

Geología Económica, 3 personas.

Sismología y Tectonofísica, 7 personas.

Meteorología, 6 personas.

Servicio Sismológico, 5 personas.

Geofísica Aplicada, 4 personas.

En cuanto a publicaciones, entre 1976 y 1980, el área de Geología produjo 103 publicaciones, 49 en Chile y 54 en el extranjero.

Por su parte, Geofísica elaboró 62 trabajos, 36 en nuestro país y 26 en el extranjero. Además se deben agregar 90 trabajos presentados en Congresos y simposios.

