

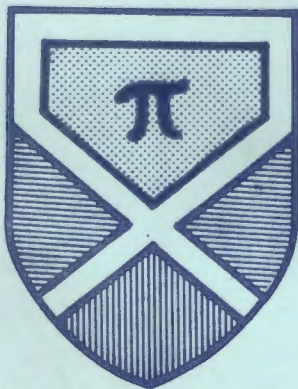
# *Documento*   **ACOFI 16**

## II FORO PREPARATORIO

de la IX Reunión Nacional  
de Facultades de Ingeniería

Cartagena 1 y 2 de Junio de 1989

“LAS FACULTADES DE INGENIERIA Y EL  
MEDIO EXTERNO”



**MEMORIAS**

Entidades Organizadoras:

ASOCIACION COLOMBIANA DE  
FACULTADES DE INGENIERIA, ACOFI

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL,  
UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

**PRESENTACION**

---

La Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, ACOFI, y la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad de Cartagena, se complacen en presentar las MEMORIAS del II FORO PREPARATORIO de la IX Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería, realizado en el auditorio "Ismael Guete", de la Universidad de Cartagena, los días jueves 1 y viernes 2 de junio de 1989, en el que se trató el tema: "LAS FACULTADES DE INGENIERIA Y EL MEDIO EXTERNO".

El presente documento contiene los textos correspondientes a las conferencias magistrales suministradas por los autores.

Debe destacarse de manera especial la participación como conferencista invitado del Ing. Vladimir Yackovlev, de origen venezolano, quién contribuyó con sus intervenciones, al éxito académico alcanzado. Igualmente, la cooperación de COLCIENCIAS, entidad que hizo posible la presencia en el evento de este destacado profesional.

La Asociación agradece a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena, al haber aceptado ser la sede del evento.

Confiamos en que este documento contribuya al desarrollo y fortalecimiento de los programas de Ingeniería del país.

**M F N**    **№ - 0017**  
**PACOF 17**  
**ACOFI**    **24 JUN. 1997**  
Centro de Documentación

PACOF 17 - 1989 / Mayo



## CONTENIDO

---

1. **Introducción**
2. **Programa del Foro**
3. **Saludo de bienvenida a cargo de la Sra. Rectora de la Universidad de Cartagena, Dra. Beatriz Bechara de Borge.**
4. **Palabras del Decano de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad de Cartagena, Ing. Alvaro Cubas Montes.**  
**"Las Facultades de Ingeniería parte Integral del Sector Productivo"**
5. **Palabras del Presidente de ACOFI y Vice-Rector de la Universidad de Los Andes, Ing. Ernesto Guhl Nannetti.**
6. **Conferencia inaugural a cargo del invitado especial, Dr. Vladimir Yackovlev, sobre el tema "Cooperación Universidad-Industria".**
7. **"La Investigación en la Universidad frente al Medio Externo" Ing. Alejandro Salazar Jaramillo, Decano Facultad de Ingeniería Universidad del Valle.**
8. **Conferencia Institucional de COLCIENCIAS "Las Facultades de Ingeniería y el Futuro Tecnológico del País" a cargo del Dr. Alfonso del Toro, Coordinador Programa de Gestión Tecnológica.**
9. **"Proyección de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes hacia el Medio Externo 1989" Ing. Hernando Durán - Decano de la Facultad de Ingeniería - Ing. Germán Cavalier Director Centro de Investigaciones Facultad de Ingeniería - CIFI.**

10. "Aprendizaje Tecnológico y Asimilación de Tecnología - Gerencia de Calidad" Dr. Vladimir Yackovlev.
11. "La Relación Tecnológica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia con el Medio Externo" Ing. Heberto Tapias Garcia, Director Centro de Servicios Técnicos CESET- Universidad de Antioquia.
12. "Perspectivas del Desarrollo Nacional y Formación Profesional" Ing. Miguel Ortega, Jefe Sección Suelos y Vías, Dpto. Ing. Civil Univ. Javeriana- Bogotá.
13. Conferencia Institucional del ICFES "La Formación Profesional en Ingeniería Acorde con las Necesidades de Desarrollo Nacional" a cargo del Ingeniero Alvaro Betancourt- División Formación Universitaria Subdirección Académica.
14. Lista de Asistentes.
-



## 1- INTRODUCCION

El desarrollo alcanzado en las ciencias y la tecnología en Colombia; su incidencia en la formación de los ingenieros y en el ejercicio de la profesión, hacen necesario el análisis detenido sobre la situación actual y las perspectivas de la CIENCIA y la TECNOLOGIA en las FACULTADES DE INGENIERIA.

El período comprendido entre julio de 1988 y junio de 1989, declarado AÑO NACIONAL DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA EN COLOMBIA sirve de marco propicio para la realización de esta labor. Hay que recordar que "mientras en los países industrializados se lleva a cabo la revolución científica y tecnológica, en Colombia es todavía incipiente el proceso de estructuración de una comunidad científica coherente y dinámica, impulsora de la ciencia en nuestro medio, capaz de desarrollar en su interior sistemas de validación, reconocimiento y difusión de trabajo de sus miembros. Esto trae como consecuencia que la brecha que nos separa de los países creadores de ciencia y tecnología se amplíe cada vez más". \*

En consecuencia, y como lo planteara el Presidente de ACOFI, se debe "fomentar un espíritu de investigación y de creatividad para plantear respuestas a las preguntas y difundir la idea de la importancia de la tecnología como medio para solucionar los problemas y las necesidades de una manera diferente a la dolorosa, desgarrada y violenta forma que ha tomado en nuestra sociedad hoy día". \*\*

Por lo anterior, el tema general escogido por la Asociación para ser tratado durante el año y de manera especial en la IX REUNION NACIONAL DE FACULTADES DE INGENIERIA es: "CIENCIA Y TECNOLOGIA EN LAS FACULTADES DE INGENIERIA".

El estudio del tema de la Reunión decidió hacerse mediante la realización de tres Foros Preparatorios en los cuales se hace la exposición y debate de los trabajos, así sean preliminares, en tal forma que el análisis facilite su enriquecimiento.

No se pretende por lo tanto producir documentos finales, ni conclusiones; se trata de que la discusión en la Reunión Nacional este sustentada por el estudio realizado durante el año.

Los temas escogidos para los Foros Preparatorios son:

1. "FORMACION EN CIENCIAS BASICAS" - I FORO
2. "LAS FACULTADES DE INGENIERIA Y EL MEDIO EXTERNO" - II FORO
3. "LA PRACTICA EN LA FORMACION UNIVERSITARIA" III FORO

---

\* Luis E. Mora Osejo. Presidente Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Revista: "Colombia, Ciencia y Tecnología", Vol 6 No. 3, Julio-Septiembre 1988. Artículo: "A propósito del Año de la Ciencia y la Tecnología", Pág 7.

\*\* Ernesto Guhl Mannetti. Presidente de ACOFI y Vice-Rector UniAndes. Revista: "Anales de Ingeniería", Vol. XCVI, No. 837. Artículo: "Tecnología en Colombia, Dependencia o Desarrollo Propio", Pág. 31.



## PROGRAMA DEL FORO

---

### Jueves 1 de Junio

#### Hora

#### Actividad

2:00 a 3:00 pm

Inscripciones finales y entrega de  
escarapelas y materiales a los  
asistentes.

3:30 a 4:30 pm

- Himno Nacional

- Saludo de bienvenida a cargo de la  
Sra. Rectora de la Universidad de  
Cartagena, Dra. Beatriz Bechara de  
Borge.

- Palabras del Decano de la Facultad  
de Ingeniería Civil de la Univ. de  
Cartagena, Ing. Alvaro Cubas Montes  
"Las Facultades de Ingeniería parte  
Integral del Sector Productivo".

- Palabras del Presidente de ACOFI  
y Vice-Rector de la Universidad de  
Los Andes, Ingeniero Ernesto Guhl  
Nannetti.

- Himno de la Univ. de Cartagena

4:30 a 5:00 pm

RECESO

**5:00 a 7:00 pm** - Conferencia inagural a cargo del invitado especial, Doctor Vladimir Yackovlev, sobre el tema "Cooperación Universidad - Industria"

**7:00 a 9:00 pm** COCTEL DE BIENVENIDA

**Viernes 2 de Junio**

**8:45 a 9:30 am** "La Investigación en la Universidad frente al Medio Externo" Ingeniero Alejandro Salazar Jaramillo, Decano Facultad de Ingeniería - Universidad del Valle.

**9:40 a 10:10 am** - Conferencia Institucional de COLCIENCIAS "Las Facultades de Ingeniería y el Futuro Tecnológico del País" a cargo del Dr. Alfonso del Toro, Coordinador Programa de Gestión Tecnológica.

**10:20 a 11:00 am** - "Proyección de la Facultad de Ing. Ingeniería de la Universidad de Los Andes hacia el Medio Externo 1989" Ing. Hernando Durán - Decano de la Facultad de Ingeniería Ing. Germán Cavellier-Director Centro de Investigaciones Facultad de Ingeniería - CIFI.

**11:00 a 11:45 am** RECESO

**11:45 a.m a 12:00 m** - Conferencia a cargo del Presidente Nacional de la Junta Directiva de Camacol, Ing. Luis Pombo Ramos.



del  
admiración

12:00 m a 1:00 pm

- "Aprendizaje Tecnológico y Asimilación de Tecnología - Gerencia de Calidad" Dr. Vladimir Yackovlev.

1:00 a 3:30 pm

ALMUERZO DE TRABAJO

3:30 a 4:00 pm

- "La Relación Tecnológica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia con el Medio Externo" Ing. Heberto Tapias Garcia, Director Centro de Servicios Técnicos - CESET - Univ. de Antioquia.

4:00 a 4:30 pm

- "Perspectivas del Desarrollo Nacional y Formación Profesional" Ing. Miguel Ortega, Jefe Sección Suelos y Dpto. Ing. Civil Univ. Javeriana - Bogotá.

Vías,

4:30 a 5:00 pm

- Conferencia Institucional del ICFES. "La Formación Profesional en Ingeniería Acorde con las Necesidades de Desarrollo Nacional" a cargo del Ing. Alvaro Betancourt - División Formación Universitaria Subdirección Académica.

5:00 a 5:15 pm

RECESO

5:15 a 6:30 pm

PLENARIA

6:30 a 7:00 pm

SESION DE CLAUSURA

rsidad  
eniero  
ecano  
rsidad

de  
o del  
Toro,  
stión

Ing.  
Los  
1989"  
e la  
ermán  
tigo-

nte  
de



# Universidad de Cartagena

CARTAGENA - COLOMBIA

**PALABRAS PRONUNCIADAS POR LA DOCTORA BEATRIZ BECHARA DE BORGE,  
EN EL FORO DE LA ASOCIACION COLOMBIANA DE FACULTADES DE INGENIERIA**

LOS AÑOS DE SERVICIO A LA UNIVERSIDAD, AL DESARROLLO DE LA PROFESION DE LA INGENIERIA Y POR SU INTERMEDIO A LA COMUNIDAD NACIONAL, IMPRIMEN CARACTER A LA ASOCIACION COLOMBIANA DE FACULTADES DE INGENIERIA.

ES SATISFACTORIO PARA NOSOTROS QUE ESTA ASOCIACION HAYA ESCOGIDO COMO SEDE DE ESTE FORO A NUESTRA UNIVERSIDAD. ESTA, NACIDA COMO PARTE FUNDAMENTAL DEL GRAN PROYECTO SOCIAL, POLITICO, Y CULTURAL DE LOS FUNDADORES DE LA NACIONALIDAD COLOMBIANA, DESDE SUS INICIOS Y HASTA HOY HA ESTADO Y ESTA AL SERVICIO DE LA SOCIEDAD.

EN UNA UNIVERSIDAD CASI BICENTENARIA, Y EN UNA CIUDAD CUYO ORIGENES SE REMONTAN A LOS PRIMEROS TIEMPOS DEL PROCESO COLONIZADOR HISPANO-AMERICANO, NOS HEMOS REUNIDO PARA REFLEXIONAR SOBRE LA REALIDAD Y EL DEBER SER DE LA RELACION ENTRE LA UNIVERSIDAD Y EL SECTOR EXTERNO, EL CUAL SE CONSIDERA DENTRO DE LOS SISTEMAS DE LA EDUCACION, LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA, EL SUBSISTEMA SOCIAL, EL CULTURAL Y EL RECREACIONAL.

EN EL CAMPO DE LA INGENIERIA EN FORMA MAS CONCRETA, SE REFIERE A LA INSPECCION Y CONTROL DE CALIDAD, A LOS ESTUDIOS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO EN APLICACION DE TECNOLOGIAS, A PROYECTOS Y ASESORIAS, CAPACITACION Y EDUCACION CONTINUA.

ES ACEPTADO YA QUE SOBRE LA RELACION UNIVERSIDAD-SECTOR EXTERNO YA SE SUPERAN MITOS DEL PASADO. SIN EMBARGO, NO ES MI PROPOSITO





# Universidad de Cartagena

CARTAGENA - COLOMBIA

2

PROFUNDIZAR SOBRE EL TEMA, PARA NOSOTROS OBJETO DE MUCHAS REFLEXIONES DADO EL IMPULSO QUE HA COBRADO EN NUESTRA INSTITUCION.

ENCUENTROS, ANALISIS Y PROYECCIONES HAN PERMITIDO QUE EN LOS CLAUSTROS ACADEMICOS SE ASUMA EFECTIVAMENTE ESTA TAREA O SE DEN LOS PRIMEROS PASOS PARA ELLO.

CREO OPORTUNO SEÑALAR COMO LAS UNIVERSIDADES QUE HAN EMPRENDIDO EL ACERCAMIENTO AL SECTOR EXTERNO HAN SUPERADO YA ALGUNAS BARRERAS ANTES CONSIDERADAS COMO INFRANQUEABLES. POR ELLO, YA SE PERFILAN LINEAS DE ENCUENTRO, TRABAJOS Y SE ADVIERTEN BENEFICIOS MUTUOS DE LA UNIVERSIDAD HACIA LA INDUSTRIA Y DE ESTA HACIA LA UNIVERSIDAD.

LA PARTICIPACION DEL PROFESOR VLADIMIR YACKOLEV Y DE LA DIRECTIVA Y PROFESORES DE LAS DIFERENTES UNIVERSIDADES EN ESTE FORO, ES UNA MUESTRA INDISCUTIBLE DE LAS METAS YA ALCANZADAS.

SEAN USTEDES BIENVENIDOS A LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA. DESEAMOS QUE DURANTE LOS DIAS DE ESTE GRAN ENCUENTRO LA SIENTAN COMO SU UNIVERSIDAD.

MUCHAS GRACIAS.

1 de junio de 1989

# LAS FACULTADES DE INGENIERIA PARTE INTEGRAL DEL SECTOR PRODUCTIVO

Ponencia presentada por el Ingeniero ALVARO CUBAS MONTES, Decano de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad de Cartagena, en el II Foro Internacional Preparatorio a la IX Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería celebrado en Cartagena Junio 1 y 2 de 1989.

La Universidad Colombiana en lo que va del siglo ha perdido el liderazgo en el papel que debe jugar como centro de generación de conocimientos, ha perdido credibilidad dentro del sector productivo y peligra con encontrarse aislada de las transformaciones económicas y sociales que nos depara el siglo venidero.

Las facultades de Ingeniería tienen la gran responsabilidad y la real posibilidad de mejorar el rumbo de la Universidad Colombiana. Pero antes, grandes cambios conceptuales, estructurales y administrativos habrán de efectuarse.

El papel tradicional de mejorar la calidad de la enseñanza de la Ingeniería y promover y financiar internamente la Investigación, para satisfacer la curiosidad científica, ha pasado de moda para dar paso a una investigación que genere innovación tecnológica, acierte en las demandas del sector productivo y en el mejoramiento de los bienes en cantidad y calidad.

La revolución industrial del siglo pasado fué obra de colegas ingeniosos, pero para lo que resta del siglo los avances tecnológicos estarán basados en la ciencia, las líneas de investigación y los laboratorios deberán colocarse en línea con la producción.

La investigación, el desarrollo de las ciencias y las nuevas técnicas deben aportar su mayor beneficio al progreso del país y al mejoramiento de las condiciones de vida de la región de influencia de cada facultad en particular.

La universalidad universitaria no peligrará al concentrarnos en la investigación en detalle de los recursos naturales de nuestras regiones, escudriñando, tecnicizando e innovando encontraremos soluciones prácticas locales de suficiente validez y fortaleza para ser aplicadas en regiones semejantes, dentro y fuera del país. A fin de cuentas, y a la inversa, estas adaptaciones las hemos venido haciendo durante los últimos 150 años de uso indiscriminado de tecnología importada.

La complejidad y heterogeneidad de las diversas zonas geográficas del país nos hace pensar en el desarrollo regional como el concepto más viable y apropiado.

Aunque las regiones Colombianas tienen muchos factores comunes, tales como:



- Vastos recursos naturales
- Predominio de industrias tradicionales
- Alto porcentaje de multinacionales
- Importación masiva de tecnología y servicios.
- Obras de infraestructura financiadas mediante un endeudamiento externo creciente.

Estos factores nos ponen de manifiesto la urgente necesidad de contribución a la innovación industrial en búsqueda de una mayor autosuficiencia tecnológica y un desarrollo con sabor regional que tenga en cuenta sus valores culturales, permitiendo al país generar su propia ciencia y tecnología y difundir la cultura nacional buscando su encuentro adecuado con las exigencias del siglo XXI.

Las facultades de Ingeniería habrán de fijar estrategias claras dentro de los programas de regionalización, incidiendo en la organización y desarrollo de las comunidades y en la modernización de los municipios.

Para la aplicación de las anteriores estrategias debemos redefinir algunos objetivos,

- Fijar estrategias científicas y tecnológicas a corto y mediano plazo.
- Establecer líneas de investigación regional a largo plazo como elemento esencial de las políticas de desarrollo.
- Incrementar el cambio técnico y la innovación tecnológica en la producción de bienes y servicios que favorezcan la productividad económica regional.
- Popularizar la ciencia y la tecnología en las comunidades.

La Universidad de Cartagena, entre otras, ha creado una nueva estructura administrativa para dinamizar la prestación de servicios de extensión, contratos de investigación, ensayos de control de calidad, proyectos conjuntos mediante convenios y cursos de educación continuada.

El desarrollo creciente del sector industrial de Mamonal, su proyección y expansión en el futuro inmediato, su importancia nacional, su alto porcentaje de incidencia en el producto nacional bruto, han hecho que la facultad este estudiando l



creación de nuevos programas, que satisfagan las necesidades ocupacionales de la región.

Este nuevo hiperdesarrollo industrial en Cartagena agudizará nuestros problemas sanitarios y de saneamiento, la facultad deberá ofrecer a muy corto plazo, un post-grado en Sanitaria y Saneamiento Ambiental,

Cuyos objetivos serán entre otros:

- La formación de investigadores que contribuyan en forma racional a la evaluación y control de los problemas ambientales de la región.

- Fomentar un tratamiento interdisciplinario e interinstitucional de los problemas ambientales.

- Proyectar la acción de la facultad, en base a un nivel académico avanzado, hacia los sectores oficiales, públicos y hacia la comunidad en general.

- Contribuir de alguna manera al mejoramiento de la calidad de vida de la población de la costa Atlántica a través del desarrollo infraestructural del sector salud.

- Proyectar hacia el sector externo una visión planificadora de la explotación adecuada de los recursos naturales.

- Mitigar el impacto ambiental en aquellos sectores que como Mamonal han tenido un desarrollo industrial, económico y social desordenado.

- Participar en el mejoramiento de las condiciones sanitarias y ambientales de los recursos hídricos que posee la costa Atlántica.

A este respecto hemos realizado un convenio con la Empresa de Desarrollo Urbano de Bolívar (EDURBE) mediante el cual se desarrollarán acciones conjuntas para dar impulso al programa de canalización y dragado de los caños y lagos de la ciudad de Cartagena, teniendo en cuenta sus repercusiones urbanísticas, ambientales para lograr el mejoramiento de las condiciones de vida de los habitantes que bordean los cuerpos de agua.



Quiero proponer al sector Industrial y Comercial un nuevo tipo de relación. El papel de esta facultad con 39 años de existencia estimada por todos y socorrida en momentos críticos por algunos debe cambiar. La Universidad benefactora de los proyectos de sector externo, cuando carecen de financiación, también ha de cambiar.

Propongo en cambio una relación dinámica y eficiente interactuando del sector externo a la Universidad y viceversa propongo una acción de mutuo beneficio, en la cual la academia la producción encuentren en la innovación tecnológica lazo fuertes de unión y progreso.

La industria debe tomar conciencia también del papel de apoyo que debe prestar al desarrollo de las instituciones universitarias y la incidencia vital que tiene este desarrollo en su propia expansión, producción y crecimiento, ya que es ella una de los principales usuarios del profesional universitario.

Las facultades de Ingeniería jamás podrán encontrar fórmulas de contribución al progreso del país, aisladas como están del sector externo.

La creación de comités interinstitucionales para que sean estos quienes fijen los programas de educación continuada y manifieste las necesidades de la industria a ser satisfechas por la Universidad, un firme propósito, y, una actitud positiva de las instituciones es la única forma como podemos encontrar objetivos académico-industriales comunes.

Mediante este tipo de relación el sector externo podrá fortalecer las facultades de Ingeniería y beneficiarse al mismo tiempo de la infraestructura universitaria.

- Las facultades de Ingeniería a su vez fortalecerán la infraestructura institucional de ciencia y tecnología.
- Especializarán y aplicarán su recurso humano en áreas de ciencia y tecnología acordes con el desarrollo industrial se crearán centros y laboratorios especializados se financiarán proyectos que se constituyan en innovación tecnológica y por ende generarán nuevos recursos.

El trabajo interinstitucional es indispensable para que la Ingeniería cumpla su nuevo destino realizando el desarrollo científico tecnológico que nuestro país necesita, mediante proyectos conjuntos con el sector externo, con factibilidad económica y resultados rentables.

Si logramos, en lo que resta del siglo, un manejo conjunto de proyectos de investigación e innovación tecnológica, las facultades de Ingeniería del año 2000, definitivamente, y sus sutilezas etimológicas, harán parte integral del sector productivo.

PALABRAS PRONUNCIADAS POR EL INGENIERO ERNESTO GUHL NANNETTI  
PRESIDENTE DE LA ASOCIACION COLOMBIANA DE FACULTADES DE  
INGENIERIA EN EL II FORO INTERNACIONAL. IX REUNION NACIONAL DE  
FACULTADES DE INGENIERIA EFECTUADA EN LA UNIVERSIDAD DE  
CARTAGENA

Junio 19, 1989

Siguiendo una ya establecida costumbre no quisiera que mis palabras en esta ocasión se limitaran a un formal y protocolario saludo. Me parece que es una oportunidad excepcional para hacer ante ustedes algunos planteamientos de fondo, de hipótesis y análisis que nos ayuden a explorar y entender mejor el fundamental tema que nos hemos propuesto para este encuentro. La relación Universidad - Medio Externo haciendo la precisión de que este último se entiende formado por las instituciones y empresas de carácter privado o público que conforman los sectores de la producción y los servicios y que por lo tanto incluye a la industria, al comercio y a las organizaciones que brindan servicios a la comunidad tanto de carácter público como privado.

Es importante considerar inicialmente por qué este tipo de relación que ha sido tan exitosa en otros países, en particular en los industrializados, no se ha dado en Colombia sino en forma muy incipiente. Tradicionalmente la universidad colombiana se ha caracterizado por ser una institución transmisora de conocimiento y por no ser una generadora del mismo; por lo tanto contribuye en forma bastante limitada e indirecta al progreso del país.

Su papel hasta el presente se ha restringido fundamentalmente a la formación de profesionales en diferentes disciplinas mediante metodologías basadas en el aprendizaje de conocimientos, técnicas y destrezas a partir del uso de libros de texto, muchas veces anticuados, explicaciones en la cátedra magistral de profesores que tienen una muy escasa relación con los alumnos y a un limitado trabajo del estudiante en laboratorios o prácticas profesionales que poseen un carácter repetitivo y demostrativo antes que innovador. Como es característico de la totalidad de nuestro sistema educativo la creatividad, la curiosidad, la investigación e) estar al día con los avances mundiales en las distintas



disciplinas y el conocimiento de nuestra realidad como país son campos que no intervienen en la formación del individuo y por lo tanto este no está capacitado para avanzar en la solución de nuevos problemas y en la creación de nuevos conocimientos. La Universidad no escapa a este panorama general y la sociedad entiende su misión como la de formar profesionales que puedan ejercer en sus campos desde una perspectiva bastante tradicional y poco innovativa. Ha sido en la práctica más bien una institución para lograr la capacitación de profesionales y proveerlos de unos medios de ascenso económico y social sobre una base individual, antes que ser una institución que tiene en si misma un papel y una función en el desarrollo y el avance del país como un todo.

En este sentido la Universidad ha servido más para atender y resolver casos y situaciones individuales que para el avance colectivo. Incluso la escasa investigación que se adelanta en las Universidades, en la mayoría de los casos, se realiza por un individuo o un pequeño grupo de individuos y sus resultados no se divulgan ni se utilizan en la práctica, conduciendo por falta de difusión y de conocimiento de sus resultados dentro de la misma comunidad académica, a duplicaciones y a repeticiones de trabajos con la consecuente ineficiencia en el uso de los recursos. Existe pues un abismo entre las necesidades nacionales y el trabajo universitario, entre los proyectos y las investigaciones académicas y los agentes del desarrollo económico y social, es decir entre la Universidad y el Medio Externo.

Pero desde luego sería equivocado e injusto culpar a la Universidad de esta situación. En el fondo el punto está en asignar un papel más activo y más participativo a la Universidad como agente de desarrollo y progreso y utilizar sus capacidades para estos fines además de cumplir con su función tradicional de formación de profesionales. Sin embargo, en cuanto a este rol hay que tener en cuenta que en Colombia no existe actualmente un modelo (o modelos) para la universidad, como tampoco existe uno satisfactorio para el desarrollo nacional.



Pero además es necesario que la otra parte de la relación, el Medio Externo, esté interesada y deseosa de vincularse a la Universidad para sus propios propósitos. Es decir, que acepte el nuevo papel de la Universidad y se convenza de que el establecimiento de esta relación puede ser importante para su desarrollo.

Para lograr este objetivo hay que vencer dos obstáculos iniciales que tienen una raigambre muy profunda. En primer término la desconfianza que tiene el medio externo acerca de las capacidades reales de la Universidad para contribuir a la solución de sus problemas y aportar a su progreso. Se sigue considerando al académico como alguien aislado de la realidad, que puede ser bueno para dar clases o para escribir un libro, o realizar una investigación teórica pero que desconoce el mundo de la práctica profesional y las necesidades y las exigencias del trabajo cotidiano en la producción de bienes y servicios y por lo tanto posee una muy limitada capacidad de aporte. Esta apreciación no deja de tener cierta validez si se analiza objetivamente la situación. Desde luego esta desconfianza no es en una sola dirección. Los académicos también la experimentan con respecto a los profesionales del Medio Externo a quienes consideran demasiado alejados, situados en una esfera diferente, en la que los objetivos prácticos son los importantes y la labor teórica o investigativa es menospreciada. En cierta forma una parte de los académicos considera "impuro" el medio externo y no desea vincularse a él. Así pues este primer obstáculo está constituido por la desconfianza mutua existente entre la Universidad y el Medio Externo.

De otro lado como segundo obstáculo que se opone a esta iniciativa se presenta un factor estructural de nuestra economía y de nuestro desarrollo industrial. Es la tendencia a que las empresas e instituciones de cierto tamaño tengan un carácter monopolístico u oligopolístico, lo que elimina la necesidad de mejorar sus sistemas de administración, producción y mercadeo o buscar una mayor eficiencia, en lo cual podría ayudarles la Universidad. Al no existir la competencia interna y amparada



por una fuerte protección frente a la producción externa la industria no requiere de la investigación y la experimentación para desarrollarse y mejorar y acude al fácil expediente, de incrementar los precios cuando así lo requiere. Podríamos decir que este segundo obstáculo se centraría en la falta de necesidad de investigar y de innovar debido a la ausencia de competencia y al tipo de bienes y servicios que se producen que no requieren de mejoras y avances para mantener una cómoda posición en el mercado. Claramente esta situación implica una visión recortada pues no tiene en cuenta la inevitable tendencia hacia los mercados ampliados y a la competencia internacional para abastecerlos.

Es claro al analizar la evolución del tema Universidad - Medio Externo en Colombia, que en los últimos años, se ha tratado de proveer las bases para que esa relación se desarrolle y consolide, tanto desde el punto de vista legal como desde el financiero. Es así como en el Decreto 222 que rige la contratación administrativa en el país, se dió una cierta preferencia a las universidades para contratar trabajos en materia de planes y estudios de factibilidad con las entidades del estado. La intención de esta norma se puso de presente en la realización de multitud de contratos entre las instituciones del sector público y las universidades con financiamiento proveniente de las primeras y de otros recursos oficiales tales como el presupuesto de FONADE. La bondad de los resultados generales de esta política está por evaluarse, pero puede anticiparse sin temor a equivocación que estos han dependido mucho de la capacidad y de las características específicas individuales de las universidades que realizaron los trabajos.

También el gobierno nacional decidió, en desarrollo de esta política buscar la manera de propiciar la investigación en la universidad y lograr una más intensa relación con el medio externo incluyendo también al sector privado, a través de una serie de estímulos de carácter financiero mediante el otorgamiento de préstamos en condiciones muy favorables con recursos del BID administrados por COLCIENCIAS.

industria no  
rollarse y  
cuando así  
ría en la  
sencia de  
en que no  
ción en el  
ta pues no  
liados y a

Externo en  
eses para  
de vista  
ue rige la  
ncia a las  
tudios de  
norma se  
entre las  
namiento  
como el  
de esta  
temor a  
y de las  
des que

política,  
y lograr  
mbién al  
nanciero,  
orables,

El efecto de estas acciones legales y financieras y de una actitud de apoyo a la universidad ha servido para iniciar un proceso de estructuración y consolidación de la investigación y el desarrollo de contratos de consultoría en las universidades, mediante la definición de líneas de investigación de acuerdo con los intereses de los profesores y las capacidades de la institución, la formación de grupos de investigadores en reemplazo de los investigadores individuales de largo plazo en lugar de proyectos cortos, muchas veces sin objetivos claros. Así pues, con base en estos recursos se ha iniciado un proceso muy interesante y provechoso para las universidades y para el país que debería afianzarse con el paso del tiempo. Pero es bien claro que los recursos suministrados por el BID para financiar esta iniciativa poseen un carácter promocional y que por tanto no pueden, ni deben, ser permanentes. Es decir que el avance futuro del campo de la investigación, la consultoría y en general la relación Universidad-Medio Externo debe basarse en la obtención de fuentes de financiación propias provenientes de las instituciones y empresas privadas y públicas para tratar problemas y acometer proyectos que las beneficien en asocio con la universidad. Dentro de esta perspectiva el fortalecimiento de la relación Universidad-Medio Externo adquiere un carácter estratégico esencial.

## 1. JUSTIFICACION.

La base indispensable para que una relación como la que se propone se desarrolle exitosamente tiene que ser el que las dos partes se beneficien de ella en terminos concretos. Además de las consideraciones y efectos de carácter general que indican los beneficios de la relación, que son por lo demás bastante evidentes, es fundamental destacar las ventajas comparativas que ofrecen para cada una de las partes entrar en proyectos e investigaciones conjuntas.

### 1.1 BENEFICIOS PARA EL MEDIO EXTERNO

Desde el punto de vista del medio externo es básico tener muy claro por que le conviene destinar una parte de sus recursos a patrocinar proyectos de diversa indole con la universidad.



Es evidente que las instituciones y empresas que emprendan proyectos con la universidad esperan de estos una retribución que en muchos casos debiera evaluarse en términos de sus resultados económicos. Sin duda habrá casos en que alguna institución o empresa actúe movida por razones diferentes, pero en términos generales la relación Universidad-Medio Externo tiene que tener justificación económica para ambas partes.

A la luz de esta perspectiva, es importante destacar las ventajas comparativas que ofrece la universidad al medio externo y que son las siguientes:

**- Fuente de personal profesional capacitado**

Es esta tal vez la más obvia de las consecuencias benéficas de la relación para el medio externo, ya que al entrar en contacto más estrecho con la universidad podrá tener un acceso más directo al conocimiento de los estudiantes de pregrado o de postgrado y lograr vincular personal profesional más apropiado en sus características técnicas y personales a sus necesidades.

**- Fuente de recursos humanos y materiales de alto nivel:**

Las universidades que cuentan con un cuerpo profesoral de tiempo completo de alto nivel académico, muchos de ellos con estudios de postgrado en el exterior, ofrecen al medio externo el acceso a estos recursos humanos para efectos de consultas sobre problemas específicos, o para el desarrollo de iniciativas y proyectos de mayor envergadura, mediante contratos con la universidad, lo que representa una ventaja económica importante frente a la alternativa de contratación directa de los expertos por parte del medio externo.

Las universidades cuentan también con otro tipo de recursos tales como material bibliográfico especializado que podría ser consultado y utilizado por el medio externo a costos inferiores que si decidiera comprar o suscribirse por cuenta propia. De otra parte varias universidades cuentan



con ágiles mecanismos de consulta bibliográfica y obtención de artículos a través de sus centros de documentación (próximamente por medio de redes de datos como BITNET) que podrían ponerse a disposición del medio externo a costos muy razonables. En forma similar, las universidades pueden poner a disposición del medio externo sus equipos de laboratorio, en ocasiones muy subutilizados, para la realización de ensayos y análisis que no se llevan a cabo por razones de costo si éste tuviese que adquirir los equipos, pero que representan un mejor producto o servicio al cliente o al consumidor final.

#### - Enfoque interdisciplinario:

La universidad por su misma naturaleza ofrece la potencialidad, en muchos casos, de analizar problemas y de desarrollar proyectos desde una perspectiva interdisciplinaria, lo cual enriquece los resultados del proyecto y permite ver sus implicaciones y consecuencias desde diferentes ángulos.

#### - Transferencia de Tecnología:

La universidad ofrece al medio externo la posibilidad de mantenerse al día en lo que respecta al avance tecnológico bien sea haciendo uso de sus recursos bibliográficos y de consulta o mediante el desarrollo de cursos de actualización profesional o de proyectos para incorporar la nueva tecnología a su actividad. Este servicio de la universidad se considera como uno de los más importantes que puede prestar al medio externo, ya que lo puede poner en contacto en forma eficaz y económica con los avances y desarrollos a nivel mundial, lo que se considera esencial en un mundo en el que la variable tecnológica es cada día más importante y los mercados tienden a convertirse en bloques regionales en los que la competencia en calidad y precio será cada vez más dura. En síntesis se considera que la universidad puede contribuir en forma muy eficaz a la modernización del medio externo y a capacitarlo para su participación en el mercado internacional.



## 1.2 BENEFICIOS PARA LA UNIVERSIDAD.

Para la Universidad es sumamente importante el tener claridad con respecto a los beneficios que pueden derivarse del fortalecimiento de su interacción con el medio externo, ya que este implica una serie de cambios de énfasis y de actitudes que deben adoptarse como parte de la "cultura" universitaria si se quiere avanzar en el desarrollo exitoso de esta relación.

Los beneficios que se puedan producir como resultado de una relación Universidad-Medio Externo más cercana, dinámica e íntima son de diversos tipos y se sitúan en distintos escenarios.

### - Beneficios Académicos.

Sin duda el fortalecimiento de estas relaciones tienen implicaciones positivas sobre el mundo académico. La vinculación de los profesores con problemas reales enriquece su experiencia profesional y por lo tanto su labor docente. La posibilidad de trabajar desde la perspectiva académica en la solución de problemas del medio externo hace que el desarrollo profesional de sus profesores sea más equilibrado y que por lo tanto su actividad sea más completa y satisfactoria al contribuir a la solución de estos problemas. Además esta actividad abre la posibilidad de obtención de ingresos adicionales a su sueldo básico por parte de los profesores. En síntesis, una sólida relación Universidad-Medio Externo contribuye al desarrollo profesoral y al mejoramiento de la docencia.

Los problemas y los proyectos del medio externo pueden también servir como una importante fuente de ideas para trabajos académicos, en particular para desarrollar líneas de investigación y para proyectos de postgrado, con los cuales los profesores y los estudiantes se acercan en su actividad a las necesidades concretas del medio y se abre para estos últimos la posibilidad de vincularse laboralmente a las empresas con las que están trabajando. Se considera que esta transferencia de tecnología de doble vía constituye uno de los más importantes resultados del fortalecimiento de las relaciones Universidad-Medio Externo.



### - Beneficios Económicos.

Es bien sabido que uno de los problemas más urgentes y con mayores implicaciones negativas sobre el desarrollo del sistema de educación superior en Colombia y en general en el mundo, es el de la falta de recursos financieros que le permitan a la Universidad no sólo avanzar en su nuevo papel de formar una parte importante de desarrollo económico y social como elemento significativo del sistema científico- tecnológico nacional, sino aún en su papel tradicional de simple transmisora de conocimiento.

La solución a este grave problema parece provenir de una combinación de medidas. Por una parte el hacer que los beneficiarios directos de la actividad del sistema de educación superior paguen un valor más cercano a los costos en que se incurre para formarlos y capacitarlos. Es decir que el valor de las matrículas se acerque más a los costos del servicio educativo. Es claro con respecto a este punto que esta estrategia tienen un límite impuesto por factores de equidad social y económica y que además el cobro de la totalidad de valor de un programa de maestría o doctorado al estudiante sería simplemente imposible, debido al alto costo de la investigación que ellos implican. Así pues esta iniciativa tiene un alcance parcial y poco adecuado al caso de los estudios de cuarto nivel.

Los subsidios cuantiosos y crecientes del estado al sistema de educación superior para impulsar su desarrollo se consideran cada vez menos probables y este esquema parece estar en proceso de agotamiento debido a las restricciones presupuestales y a las prioridades en la asignación de los recursos disponibles a proyectos en otros niveles del sistema educativo.

Surgen otras posibilidades poco exploradas en Colombia que pueden contribuir a la solución del problema financiero de las universidades tales como las donaciones del sector privado y de los exalumnos para proyectos de desarrollo institucional. Sin duda es esta una posibilidad interesante pero su alcance es también limitado en especial por la falta de costumbre en esta clase de aportes en Colombia.



En este punto la relación con el medio externo aparece como una fundamental pieza en la estrategia de lograr el financiamiento de la universidad, no sólo en lo que se refiere al mantenimiento de su nivel actual, sino a su desarrollo en los campos de la investigación y los estudios de postgrado, que es en donde se debe alojar principalmente la actividad Universidad-Medio Externo. La generación de fondos como resultado de los proyectos que desarrolle la universidad para el medio externo debe contribuir desde luego al avance de las unidades académicas que los desarrollen, tanto en las mejoras de las condiciones de remuneración de los profesores, como en la dotación de equipos materiales y medios para desarrollar los proyectos. Pero también deber contribuir a los fondos generales de la universidad a través del componente de gastos generales y excedentes económicos que produzcan y por lo tanto al desarrollo general de la institución.

## 2. EXPERIENCIAS EXTERNAS.

La idea de dar a la universidad un papel más activo en el proceso de desarrollo del medio externo no es nueva y existen varios ejemplos muy exitosos de estrechas relaciones que han producido resultados de gran trascendencia y que han servido para crear un ambiente de desarrollo tecnológico en el que se han dado importantísimos descubrimientos y avances que han beneficiado tanto a la universidad como a los países en los que esto ha ocurrido.

Tal vez uno de los primeros y más exitosos ensayos en este campo fue el realizado en la Universidad de Stanford, que creó un sistema interactivo de servicios académicos a distancia, por medio de la televisión, que contribuyó grandemente al desarrollo de la microelectrónica y al surgimiento de una importantísima actividad industrial de alta tecnología que ha presentado un gran progreso académico y económico para la universidad y un exitoso desarrollo de la región. Esta experiencia se ha repetido, con variantes, para amoldarse a las circunstancias específicas en muchas otras universidades de los Estados Unidos.



Igualmente existen programas de relaciones Universidad-Medio Externo de gran envergadura y efectividad en diversos países de Europa Occidental como el Reino Unido, Alemania y Suecia. El Japón se ha interesado también por esta idea como muy buenos resultados. En cuanto a los países en vías de desarrollo y en particular en América Latina se han iniciado promisorios programas Universidad-Medio Externo en México (Universidad de Guadalajara, Politécnico de Monterrey), en Brasil (en la Universidad de Campinas) y en Chile.

Es decir que existe un interés bastante generalizado en el mundo por establecer unos vínculos entre la universidad y el medio externo motivado por las razones de tipo general que se han mencionado, que le asigna a la universidad un nuevo y más activo papel como motor del desarrollo científico-tecnológico.

Durante el mes de abril pasado, tuve la oportunidad de realizar una visita de estudio a varias universidades del Reino Unido, gracias a la generosa colaboración y la coordinación del Consejo Británico, con el propósito de conocer y analizar sus experiencias en relación con el tema de la interacción Universidad-Medio Externo.

A continuación se presentan las conclusiones más relevantes deducidas a partir de esta visita. Vale la pena destacar que la experiencia de la Gran Bretaña se considera de un especial interés como caso de estudio y de aprendizaje por las razones que se irán haciendo evidentes en la medida que se describa su proceso. Debe también señalarse que no se está sugiriendo que se adopte el modelo británico, que naturalmente corresponde a una situación política, cultural, económica y social diferente, sino que se considera que ese posee algunas características muy interesantes que pueden ser útiles en el planteamiento e implantación de una idea de esta estilo en Colombia.

Por diversas razones que no es del caso entrar a detallar en este documento, la industria británica había venido deteriorando su posición durante las últimas décadas, en particular en comparación con otros



países europeos. Se notaba su creciente obsolescencia y su poco dinamismo y capacidad innovadora, que se traducía en pérdidas económicas de importancia y en su incapacidad para generar nuevos puestos de trabajo e incluso para mantener los niveles de empleo existentes. Muchas ciudades y zonas industriales de la Gran Bretaña empezaron a dar señales de retroceso y de recesión económica. El gobierno adoptó como es bien sabido una estrategia de recuperación económica basada en la austeridad en el gasto público, eliminación de subsidios y privilegios, y privatización de muchas de las empresas de propiedad gubernamental, con lo que se perseguía reactivar la iniciativa privada en lo que se podría denominar una política económica de corte neo liberal.

Dentro de este panorama la universidad se vió afectada de dos maneras. Por una parte se recortaron los fondos suministrados por el gobierno a las universidades en una magnitud que oscila entre el 12% y el 15% y por otra se les pidió que se constituyeran en uno de los puntos de apoyo de una reactivación industrial basada en la transferencia de tecnología hacia las industrias tradicionales para hacerlas mas eficientes y competitivas y que contribuyeran a la creación de nuevas empresas en especial en áreas de tecnología de punta. Desde luego en ese planteamiento incidió marcadamente la necesidad de prepararse para participar con éxito en el mercado ampliado de la CEE, que será completamente libre a partir de 1992.

A pesar de que la reducción en el flujo de fondos públicos hacia las universidades puede parecer a primera vista de una magnitud poco significativa, es importante anotar que las universidades por su misma estructura y función ejecutan una parte muy significativa de su presupuesto como gastos de funcionamiento, en particular como gastos de personal y materiales para la docencia, lo que venía a significar una reducción casi completa de las asignaciones para investigación y desarrollo. Así pues, las universidades británicas se vieron en la

necesidad de generar nuevos fondos para su desarrollo, lo que coincide en líneas generales con la situación en Colombia. De otro lado y también como una similitud con el caso colombiano, la base industrial británica estaba actuando en forma muy conservadora y con pocos deseos de innovar. Además su difícil situación económica hacía muy difícil que dispusiera de fondos para investigación y desarrollo.

Naturalmente hay que dejar muy en claro que, a diferencia de nuestro caso, las relaciones entre la Universidad y la Industria de la Gran Bretaña han tenido una antigua y positiva historia. Es un país que posee una larga y reconocida tradición científica, en el cual la investigación es parte de la cultura, donde se cree y se valora la ciencia y en el que los resultados de la tecnología han dado frutos espectaculares. Esta es pues una trascendental diferencia cultural con el caso colombiano, lo que hace aún más difícil pero no por ello menos importante, el desarrollo de esta iniciativa en Colombia.

Los principales resultados y conclusiones del estudio de las relaciones Universidad-Medio Externo en la Gran Bretaña a partir de las visitas realizadas a diversas universidades e instituciones y de la lectura de los documentos y materiales recopilados son los siguientes:

- Si bien es cierto que existen algunas similitudes circunstanciales entre el caso estudiado y el colombiano tales como la escasez de recursos para investigación y desarrollo en las universidades y la existencia de un medio externo muy poco dinámico e interesado en la innovación, también lo es que existen profundas diferencias entre los dos casos por lo que las experiencias británicas deben interpretarse con un carácter ilustrativo principalmente

- Queda claro que no existe un modelo único aplicable a la totalidad de las universidades. Las soluciones y caminos tomados dependen en cada caso de las características y potencialidades de cada universidad y del grupo de instituciones y empresas de la región interesadas en esta iniciativa.



Esta conclusión es específicamente importante si se tiene en cuenta el espíritu centralista del gobierno colombiano, que en aras de una mal entendida eficiencia piensa en crear centros de investigación de uso compartido entre las universidades, sin tener en cuenta su gran heterogeneidad y las dificultades prácticas que esto supone.

- El campo principal de aplicación de las relaciones Universidad -Medio Externo en el caso Británico se apoya en la tecnología de punta y en la capacidad de las universidades en estas áreas de conocimiento. En ocasiones depende del prestigio de uno o de unos pocos profesores.

- La participación de empresas extranjeras ha sido esencial para consolidar los proyectos de cooperación en particular como inversionistas en el caso de los parques científicos.

- Se considera que el proceso de fortalecimiento de las relaciones Universidad-Medio Externo ha sido muy exitoso en cuanto a la generación de recursos para las universidades. Su crecimiento ha sido muy rápido. Así, por ejemplo los parques científicos han pasado desde 1982 de 3 a 45 en la actualidad. Esto ha conllevado un desarrollo de la industria y la generación de nuevos puestos de trabajo.

- La creación y consolidación de las relaciones Universidad- Medio Externo es un proceso que toma bastante tiempo y que debe construirse en forma gradual sobre la base de los "enlaces" que resulten exitosos. Estos enlaces deben establecerse a partir de intereses de los profesores, departamentos y facultades y de ninguna manera deben entenderse como algo impuesto por las autoridades universitarias.

- Si se adopta la decisión de emprender el camino de fortalecer las relaciones Universidad- Medio Externo se hace imprescindible el contar en la organización de la universidad con un agente de enlace entre ella y las empresas e instituciones, que canalice la información de los recursos de apoyo a los profesores y centros de investigación, para ser eficiente la operación de los diferentes tipos de enlaces.



- Se considera como algo negativo el que toda la política de fortalecimiento de las relaciones Universidad-Medio Externo, en la Gran Bretaña se ha planteado con un horizonte de corto plazo que privilegie aquellos sectores "productivos" de la universidad y abandona las áreas que no poseen este caracter. Tal como se mencionó anteriormente se considera basico que los beneficios del fortalecimiento de estas relaciones cubran toda la comunidad universitaria aunque lo hagan en forma diferencial.

- Se cree que los resultados a largo plazo de esta política, en el caso de la Gran Bretaña, tenderan a desestimular la actividad de docencia tradicional de los profesores al dar mayores estímulos a las actividades de consultoria e investigación. Esta tendencia puede tener un grave efecto negativo sobre la calidad de la enseñanza. Lo anterior debe evitarse diseñando las estrategias y mecanismos apropiados para estimular la actividad docente

Desde luego lo anterior señala que estamos al principio de un nuevo camino que supone grandes dificultades pero que ofrece muy atractivas perspectivas

En síntesis pienso que lo que se busca y que esta intentando estimular la ACOFI, como espacio apropiado para la reflexión y la discusión de nuevas ideas, es encontrar un nuevo y más comprometido papel de la universidad en el desarrollo del país. Tenemos, en especial en las facultades de ingeniería, unos recursos materiales y un potencial humano que puede dar mucho en ese campo y debemos encontrar la manera de aportar en este proceso, no solamente por un sentido de equidad y de elemental deber con nuestra propia patria, sino por que si no lo hacemos la Universidad será inferior a su propio destino y tenderá a convertirse en una institución cada vez más alejada de la realidad y de menor importancia dentro del país. Hagamos el esfuerzo que nos corresponde por trabajar por Colombia en forma más comprometida y dedicada en coordinación y colaboración en el Medio Externo para beneficio de todos.

Mil Gracias



## COOPERACION UNIVERSIDAD-INDUSTRIA

DR. VLADIMIR YACKOVLEV  
(Venezuela)

El tema de la cooperación entre las Universidades y el sector productivo no es nuevo en el ámbito internacional.

En los países industrializados, las necesidades del desarrollo tecnológico aunadas a las realidades económicas requieren de una mayor contribución de la investigación y el desarrollo como quehaceres normales del sector productivo. Ello hace que exista una mayor efectividad en las relaciones Universidad-Industria y que también exista un mayor interés en desarrollar y perfeccionar la relación. En nuestros países, el crecimiento económico basado en el desarrollo de los recursos naturales está alcanzando sus límites y las restricciones económicas nos exigen una mayor eficiencia para competir en los mercados internacionales.

Además esto debe estar basado en un esfuerzo para mejorar constantemente la calidad y lograr la excelencia en todos los niveles.

Se mencionan los antecedentes del tema cooperación Universidad-Industria, haciendo énfasis, como ejemplo, en lo que está haciendo los EE UU de Norteamérica con sus centros de investigación.

COOPERACION UNIVERSIDAD-INDUSTRIA

Se analizan los mecanismos posibles de cooperación entre Universidad y la Industria y se señalan las conclusiones pertinentes. Se propone un plan de acción para las Universidades y para la Industria, lo cual debe llevar a una efectiva cooperación.

Se señalan las ventajas de la cooperación para la Universidad, Industria y la Sociedad.



UNIVERSIDAD DEL VALLE

FACULTAD DE INGENIERIA

APRENDIZAJE TECNOLÓGICO Y ASIMILACIÓN DE TECNOLOGÍA  
GERENCIA DE CALIDAD

Por

DR. VLADIMIR YACKOVLEV  
(Venezuela)

MEDIO EXTERNO

Se presenta un enfoque conceptual sobre el proceso de aprendizaje tecnológico y la asimilación de tecnología, incluyendo la convicción de que debemos usar los métodos de la gerencia de calidad para poder competir en los mercados internacionales. Se analiza la secuencia desde la transferencia de tecnología hasta el dominio tecnológico.

Se mencionan algunos antecedentes internacionales sobre la transferencia de tecnología.

Preparado por:  
Ing. ALEJANDRO SALAZAR J.

Se presentan algunos conceptos fundamentales que orientan la gerencia de calidad, haciendo énfasis en aquellos principios que deben orientar toda gestión exitosa.

 **ACOFI**  
Asociación Colombiana  
de Facultades de Ingeniería

BOGOTÁ, JUNIO DE 1989.

UNIVERSIDAD DEL VALLE

FACULTAD DE INGENIERIA

LA INVESTIGACION EN LA UNIVERSIDAD DEL VALLE FRENTE AL  
MEDIO EXTERNO

II FORO INTERNACIONAL - IX REUNION NACIONAL DE FACULTADES DE  
INGENIERIA: Las Facultades de Ingenieria y el medio externo

Preparado por:  
Ing. ALEJANDRO SALAZAR J.  
Decano Facultad de Ingenieria

 **ACOFI**  
Asociación Colombiana  
de Facultades de Ingeniería

CALI, JUNIO DE 1989.



## CONTENIDO

OBJETO

ANTECEDENTES HISTORICOS DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE -  
FACULTAD DE INGENIERIA: ANTES DE 1970, 1970 - 1980,  
1980 - 1985

QUE PASO EN LOS ULTIMOS AMOS EN LA UNIVERSIDAD? CUALES  
LAS PERSPECTIVAS A CORTO Y MEDIANO PLAZO?

EL SECTOR EXTERNO Y SU OPINION DE LA UNIVERSIDAD. SUS  
EXPECTATIVAS SOBRE ELLA

AVANCEMOS HACIA ALGUNOS PLANTEAMIENTOS PARA INTERRELA -  
CIONARNOS CON EL SECTOR EXTERNO

SINTESIS

## 1. OBJETO

Plantear propuestas de interrelación efectivas de la Universidad con su entorno social (sector público, sector privado, comunidad en general), con base en un análisis histórico crítico del papel que ésta desempeña y ha desempeñado frente a la comunidad.

Dentro de estas propuestas deberá estar presente siempre con aspecto fundamental la formación, razón de ser del estamento universitario.

## 2. ANTECEDENTES HISTORICOS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE

-Desde 1945-1960: Es el arranque de las carreras de Ingeniería: Ingeniería Química y Electromecánica, cuya función básica fue transmitir el conocimiento de textos americanos y europeos que obedecían a las necesidades tecnológicas de la naciente industria Vallecaucana. Los currículos correspondían a una identificación con los existentes en la Universidad Nacional, la Escuela de Minas de Medellín y algunas escuelas clásicas de Estados Unidos. No había investigación ni extensión y los servicios que se prestaban eran pocos. Durante los últimos años de esta época empiezan los programas de cooperación con fundaciones internacionales: Ford, Rockefeller, Kellogg, OMS, y con ellos empieza la salida de profesores a realizar estudios de postgrado. La Universidad carecía de un presupuesto adecuado.

-Desde 1960-1972: Con base en el apoyo de las fundaciones e instituciones de carácter internacional, se fomenta ampliamente el intercambio de profesores y la formación de postgrado en universidades de los Estados Unidos. Surgen nuevas carreras de Ingeniería: Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Civil, Ingeniería Sanitaria e Ingeniería Agrícola. Se establece un Departamento de Sistemas. Es la época de las grandes manifestaciones estudiantiles y la organización estudiantil alcanza gran importancia. En 1968 ocurren los primeros paros con la solicitud de la salida de los Cuerpos de Paz y, en 1971 hace crisis la estructura universitaria y ocurre el cierre de la Universidad por cerca de seis meses.

El cuerpo profesoral, muy calificado por cierto, no logra consolidar las escuelas del conocimiento que permitan ampliar la función de la Universidad hacia la Investigación, la Extensión y los Servicios. Sí consigue inculcar en los estudiantes la formación, el espíritu de una nueva visión de la ingeniería



...los cambios curriculares que hacen avanzar notablemente la formación. Desafortunadamente, para 1972 y los años subsiguientes casi el 100% de estos profesores se retiran de la Universidad y se integran al sector industrial. Aquí, dicho sector, recibe uno de los mayores beneficios que la Universidad Pública le haya podido brindar, sin que ello haya sido reconocido explícitamente. Y como no hay culpa que más apriete que la del mismo palo, estos exprofesores y las industrias a que pertenecen emprenden una campaña de descrédito de la función de la Universidad.

Desde 1972-1985: Era obvio que la Universidad se debía resentir con el éxodo masivo de los profesores mejor formados. Sin embargo ella prosigue, aunque con pocos recursos económicos y sin el apoyo de las fundaciones internacionales, en su política de formación de profesores.

Durante este tiempo, la Universidad sufre un estancamiento en lo académico y en sus labores de investigación, extensión y servicios. Afronta además, una aguda crisis financiera que genera desmotivación y crisis de identidad. No es la Universidad ajena a la situación social del país y de ella salen numerosos cuadros que integran los grupos guerrilleros.

Hacia finales de la década de los 70 comienza el efecto de la formación profesoral a hacerse sentir, varios de ellos al retornar se incorporan sin recato alguno al sector industrial. Así, había llegado un nuevo hombre a la Universidad, quien se integra con aquel que había permanecido y conseguido que la estructura de la Universidad le permitiera un mejor lugar de trabajo con buenas perspectivas de desarrollo. Es en este momento cuando se define la estructura de la Carrera Profesoral y con ello, el arranque de una nueva época. Es la investigación y sus resultados científicos y económicos, los que redundan en la mejora de los laboratorios y en la vinculación por contrato del personal profesional y auxiliar necesario para continuar el trabajo, que de otra manera hubiera sido imposible de conseguir. Por primera vez se observó la integración de verdaderos grupos de trabajo que van consolidando algunas escuelas del conocimiento. Muchos de estos grupos son de carácter multidisciplinario y comienzan a desarrollarse una visión integral, que incipiente pero firmemente, va penetrando en la comunidad universitaria.

Así, también surgen las incongruencias entre la estructura académico-administrativa existente y el empuje, las exigencias y las necesidades de estas escuelas del conocimiento en formación, por lo cual aparece una nueva crisis que aún no se resuelve ni se ataca de frente.

Ocurre también, que frente a la aguda crisis económica y la poca ayuda efectiva que se consigue por parte del Estado, la Universidad se introduce abiertamente en la generación de recursos utilizando para ello nuevos métodos y mecanismos que no han aportado salidas completas, pero al cabo salidas al aspecto financiero generando a su vez distorsiones de las tradicionalmente reconocidas funciones de la Universidad. Se agudiza así la crisis entre el concepto ortodoxo universitario, su estructura y esta nueva visión.

### 3. QUE PASA EN LOS ULTIMOS ANOS. CUALES LAS PERSPECTIVAS CORTO Y MEDIANO PLAZO?

Cuando algunos grupos de investigación se consolidan y tradición y continuidad de su trabajo ha madurado a varios participantes - profesores algunos, antiguos estudiantes u otros que al graduarse se vinculan al sector productivo o sector público -, se van realizando contactos, promociones y reciclajes del conocimiento, con la consecuente solicitud atender un servicio o una investigación a pedido, por parte dicha escuela. Así, se abren las oportunidades de aplicar conocimiento generado en el proceso investigativo evitando que éste permanezca inédito en las bibliotecas universitarias; consiguen algunos recursos económicos y físicos con los cuales seguir atendiendo las necesidades del grupo y se muestra a la Universidad en una dimensión desconocida pero esperada por el entorno social.

Los éxitos de este proceso, cortos aun pero positivos, han sido generados en la mayoría del profesorado - el 80% de los profesores de la Universidad del Valle poseen títulos de postgrado, la mayoría en el exterior -, el deseo de lanzarse en la exploración de estas rutas o esquemas investigativos. La consecuencia es la posibilidad de una atomización del recurso humano, pues cuando uno desea sacar adelante su propia escuela del conocimiento ignorando la importancia de conformar un grupo sólido cuya gestación y estabilización toma varios años de trabajo, luchas y sacrificios. En este aspecto podemos asegurar que el éxito es fruto de la constancia y no exclusivamente de la genialidad.

La Universidad consciente de lo anterior, emprendió una reforma académica administrativa cuyo fruto es la creación de una Vice-rectoría de Investigaciones dentro de la cual funciona la Oficina de Consultoría Externa. Dicha Vice-rectoría tiene como misión promover la investigación, la consultoría o la aplicación del conocimiento fruto del trabajo de equipo, desestimulando a su vez lo que corresponda a trabajos o proyectos de carácter puntual que no consolidan una escuela del conocimiento.



ca y la po mediano plazo, se desea estimular la creación de EMPRESAS  
la Univers UNIVERSITARIAS de caracter MIXTO . A su vez, aquellos resultados  
cursos utili investigación cuyo interés sea específico de una industria o  
tan aporta sector particular, se ofrecerán en la modalidad de venta de  
financier tecnología. Actualmente en la Universidad del Valle hay varios  
te reconoc ejemplos de trabajo en estos sentidos:

- El multitaller de la Facultad de Ciencias
- El programa de Filtración Lenta para Potabilización de Agua para Consumo Humano
- La creación de una empresa productora de microcomputadores
- La venta de la tecnología de producción de ladrillos a partir de escorias o cenizas de carbón
- La Fundación para la Educación Continua
- La programadora de Televisión -UVTV-

**SPECTIVAS**

lidan y do a vari pesar de estos ejemplos, la estructura univesitaria en general  
diantes el régimen fiscal en particular, ofrecen un obstáculo constante  
ctivo o a estos desarrollos generandose con ello, un bajo rendimiento y  
pmociones actividad limitada, cuyas soluciones parciales se dan  
plicidad buscándole la comba al palo" y no afrontando la situación por lo  
or parte dargo de las discusiones a plantear y la poca conciencia del  
aplicar sector estatal, sobre este importante papel de la universidad y  
vitando q necesidad de flexibilizar los controles y reglamentos que  
ltarias; esencialmente rigen la educación superior en el país.

los cual tra a necesario entonces, abordar la discusión sobre una más amplia  
ada por conceptualización de la función de la universidad y su  
responsabilidad frente a la sociedad, y no restringirla a la  
llada expresión de transmisora del conocimiento que solo nos  
tivos, ha como consumidores del saber universal, repitiendo los  
e profesore del exterior, sus sistemas de enseñanza, sus programas,  
tgrado, sus tecnologías y principalmente su bibliografía, pues la  
exploració eratura técnica producida entre nosotros es insignificante.

encia es pues cada vez que nos alejamos de los conocimientos generados y aplicados en el  
nocimiento superior por países más avanzados tecnológicamente; hemos  
olido cu separado y estamos preparando generaciones consecutivas para que  
luchas consumidoras de la producción técnica y tecnológica de las  
éxito estancias extranjeras.

idad. Dando en nuestras universidades los profesores que no investigan  
na reformo stan un texto, generalmente éste corresponde a uno escrito  
una Vice algunos años atrás, que utiliza buena parte de su tiempo como  
la Ofici ciente, presentando una realidad distinta a la nuestra y en  
mo misión otros casos, obsoleta o inadecuada tecnológicamente. Entonces  
cación de nos preguntamos, qué clase de universidad es la nuestra? No  
do a su veperos seguir persistiendo en este error. Lo anterior  
puntual que muestra una característica del sub-desarrollo que debemos

La universidad no puede ni debe continuar aislada ni encerrada en si misma desligada de la realidad nacional. tanto ella y el estado deben entender que no puede excluir el proceso de desarrollo, solo así podrá sellar su compromiso con la sociedad, esto es con su entorno social.

Coincidimos seguramente con todos ustedes en que el acercarnos a la producción de los conocimientos indispensables enmarcados dentro de la realidad colombiana. Nadie, en el exterior, investigará y planteará soluciones a nuestros problemas. esa visión mesiánica debe darle paso a una acción decidida. enfrentar nuestra particular problemática transformando la universidad en un instrumento de cambio y de desarrollo económico y social.

Estamos convencidos que en la Universidad, la función de formación integral surge como una consecuencia lógica de la investigación y la extensión que retroalimentan a una docencia con variados instrumentos pedagógicos.

Coincido plenamente con el ingeniero Jorge Sánchez profesor de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional cuando plantea (1): "Tenemos el reto de formar como ingenieros a todos los que entran, no solo a los que logren aguantarse en el nivel académico, personas, enfatizamos, que sepan hacer ingeniería y conozcan el país en el cual van a hacer ingeniería y transformen, porque la ingeniería está hecha para eso, para transformar. Hay otros niveles que están hechos para marcar otros niveles de la educación, pero la ingeniería a nivel profesional, que es como la manejamos en la universidad, está hecha para transformar, y todo esto enmarcado en un reto mayor, que es recuperar a la ingeniería para el hombre y el hombre para la ingeniería. La ingeniería no puede convertirse en un oficio más, intrascendente; la ingeniería ha transformado profundamente el mundo, tiene mucho que ver, muchísimo con el mundo que estamos viviendo, y hay que recuperarla para el servicio del hombre y a su vez hay que recuperar al hombre para la ingeniería, saber que tanto el estudiante como el profesional egresado son hombres con unas necesidades humanas muy concretas".

#### 4. EL SECTOR EXTERNO Y SU OPINION DE LA UNIVERSIDAD. SUS EXPECTATIVAS SOBRE ELLA

En noviembre de 1987, la Presidencia de la República y el Departamento de Colciencias, propiciaron la celebración de un Foro Nacional de Política de Ciencias y Tecnología para el Desarrollo. El atractivo del evento, según sus objetivos, era el presentar la consideración del país, la política del actual gobierno en materia de desarrollo científico y tecnológico al servicio de los programas oficiales en el campo económico y social.



... ni cre...  
... mal. Por...  
... excluirse...  
... promiso con...  
... que debet...  
... indispensable...  
... en el mu...  
... os problem...  
... decidida...  
... rando a...  
... lo economí...

... conferencistas y panelistas fueron en la mayoría de los casos, los Ministros del despacho o sus delegados y personalidades del mundo de la política, los empresarios, el comercio y las finanzas. La academia estuvo representada escasamente por dirigentes de organizaciones científicas y tecnológicas y por alguna figura consagrada del mundo de la investigación. La universidad apenas si tuvo representación en la cabecera de dos Rectores y uno que otro Decano. Así pues, esta vez la universidad fue la audicencia, y como tal oyó como el país científico, el sector económico y el sector productivo, conciben la ciencia y la tecnología y su papel en su mundo. Y con sorpresa encontró que en dicho mundo no se contabiliza claramente a la universidad como productora del conocimiento y por ende de la ciencia y la tecnología.

...ción de...  
... gica de...  
... a docenci...

... Durante el foro se recalcó que los países desarrollados dedican hasta el 5% del producto interno bruto a investigación y desarrollo y que la ONU recomienda que este porcentaje sea al menos del 2%. Colombia solo emplea el 0.11% de su producto interno bruto para tal fin y que debe aumentarlo en un futuro cercano, si desea ingresar a un proceso de desarrollo franco.

...chez Góme...  
... ad Nacion...  
... ingeniero...  
... rarse la v...  
... eniería, c...  
... y que...  
... eso, pa...  
... a mantend...  
... a a niv...  
... sidad, es...  
... reto mu...  
... ombre y...  
... nvertirse...  
... transform...  
... simo con...  
... la para...  
... ombre pa...  
... profesion...  
... concretas...

... se reconoció la necesidad de fomentar el desarrollo de una capacidad investigativa nacional, creando centros sectoriales de investigación y desarrollo como: el Intituto del Petróleo, Cenicafe, Cenicaña, etc. Así mismo, se planteó la necesidad de establecer empresas de técnicos y científicos que asesoren al sector productivo en la transferencia y adaptación de tecnologías. La capacidad investigativa requiere de la formación de personal calificado y esto se haría a través de programas de posgrado en diferentes disciplinas.

... Fue sorprendente que muchos ponentes manifestaran que el Sena y los institutos tecnológicos eran los llamados a formar y entrenar al personal para realizar la transformación tecnológica del país.

... más esta visión en donde está ausente la universidad, esté originada en una forma tradicional que ha distinguido a la universidad colombiana, como es la de ser una transmisora del conocimiento. Elkin Patarroyo señaló que aún en este papel podría estar fallando, puesto que el egresado típico no era capaz de utilizar autónomamente sus conocimientos, sino que había sido entrenado para ser un empleado. El presidente de Acofi, Juan Alfredo Pinto, manifestó: "En general nuestra universidad prepara recursos humanos capaces de ejecutar técnicas, pero con un bajo nivel conceptual".

... una de las razones de esta actitud, se encuentre en el modelo de desarrollo de nuestro país que se basa en el aumento de

las exportaciones, para lo cual se requiere de la importación de tecnología, a fin de competir con calidad en los mercados exterior.

En nuestra Facultad de Ingeniería, se observan con satisfacción algunos acercamientos con el sector productivo y el sector estatal, siendo una cuestión común que dichas relaciones establezcan con los grupos tradicionales de investigación que conforman escuelas del conocimiento que no solo investigan sino que ponen en práctica sus resultados.

Dichos sectores se identifican con una universidad que conjuntamente con ellos a plantear salidas o soluciones que muchas veces habían intentado sin éxito alguno. La razón del éxito actual se basa en que el conocimiento fue generado y adaptado a unas costumbres o a unas realidades sociales y tecnológicas, que un experto extranjero por muy preparado que sea no tiene por qué conocer.

Para que estos grupos pudieran responder adecuadamente a algunas situaciones, se requirió que la multidisciplinaria hiciera presencia en ellos. Sus integrantes no solo son ingenieros, sino también: economistas, sociólogos, administradores, psicólogos, científicos - físicos, matemáticos, químicos, biólogos, educadores y aún humanistas - filósofos - historiadores literatos - comunicadores.

## 5. AVANCEMOS HACIA ALGUNOS PLANTEAMIENTOS PARA INTERRELACIONARNOS CON EL SECTOR EXTERNO

Como fruto de nuestra experiencia, plantearé cuatro (4) formas básicas en las que se establecen las relaciones de la universidad con el sector externo. Estas deben ser analizadas a fondo para evaluar sus bondades, defectos y posibilidades de mejorar.

### 5.1 La Prestación Rutinaria de Servicios de Laboratorio

Esta, que es la más conocida y practicada relación, ha sido común en varios casos de la constitución y arranque de un grupo de trabajo. Sin embargo, en muchos otros, se ha desarrollado una rutina que se presta con profesionales desligados muchas veces de la docencia y más aún de la conceptualización de funciones universitarias.

En muchas oportunidades se mantiene por el hecho de ser una fuente de recursos económicos, que algunas veces en forma ilusoria deja utilidades, cuando no se han efectuado análisis reales de costos. Otras veces, por considerarla una actividad



transportación, no se le presta la atención adecuada y no se responde a la expectativa del cliente, contribuyendo con ello a la deterioración de la imagen de la universidad.

El mismo, bien aprovechada y atendida con personal capacitado y bien remunerado, se genera una satisfacción para el cliente quien, en algunos casos como consecuencia de ello, solicita asistencia técnica ligada a los ensayos, permitiéndole a los profesores participantes percibir a su medio, de manera que de estas experiencias queden extraer temas de investigación aplicada o alguna innovación tecnológica o una mejora en la calidad de la asesoría, todo lo cual redundará en beneficio de la escuela y a la que pertenecen y en suyo propio.

### 3.2 La Consultoría Externa Profesional

En este caso en particular, se pretende aprovechar el conocimiento o Know-How de algún profesor o profesores que se integran en equipo para realizar un trabajo, todos en calidad de expertos en algún área requerida para éste. El objeto es concursar en una licitación pública o privada en la cual, la universidad y ellos obtendrán un beneficio económico específico. En este caso, el conocimiento no lo capitaliza un área definida de forma directa, aunque contribuye a cualificar o a aumentar la experiencia profesional de un profesor, lo que contribuye a mejorar su calidad docente.

Este tipo de consultoría resulta por la aplicación del Decreto 1000 y obedece a la necesidad que la Universidad tiene de mejorar su imagen y recaudar algunos dineros que contribuyan a reducir el déficit tradicional. Algunas veces se pretende conformar con base en un trabajo, una línea de desarrollo del conocimiento, la cual se paraliza cuando termina éste y se reinicia cuando se contrata un trabajo similar. Por lo general se llama a profesores de tiempo completo, quienes son reemplazados por profesores horas-cátedra durante el tiempo que dura el trabajo. Si se tiene la opción de contratar un nuevo trabajo, los profesores continúan en el servicio de la consultoría y así la universidad académicamente recibe pocos beneficios. Estos profesores, se llegan a sentir como profesionales de la Ingeniería que como profesores universitarios y tienden a evitar compromisos con la docencia cuando que ésta no les rinde económicamente. Aparece así una distorsión de la función de la universidad. En este error hemos incurrido desafortunadamente.

### 3.3 La Consultoría Externa con los Grupos de Investigación

En este caso se trata de transferir tecnología y aún de vender la tecnología que surge como fruto del trabajo investigativo. Cada actividad

vez más los grupos que logran esta característica, tiene solicitudes de carácter nacional y algunos de internacional, con lo cual su función investigativa se resentido. Ello ha planteado la necesidad de crear un ente que maneje adecuadamente las relaciones con la investigación, aplicación y la transmisión del conocimiento. Aún no se conocen pero están en discusión 2 ó 3 alternativas, una de las cuales tiene forma de una fundación privada sin ánimo de lucro, en la que la junta directiva participa el Rector de la universidad con voto y donde cualquier reforma de estatutos requiere de decisión unánime de la junta directiva. Así mismo, en caso de liquidada ésta, los bienes se transferirán a la universidad.

Para el caso de las Ingenierías, creemos que toda inversión debe dar como resultado una solución de beneficio social cuando todo este proceso se enmarque dentro de una política de desarrollo del conocimiento, tal como se ha hecho anteriormente, entonces sin duda se estaría llegando a sintéticamente el quehacer universitario.

#### 5.4 La Educación de Postgrado. Formal o Continua

Esta es una de las mejores maneras de relacionarse con el mundo externo y pienso que cuando en el mundo desarrollado se establecen dichas relaciones, es porque sus escuelas de postgrado juntan la investigación que realizan, satisfacen lo que el mundo externo requiere. Los programas de formación y por ende los equipos de investigadores son la base de la relación universidad-entorno social.

En un país como el nuestro, donde pocos postgrados desarrollan una verdadera componente investigativa, extraño que nuestras relaciones con el medio externo sean así. Así mismo, el reciclaje del conocimiento ofrecido por la educación continuada, comúnmente solo ha pretendido entre otros conocimientos para el mantenimiento del profesional y muy pocas veces plantea cursos para la transformación de éste. ¿entonces abordar este aspecto?

La respuesta fue planteada anteriormente. Los grupos de investigación que por su continuidad han logrado conformar un programa de formación de alta calidad y exigencia, tienen las condiciones, recursos y relaciones para emprender la ruta de los postgrados en diferentes niveles. Con los estudiantes aprenden a investigar (M.Sc) o realizan la investigación (Ph.D) se debe llevar el conocimiento a una posición de demanda por parte del sector externo. Con los estudiantes de la educación continuada, se debe mantener, la imagen de que el grupo es un conocedor idóneo de aspectos específicos de la tecnología.





## BIBLIOGRAFIA

1. Sánchez Gómez Jorge, "Elementos propios de la profesión los currículos de Ingeniería". Conferencia dictada 9/12/87 y publicada por el ICFES, serie Memorias de Ev Cientificos Colombianos No.58, "Planteamientos y Reflex alrededor del currículo en la Educación Superior - ciclo conferencias", septiembre de 1988.
2. Yackovlev Vladimir, "Mecanismos de cooperación univers empresa", conferencia dictada en el evento univers empresa en marzo de 1988 en Valencia, Venezuela.





## LA INGENIERIA Y EL FUTURO TECNOLOGICO DE COLOMBIA

ALFONSO DEL TORO.  
División de Ingenier  
Industria - COLCIENC

Hoy en día enfrentamos transformaciones tecnológicas en di  
esferas de la actividad económica y desde luego muchas de  
competen al área de las ingenierías. Hablamos del desa  
acelerado que sufre la microelectrónica, las telecomunicac  
la biotecnología y los nuevos materiales, entre otros. E  
dente que ello ocasionará profundos cambios estructurales  
aparato económico, y este proceso exigirá igualmente, trans  
ciones en el ámbito social y especialmente en el institu  
del país.

Desde el punto de vista productivo, las innovaciones  
términos generales los aumentos en la eficiencia técnica  
productividad, los cambios en los productos para elev  
calidad o reducir su costo a ampliar la gama de sus po  
usos, caracterizan la dinámica evolutiva de toda esta tecno  
La lógica de esta dinámica (paradigma tecnológico) y su ten  
es decir, hacia dónde vá, es perfectamente predecible.

A pesar que estos cambios están ocurriendo, dá la sensaci  
seguimos actuando -y esto no es exclusivamente de las disci  
de las ingenierías- dentro de esa situación tradicional  
cual fuimos formados. Veamos en primer término cuales so  
principales rasgos de esa situación anterior o paradigma  
económico como algunos autores suelen llamarlo y que está  
decadencia, frente al paradigma tecnológico emergente qu  
tocará afrontar en el futuro.

En cuanto al primero, responde al modelo fordista de prod  
que tomó forma a partir de los años veinte y treinta y tuvo  
factor clave el petróleo barato y los materiales intensiv  
energía como es el caso de los plásticos. Se llegó a una c  
zación óptima del trabajo en la planta con la línea de ensa  
para la producción masiva de bienes. El caso de la producc  
automoviles es el más representativo.

Asi se originaron las grandes firmas petroleras, petroquí  
automotrices y otras que producian para los mercados de cc  
lo que provocó la proliferación de empresas de servicios

supermercados, financieras diversificadas y la industria de la construcción. Este sistema tenía como soporte cantidades crecientes de mano de obra especializada, tanto de planta como de oficina, y, como infraestructura, requería del crecimiento de una red de carreteras y de distribución para alimentar un sistema de producción, transporte y de modo de vida de la población.

Desde el punto de vista industrial, se desarrolló un complejo sistema de relaciones industriales de reclutamiento, selección y entrenamiento de personal con derechos de los trabajadores asegurados por fuertes y militantes organizaciones sindicales.

El modelo funcionó muy bien durante la guerra y se expandió después por el mundo capitalista actual. Sin embargo, mostró su vulnerabilidad cuando despuntó el avance espectacular de la industria japonesa, superando en eficiencia y calidad los productos similares de los países del mundo occidental y, desde luego, asumiendo el liderazgo en los sectores más dinámicos, basados en innovaciones tecnológicas.

Estas y otras evidencias de los últimos años, sobre el particular, aportan elementos para comprender la emergencia de un nuevo modelo de producción y organización industrial, que ha tornado obsoletos y menos productivos los equipos y procesos y no aconsejables esas tecnologías que constituyen el esquema fordista, incapaces ya de competir internacionalmente. Naturalmente esta tecnología sigue siendo transferida a los países nuestros y constituye actualmente gran parte de su base industrial.

El llamado milagro japonés, por ejemplo, fue posible además de las consideraciones sobre factores favorables y desfavorables de los patrones culturales, merced a un intenso proceso de racionalización de la producción, basado en parte en la automatización y reorganización administrativa, lo que permitió mantener la competitividad, aumentar la productividad y poder así incluso, pagar mejores salarios.

Con la amplia disponibilidad de tecnología microelectrónica que existe hoy día, conjuntamente con el manejo rápido y oportuno de información, se está conformando desde comienzos de los setenta el nuevo paradigma de producción que propicia la integración de la administración, la producción y la comercialización, para producir bienes y servicios de forma flexible. Las ramas matrices del crecimiento en el futuro serán entonces los componentes y especialmente los bienes de capital, teniendo como soporte y alimentando a su vez, una vasta red de telecomunicaciones.

El factor clave del nuevo paradigma de producción industrial no está representado solamente por la operación de plantas automatizadas totalmente, sino básicamente por la coordinación de un proceso continuo de innovaciones incrementales, con las cuales se obtiene competencia y competitividad. Son los pequeños y continuos avances tecnológicos, basados en la imaginación, motivación



y creatividad técnica y organizacional, lo que determinará competencia en el futuro

A distintos niveles de la producción están surgiendo tendencias que se orientan al establecimiento de sistemas por flexibilidad y diversidad. Criterios que tienden a sustituir los de uniformidad y repetitividad propios del modelo tradicional anterior. Los parámetros de las ventajas comparativas cambiaron, se desplazaron.

Según estudios realizados por Henrique Rattner y Carlotta Pe las tecnologías emergentes: microelectrónica, biotecnología, nuevos materiales, química fina, mecánica fina, y otras, tienen los mismos efectos en el aparato productivo. Es claro que la industria electrónica sirve como fuerza motriz y vector en el modelo que analizamos y se cree que orienta el rumbo de la industria demás. De hecho, es el sector más desarrollado en este momento en el cual los países más desarrollados invierten grandes sumas de dinero en I + D.

Los rasgos más sobresalientes en las trayectorias innovadoras podríamos sintetizarlos de la siguiente manera :

1.- Rediseño y modificaciones sucesivas con nuevos objetivos: minimizar tamaño, las partes móviles, los insumos de energía y materiales y consumo energético (desde relojes calculadoras, cajas registradoras hasta máquinas herramientas y automóviles)

- Las posibilidades de algunas disciplinas de la ingeniería nacional son muchas en este campo.

2.- Nuevos caminos para las innovaciones en producción: Componentes más capaces, más veloces y baratos; interconexión entre diversos equipos. P. ej.: computadores, automatización

Tenemos posibilidades en hardware y principalmente software. El crecimiento del área de bienes de capital utilizando métodos más precisas máquinas herramientas.

3.- Nuevos caminos para innovaciones en proceso.

- Energía y materiales: incorporación de equipo electrónico amplias posibilidades de crecimiento; reducción de contaminación.

- Flexibilidad de la planta, diversidad de productos. Es posible una planta que se independiza de la escala del mercado. Las posibilidades de la ingeniería son halagadoras, pues puede llevar a la proliferación de empresas pequeñas y medianas pero con alto contenido tecnológico y capacidad competitiva o sea las llamadas empresas de tecnología.



- El diseño integrado al proceso productivo. Acoplamiento del diseño computarizado CAD/CAM. Esto hace de la ingeniería de diseño una función integrada al proceso productivo con participación en la productividad y competencia.

- Adaptación de la producción a la demanda.

- Surge el modelo de eficiencia empresarial con la sistematización, adaptación de la producción al mercado y la centralización y descentralización al mismo tiempo.

En respecto a las "otras" nuevas tecnologías, la biotecnología es la reconocida como aquella de potencial innovador y revolucionario. Se sabe hoy que la fuente de este potencial es la ingeniería genética, la cual implica un salto frente al desarrollo anterior de la biotecnología y la modifica cuantitativamente tanto en sus técnicas como en la amplitud del espectro de sus aplicaciones. En efecto, dice un estudio (1) "el poder manipular la información genética para crear organismos nuevos y colocar las fuerzas que guían el metabolismo de la vida al servicio de la producción de riquezas es un salto tecnológico de proporciones inimaginables".

Pero, a pesar de los logros de por sí impresionantes, esta nueva tecnología está aun dando sus primeros pasos. Se ha comprobado la aplicabilidad de los principios teóricos básicos, se han establecido trayectorias de desarrollo y se han identificado sus múltiples aplicaciones.

A pesar del impacto que ha tenido sobre ciertas ramas y actividades, es de esperar que pase mucho tiempo antes de que el potencial revolucionario implícito en la Ingeniería Genética, se traduzca en saltos tecnológicos, capaces de drásticas reducciones de costo, con repercusiones masivas sobre la economía".

Así cabe preguntarse, entonces, si no hay en la actualidad condiciones, tanto por la reducción de plazos de las innovaciones, el avance tecnológico en la instrumentación electrónica, el aumento de los fondos dedicados a I + D, que pueda acelerar significativamente la evolución de ese potencial tecnológico, reduciendo el plazo necesario para llegar por ejemplo al equivalente de "circuito integrado". Esos factores obligan, sin embargo, a dejar la puerta abierta a la posibilidad de un desarrollo expansivo y extensivo en donde varias disciplinas y la Ingeniería Nacional podrían también contribuir. No hay que olvidar que el medio determina condiciones especiales que necesariamente tendrán que ser estudiadas.

Un amplio análisis del desarrollo y perspectivas de la biotecnología se encuentra en W. FAULKNER, Tesis doctoral SPBU. Universidad de Sussex, 1986, Cap. 3.



Podríamos mencionar los nuevos materiales y tendríamos que decir también que el equipo electrónico de laboratorios de ciencia tecnología de materiales ha venido elevando la capacidad de I + D y disminuyendo los plazos de desarrollo de materiales con propiedades cada vez más seleccionadas y útiles.

La difusión de equipos para la industria, para el diseño y fabricación de partes y productos, establece una creciente complementariedad entre estas dos esferas, capaz de generar múltiples cadenas de innovación en esta área.

Los cambios de los principios de funcionamiento de los productos y equipos mismos establecen un perfil de demanda de materiales distintos del tradicional. La sustitución de muchas partes, la reducción de tamaño y resistencia de muchos productos desplazan una parte de la demanda tradicional de materiales de ingeniería metálicos y de ingeniería del plástico, hacia otros más livianos.

Los centros de investigación tecnológica nacional también tienen aquí un papel importante que cumplir.

Otro tanto podríamos mencionar con respecto al futuro de las demás tecnologías avanzadas que ofrecen oportunidades de desarrollo tecnológico a la ingeniería avanzada.

Pero cómo se están preparando los países desarrollados para afrontar la competencia internacional?. USA, Reino Unido, Francia, Alemania y Japón están estableciendo y fortaleciendo mecanismos para aprovechar el acervo de conocimientos científicos tecnológicos acumulados en las universidades en sus centros de investigación - especialmente en las Facultades de Ingeniería - la iniciativa privada para ponerlos al servicio del sector productivo, bajo el patrocinio (en algunos casos) del Gobierno. Más ni menos, que el famoso triángulo de Sábato (Gobierno - Universidad - Industria) trabajando al servicio de un objetivo: CREAR EMPRESAS DE TECNOLOGIA AVANZADA ó de Base Tecnológica, para hacer frente a los nuevos mercados.

Estos mecanismos son los llamados Parques Tecnológicos que pueden conceptualizar como :

- a) Una iniciativa que posee una ligazón formal y operativa con una universidad o cualquier centro de excelencia en enseñanza, investigación y desarrollo.
- b) La iniciativa debe estar destinada a encarar la formación y el crecimiento de empresas instaladas en el propio espacio reservado ó estar próximo a la universidad o un instituto.
- c) Tener una función de gerencia encargada de la transferencia de tecnología y habilidades gerenciales a las empresas a ser creadas e instaladas en el local.



En realidad ellos buscan a través de un proyecto que implica la construcción de instalaciones físicas, de definición de áreas, creación de servicios comunes, establecimiento de relaciones y facilidades de transferencia de tecnología e investigadores, crear el clima apropiado para el establecimiento de empresas en sectores de alto contenido tecnológico.

Hay Parques Tecnológicos debidamente planeados para atender la competencia en los nuevos mercados y otros que se han desarrollado por generación espontánea y natural.

Pero en general, su dinámica de funcionamiento parte de la premisa de que los proyectos de investigación tecnológica permiten a sus equipos de investigadores desarrollar y dominar tecnologías generando nuevos procesos y frecuentemente prototipos de nuevos productos. Algunos de estos productos y procesos tienen una gran demanda en los mercados y esto despierta unas ansiedades del investigador en asociación con sus colegas de equipo o a sus interesados en crear una nueva empresa para explotar comercialmente este producto o proceso. La fase de gestación de estas empresas implica adecuar el proceso o prototipo concebido en el laboratorio de investigación para permitir una escala comercial.

La incubadora de empresas es entonces el lugar apropiado para que este proceso ocurra desde su proximidad física con una institución de investigación y la posibilidad de los nuevos empresarios de participar y usufructuar la infraestructura científica y tecnológica en ellas existente, dado que las empresas de alta tecnología en su fase de nacimiento no pueden adquirir los equipos de I + D, ni disponer de los recursos tecnológicos necesarios para transformar el prototipo a condiciones de producción industrial.

Por otro lado, los nuevos empresarios necesitan intercambiar ideas con otros investigadores, tener acceso a los bancos de información tecnológica y conocer los nuevos avances de las investigaciones en curso.

Algunos ejemplos de Parques Tecnológicos en los países aludidos,

La experiencia americana en desarrollar un conglomerado de empresas de alta tecnología, de elevado nivel competitivo, que se volvió modelo para varios países europeos y que necesariamente debe ser citada siempre que se aborde este asunto.

Los ejemplos que vale la pena destacar, son el del "Valle del Silicio" y la "Ruta 128". El primero localizado en el Estado de California surgió de un esfuerzo intencional de la Universidad de Stanford en la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. El segundo en el Estado de Massachusetts que tiene empresas fundadas por emprendedores exalumnos o profesores provenientes de la Universidad de Harvard y de MIT. Según algunos autores, estas empresas están basadas en el sector electrónico y emplean cerca



de 250.000 personas de las cuales 75.000 fueron incorporadas solamente 5 años (1975 - 1980).

La aparición y crecimiento de estas empresas industriales se volvió posible a partir del desarrollo de la investigación científica y tecnológica (electrónica-informática, biotecnología, materiales y soldaduras finas).

En Francia, el Gobierno ha venido ejecutando planes integrados para la creación de empresas (curiosamente promover esta iniciativa privada correspondió en parte al Gobierno de Mitterand) y en los últimos años fueron creadas cerca de 40.000 de todo tipo, pequeñas y medianas.

La creación de industrias de alta tecnología recibe prioridad absoluta y tratamiento especial dentro de la política nacional de crear un mayor número de empresas. Por lo tanto, fuera establecidas las ciudades científicas, en torno a universidades como las de Lille, Grenoble y otras inspiradas en la experiencia americana.

En Inglaterra, la experiencia de los Parques Científicos, en áreas localizadas en el campo universitario, tales como Manchester, Birghman y otras, planeadas para albergar industrias. Son construídos con recursos del Gobierno Nacional y empresas privadas con apoyo de las universidades. Tienen programas de formación de emprendedores, centro de consultoría de empresas pequeñas y agencias de empresas de iniciativas privadas.

En Alemania, se fomentan estas empresas a través de subvenciones y participación en los riesgos de nuevas iniciativas. La denominada BIG (Maternidad de empresa localizada en las instalaciones de una industria desactivada), con el amparo de la Universidad Técnica de Berlín, ha conducido a la creación de empresas en las áreas de química, microelectrónica, ingeniería de sistemas y robots, con un promedio de 15 ingenieros cada una, de media y alta calificación.

Por último dentro de estas experiencias, quisiera mencionar la Japonesa. Todos sabemos que la ciencia y la tecnología desempeñan un papel fundamental en el moderno desarrollo socioeconómico del Japón.

Las ciudades tecnológicas japonesas o "tecnópolis" caracterizan su actuación fundamental en el planeamiento industrial y regional de aquel país.

El MITI (Ministerio de Industria y Comercio Internacional) está creando en todo el territorio nacional, polos de desarrollo tecnológico especializado en sectores de tecnología de punta para asegurar el futuro económico del país en el segundo milenio.

La idea es apoyar la construcción de 19 ciudades del futuro, ciudades tecnológicas. Para su implantación los planeadores



gobierno procuran conciliar las realidades geográficas de cada región con potencialidades de desarrollo de industrias de tecnología de punta.

En estas Tecnópolis serán implantadas principalmente industrias especiales, de exploración de océanos, de computadores y microchips, procesadores de palabras y robots industriales o, nuevos metales y/o materiales, mecatrónica, biotecnología, cerámica fina, y equipamientos para la salud pública.

La situación descrita hasta el momento constituye pues la competencia que debemos enfrentar en los años por venir.

¿Qué tan alerta estamos sobre esta situación en las universidades?, ¿Qué medidas se están tomando sobre el particular?

### LAS NUEVAS TECNOLOGIAS EN COLOMBIA

Un vistazo a la investigación a nivel nacional nos muestra en términos generales que de las cinco áreas de la Ciencia: exactas y naturales, salud, agropecuarias, sociales e ingeniería, esta última ejecuta solamente el 11% del total de proyectos. A pesar de que la investigación se ha incrementado en los últimos años, aún es baja esta proporción en relación con otros países de similar desarrollo. En dicha cifra están agrupadas disciplinas como: Ingeniería industrial, civil, química, mecánica, eléctrica, electrónica, ambiental, de sistemas, de minas y petróleos y otras y los proyectos de investigación son realizadas en las universidades e institutos del Gobierno y algunas empresas.

A pesar de esta situación, Colombia presenta en la actualidad elementos mínimos de orden cualitativo para el desarrollo de las nuevas tecnologías, especialmente en electrónica y sistemas. Un estudio preliminar sobre el estado de las tecnologías avanzadas en el país, realizado por la UIS mostró en resumen:

#### Informática:

Las universidades con carreras de sistemas, postgrados en sistemas y postgrado en informática, realizan investigación básica y aplicada, mostrando un futuro halagador. Realizada por grupos de trabajo y centros de investigación, los cuales cuentan con personal de una excelente preparación académica e investigativa. Las investigaciones en robótica e inteligencia artificial hasta ahora empiezan y se esperan resultados en el corto plazo.

#### Biotecnología:

En el campo de la biotecnología se realizan programas en universidades con carrera y postgrado en biología y centros de investigación y desarrollan investigación básica y aplicada.

Las investigaciones aplicadas se encuentran a nivel de experimentación en laboratorio, pero algunas de ellas muestran un potencial de comercialización.



La biotecnología tiene gran futuro, pero se encuentra dispersa e incomunicada sin relación con los sectores productivos. Hay un gran desconocimiento de qué es y para qué sirve.

#### Mecánica de precisión:

Es de resaltar que en la línea de maquinarias y equipos sus realizaciones son concretas, algunos ejemplos son la construcción de maquinaria electrónica para calzado, minitaladros, maquinaria para ensayos de torsión, desgranadoras, sembradoras de productos agrícolas, secadoras solares de granos, microturbinas y otras.

El desarrollo de la mecánica fina se verá reforzado en las universidades colombianas al comenzar actividades el Instituto Colombiano del Petróleo (ICP) con su programa de prioridades de fabricación de productos importados, los cuales demandan diseños y estudios sofisticados (válvulas, instrumentación, bombas, etc.).

#### Nuevos materiales:

El área de nuevos materiales muestra logros importantes presentes y potenciales. La aplicación de la física ya arrojó a nivel de laboratorio resultados con los superconductores. El campo de fibras ópticas se encuentra en experimentación.

En la obtención de polímeros los centros han creado ya alguna base científica de manejo de los mismos hasta el grado de desarrollar productos, formulaciones y sistemas de información computarizados que permiten saber de un material polímero, su proceso, si lo hay en el país, y el modo de sustituirse.

Los avances en procesos de catálisis son grandes con investigaciones que muestran productos y dan algunas soluciones aunque aún hay mucho camino por recorrer.

En el campo de los colorantes se encuentran productos que están listos para ser industrializados, así como los productos de pulpa y papel.

Los productos químicos algunos son una realidad (alúminas sulfatos usando minerales y carbón, etc).

Hay buenas perspectivas en el campo de la cerámica y los conductores. La experimentación en rayo láser, plasmas, óptica, instrumentación y física del estado sólido, es adelantada por grupos de trabajo en postgrado de física, con cuadros de investigaciones calificados. Sus aplicaciones se centran en sales y electrónica y se esperan resultados en el corto plazo.

Los beneficios de estas investigaciones, salvo algunas excepciones, no están llegando a los sectores: industria, gobierno, minas, agrícola, en los órdenes nacional, departamental y regional.







(material eléctrico, maquinas industriales modernas). El mercado en su conjunto se duplicará.

- 2.- De las transformaciones tecnológicas ya descritas en detalle, no todas nos afectarán, por supuesto, pero la mayoría de ellas tendremos que aprenderlas y asumirlas necesariamente.
- 3.- La demanda de capital con relación al empleo y con relación a la producción, se elevarán en cuantiosas proporciones.
- 4.- Los pronósticos sobre el comercio internacional de nuestras exportaciones predicen para el futuro una situación restringida para nuestra balanza de cambios, probablemente duradera.
- 5.- Los problemas de materias primas que hoy existen van a seguir presentes.
- 6.- Aparición de problemas nuevos, de contaminación, transtornos ecológicos, contaminación de aguas, que requerirán cuantiosas inversiones y sustanciales innovaciones tecnológicas.

Este panorama sobre las tendencias de la innovación a nivel internacional y la situación de la investigación en Colombia nos lleva a llamar la atención sobre la responsabilidad de la ingeniería nacional (compartida con otras áreas) para apoyar el nuevo tipo de sociedad del futuro, con nuevas formas de vida para una mejor calidad de vida, para la pronta satisfacción de las necesidades básicas de la mayoría de la población o para contribuir con la participación selectiva del país en los nuevos mercados internacionales, pues, se trata ahora de construir las ventajas aprovechando esas oportunidades que el nuevo paradigma ofrece, con la debida anticipación.

Para este propósito cabrían también responsabilidades a las universidades, a la industria y al Gobierno. A las universidades-centros de ingeniería, para la realización de los estudios prospectivos y de previsión tecnológica sobre las tendencias mundiales de la innovación y el desarrollo tecnológico y sobre las necesidades nacionales de tecnología, con miras a efectuar los cambios pertinentes en los programas.

Al Gobierno-organismos de promoción del desarrollo tecnológico nacional, para el apoyo de los estudios prospectivos y tendencias tecnológicas en cada área y para la definición de las líneas de investigación en ingeniería para los próximos años, con metas precisas.

Un papel fundamental juegan los organismos estatales de impulso a la educación, en la revisión y formulación de nuevas orientaciones estratégicas de los programas académicos.

Del lado del sector productivo, los gremios contribuirían en este proceso como promotores y adalides de la innovación y desarrollo.



en su propio sector en la consecución oportuna de información técnica, en la transferencia y asimilación de tecnología, recomendando lo que conviene a su sector en el intercambio de experiencias y en la capacitación de personal a nivel nacional e internacional en áreas críticas como la de gestión tecnológica.

A las asociaciones de facultades, como en el caso de ACOFI, corresponde liderar un proceso permanente de discusión nacional sobre el potencial de la ingeniería a la solución de problemas del país y al aprovechamiento de sus recursos y potencialidades; promover los estudios prospectivos de las tendencias de la ciencia y la tecnología en el mundo y en Colombia y, propiciar, como lo hace en este momento las discusiones que contribuyan a promover el cambio de los contenidos programáticos de las carreras de ingeniería, más acorde con las necesidades de nuestro futuro.



La Universidad está comprometida con la dissemination científica y tecnológica del conocimiento, la innovación y de la producción de los recursos humanos e investigadores. Entre otras cosas, debe garantizar al ser humano por parte de sus propios recursos para asegurar que sus conocimientos y habilidades sean utilizados de manera adecuada en el mundo que nos rodea, utilizando los recursos más adecuados del rigor científico.

El objetivo final de la investigación en la Universidad es el de contribuir a la sociedad, por lo tanto, es necesario el conocimiento científico de la investigación para difundirlo al máximo y que se puedan aprovechar las aplicaciones potenciales.

Por otro lado, la institución debe tener una visión y de esta manera general, promover a las universidades en investigación y desarrollo en todos los niveles, asegurando con ella, a través de la ciencia y la tecnología, el desarrollo de la sociedad y el bienestar de la humanidad.

12



**PROYECCION DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA  
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES HACIA EL MEDIO EXTERNO  
1989**

ING. HERNANDO DURAN CASTRO  
ING. GERMAN CAVELIER

**LOS OBJETIVOS DE LA UNIVERSIDAD Y DE LA INDUSTRIA CON RELACION  
A LA INVESTIGACION Y EL DESARROLLO.**

Como parte del fiel cumplimiento de sus objetivos la Universidad debe fomentar y proteger la libertad de investigación, el avance del conocimiento y el intercambio libre de ideas, estimulando la confianza mutua y un ambiente abierto, objetivo y de escolaridad entre sus miembros.

La Universidad está comprometida con la diseminación amplia y completa del conocimiento a través de la docencia y de la publicación escrita de los resultados de sus investigaciones. Estos últimos deben poder someterse al escrutinio crítico por parte de expertos responsables para asegurar que son completos, que se han citado adecuadamente todas las fuentes y que se han logrado utilizando los cánones más estrictos del rigor y análisis lógico.

El objetivo final de la investigación tanto en la Universidad como en la industria es servir a la sociedad. Por consiguiente el conocimiento resultante de la investigación básica debe difundirse al máximo ya que no se conocen en un principio sus aplicaciones potenciales.

Por otro lado, la Industria persigue obtener una utilidad, y no esta por lo general dispuesta a hacer inversiones en investigación e incurrir en todos los riesgos relacionados con ella, a menos que se le pueda garantizar que es la primera en el mercado en explotar los resultados y que esta adecuadamente protegida para prevenir la explotación por parte de los competidores.

De lo anterior se concluye lo siguiente:



-La Universidad no tiene interés en establecer mecanismos que impidan la libre difusión de los resultados de las investigaciones. Por el contrario le compete apoyar los medios para lograr esa difusión.

-Para lograr el interés de la Industria en financiar investigación y desarrollo en la Universidad es necesario sin embargo, establecer algunos mecanismos de protección en la explotación parcial y/o temporal de los resultados por parte de la Industria.

-Los mecanismos de protección que se establezcan deben conciliar adecuadamente los intereses de la Universidad y de la Industria sin perder de vista que el beneficiario final de la investigación es la sociedad.

## TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA ENTRE UNIVERSIDAD E INDUSTRIA

Existen diversos mecanismos para transferir conocimiento y tecnología de la Universidad a la Industria, desde la colaboración en las investigaciones, el intercambio de recursos humanos y de equipos, la diseminación de la información científica básica, hasta la transferencia de derechos de propiedad sobre tecnología específica.

La experiencia en otras partes del mundo muestra sin embargo que la mayor parte de la transferencia se hace mediante el intercambio de profesionales de amplia experiencia y la promoción de recién egresados del pregrado y del posgrado. La contribución más importante de la Universidad sigue siendo la de aumentar el capital humano especializado. La transferencia más efectiva de tecnología existente y la fuente más abundante de tecnología futura es un profesional recién graduado que ingresa al medio externo.

Los tipos más comunes de relación entre la Universidad y la Industria son los siguientes:

### 1 Consultoria

Uno de los medios más antiguos y frecuentes de transferir conocimientos y experiencia de la Universidad a la Industria es la Consultoría. La compañía contrata al profesor para darle asesoría



impidan  
Por el  
ción y  
tablecer  
dal y/o

durante una porción de su tiempo que la Universidad le deja libre. De ordinario el profesor recibe todo el ingreso por este concepto no asumiendo obligación de informar de esto a la Universidad. En algunas partes se observa una tendencia en este tipo de contratos individuales a evolucionar hacia asociaciones más formales con la Universidad para ayudar a desarrollar y explotar el mercado de la consultoría.

Donaciones o Préstamos no Reembolsables (Grants) con propósito específico para investigación.

Este tipo de relación consiste en establecer convenios Universidad-Entidad Financiera, o Universidad - Industria mediante los cuales se da a la Universidad una suma anual o por un período especificado y como contrapartida la Universidad destina parte del tiempo de profesores y de estudiantes graduados, y de equipos de laboratorio para llevar a cabo investigación en un campo específico determinado de común acuerdo entre las dos partes.

Ejemplos de este tipo de acuerdos son los establecidos con COLCIENCIAS, para llevar a cabo investigación en Bioingeniería, Automatización, Informática, etc.

Programas Afiliados.

En estas asociaciones las compañías se afilian a un programa, a un departamento o a la universidad como un todo pagando para ello una cuota de membresía. En retorno, los afiliados reciben efectivamente lo que se puede llamar una ventana a la investigación de la Universidad mediante visitas, conferencias y publicaciones y la participación en programas de especialización, posgrados o educación continuada. La Universidad por su parte participa en comités de las compañías donde se analizan y se discuten las prioridades sobre investigación y las necesidades del mercado y recibe importantes recomendaciones sobre posibles modificaciones de los currículos de los programas. Estos programas juegan un papel muy importante como semilleros de otros contratos y de consultoría.

Convenios entre Universidades.

Existe también la posibilidad de efectuar acuerdos entre Universidades para compartir recursos, complementarse, y combinar sus áreas de fortaleza con el fin de atacar conjuntamente problemas o áreas de problemas específicos. Adicionalmente, estas asociaciones



interés entre el objetivo básico de la universidad de divulgar con la mayor amplitud las investigaciones realizadas en ella y el objetivo de las empresas para las cuales la confidencialidad de algunos resultados puede ser importante para garantizar su competitividad y la rentabilidad misma de la inversión en la investigación.

No obstante las dificultades anotadas anteriormente, las experiencias recientes muestran definitivamente que la cooperación entre el sector académico y el productivo es factible, pero que requiere de una gestión adecuada. Este nuevo desafío ha llevado a la creación de una nueva rama de la ingeniería, o de la administración si se quiere, conocida como gestión tecnológica, y que consiste en el estudio de técnicas para resolver y manejar eficazmente problemas tales como la predicción y la negociación de tecnología; el procesamiento y diseminación de información científica y tecnológica; los mecanismos de estímulo y las estructuras organizacionales adecuadas para la investigación; la propiedad industrial de los desarrollos e inventos; la repartición de los riesgos y de los beneficios resultantes; la planeación y el control de los proyectos; etc

#### EL CASO DE LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

La Universidad de los Andes ha ido creando, en el transcurso de su historia, diferentes centros de investigación, que adosados a diversas facultades permitan a profesores y estudiantes hacer investigaciones básicas y aplicadas.

En este momento la universidad cuenta con varios centros de investigación que no sólo desarrollan trabajos en sus áreas específicas sino de tipo multidisciplinario tales como: Centro de Estudio de Desarrollo Económico (CEDE), Centro de Planificación y Urbanismo (CPU), Centro de Estudios de Desarrollo Regional (CIDER), Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería (CIFI), Centro de Estudios de la Facultad de Derecho (CIJUS), Centro de Estudios Internacionales (CEI), y otros.

En agosto de 1966, con la ayuda del gobierno holandés y del laboratorio de Hidráulica de Delft, se estableció el CETIH, Centro de Estudios Técnicos e Investigaciones Hidráulicas, dotado de un laboratorio con amplias instalaciones para realizar investigaciones experimentales y



técnicas, y que contribuyó al modelaje de las principales estructuras hidroeléctricas del país.

La maduración del trabajo investigativo, no sólo en el área de hidráulica sino también en otras áreas de la Ingeniería Eléctrica, Mecánica, Industrial y Sistemas, hizo necesaria la creación del Centro de Estudios e Investigación de la Facultad de Ingeniería, CIFI, en 1979.

El CIFI se concibió como una entidad administrativa que permitiera manejar adecuadamente las áreas de investigación de la Facultad. Desde su fundación se han desarrollado grandes proyectos de investigación aplicada y desarrollos tecnológicos muy importantes para beneficio de la Universidad y el país, además de continuar la labor que ya se venía realizando en el CETIH.

El CIFI cuenta, además de las facilidades y laboratorios de la Facultad, con un Centro de Documentación especializado que apoya todos los trabajos docentes y de investigación. Este Centro cuenta con una biblioteca de 7000 documentos, 30 colecciones y más de 2000 proyectos de grado e investigación; además tiene relación con las principales bases de datos bibliográficos y centros de reprografía existentes en el mundo occidental. También se encarga de publicar los informes de trabajos de interés elaborados en la Facultad, y los memorandos de investigación, que se han constituido en un medio óptimo de divulgación de los avances tecnológicos logrados.

La estructura actual de la Facultad está concebida alrededor de áreas de trabajo en campos del conocimiento. Los profesores y los estudiantes preparados e interesados en estos campos conforman grupos. Para cada una de estas áreas, el grupo correspondiente ha desarrollado un programa de trabajo a largo plazo que incluye investigación y docencia en distintos niveles (pregrado, posgrado, educación continuada). El estudiante tiene así la posibilidad de estar en contacto directo con la solución a problemas concretos de la realidad nacional desde los primeros años de su vinculación a la universidad.

#### Principales áreas de investigación:

##### Interdisciplinarias

##### Ingeniería



- Estudio de Ingeniería Industrial en los laboratorios de investigación del ICP sede Guatiguara-Piedecuesta. Director Ignacio Pérez. Proyecto Instituto Colombiano del Petróleo 1988.
- Estudio de las Fuentes No Convencionales de Energía en Colombia. Director Proyecto Rafael Beltrán. Proyecto Colciencias 1988.
- Estudio de Alternativas de Secado Solar Basadas en Secadores Tipo Invernadero. Director Rafael Beltrán. Proyecto Colciencias 1989
- Desarrollo y Construcción de un Prototipo de un Esterilizador de Gas. Director Rafael Beltrán. Proyecto Clínica Marly 1989.
- Programa de Investigación y Desarrollos en Ingeniería Biomédica. Proyectos: Medición, Modelaje y Control de Sistemas Fisiológicos. Control y Tratamiento de Señal en Sistemas Fisiológicos. Oftalmoingeniería; Biomateriales. Válvulas Cardíacas; y, Características Técnicas y Factibilidad de Fabricación Nacional de algunos Equipos Utilizados en el sector Salud. Director Proyecto Germán Cavellier. Proyecto Colciencias. 1987
- Implementación Industrializable de software y dispositivos electrónicos para adquisición y tratamiento de señales biomédicas. Director Klaus Meier. Proyecto Presidencia de la República-Fondane 1989.
- Programa de Investigación y Desarrollos en Automatización Industrial. Proyectos: Diseño Apoyado por Computador; Máquinas Herramientas de Control Numérico; Manipuladores y Percepción; y, Producción de Celdas Flexibles de Manufactura. Director Proyecto José Tiberio Hernández. Proyecto Colciencias, 1989.
- Definición de una Estrategia de Sistematización para satisfacer las necesidades de computación de Telecom en el período 1989-1993. Director Proyecto Orlando Cuevas.
- Estudio sobre Planificación de Sistemas de Información y Evaluación de Equipos de Computación. Director Orlando Cuevas. Proyecto Fedearra 1989
- Asesoría en el Plan de Sistemas del Icetex. Director del Proyecto Orlando Cuevas 1989



-Estudio sobre Planificación Estratégica en Sistemas. Director del Proyecto Orlando Cuevas. Proyecto Caracol T.V. 1989.

En los últimos años se han realizado múltiples proyectos en cada una de las áreas con diferentes entidades financiadoras, a través de los cuales el CIFI a puesto sus recursos al servicio de la comunidad. Ejemplos de algunas entidades financiadoras de proyectos (la Universidad aporta la correspondiente contrapartida)

- COLCIENCIAS	- SISE	- E.T.B.
- GOBIERNO ALEMAN	- THOMAS DE LA RUE	- ICA
- OEA	- INRAVISION	- ISA
- CARULLA	- ICETEX	- I.S.S
- IENA	- CENTRAL DE MEZCLAS	- E.A.A.B.
- MINHACIENDA	- COLPUERTOS	- E.E.E.B.
- CAJANAL	- EMCALI	- FONADE
- MINAGRICULTURA	- PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA	- TELECOM

En el anexo se encuentra una lista de proyectos que fueron realizados en los últimos 5 años.

igación del Proyecto

Colombia.

ores Tipo 89

or de Gas

Biomédica fisiológicos, fisiológicos, características de Equipos Cavalier

ectrónicos tor Kauss

Industrial nientas de de Celdas hernández

afacer las 1989-1993

uación de Fedearroz

Proyecto

## ANEXO

### PROYECTOS REALIZADOS EN LOS ULTIMOS AÑOS

#### BIOINGENIERIA

Biomecánica de la miopía. Director Proyecto Luis Enrique Amaya Isaza. Proyecto Colciencias. Terminado en diciembre de 1981

Programa de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Biomédica I Etapa. Director Germán Cavelier. Proyecto Colciencias terminó en mayo de 1987

#### ENERGIA

Sistemas de control para la medición y programación de la utilización de energía en edificios e instalaciones industriales. Director Proyecto Antonio Suárez. Proyecto Colciencias. Terminó en Junio de 1982.

Estudio de prefactibilidad de la Universidad de los Andes para el Ministerio de Obras Públicas y Transporte y la Organización de los Estados Americanos con respecto a la dieselización del parque automotor. "Proyectos de consumo, sustitución y energía en el sector transporte de Colombia". Director Proyecto Ernesto Guhl Nannetti. Proyecto dieselización (O.E.A). Terminó Agosto de 1983.

Estudio de ahorro de energía eléctrica de Supermercados Carulla y recomendaciones necesarias para lograr este ahorro. Director Proyecto Alvaro Torres. Proyecto Carulla.

#### SISTEMAS DE INFORMACION

Uso de información y toma de decisiones en el proyecto de la vía Medellín-Bogotá. Director Proyecto Ernesto Lleras. Proyecto Colciencias y ONU. Terminado en Junio de 1980.



Análisis, diseño, implementación, documentación e integración de cinco subsistemas de información del Sena. (Registro, Inventario, Maquinaria y Equipo, Contabilidad y Presupuesto). Director Proyecto Alberto García, Proyecto Sena. Terminado en mayo de 1984.

Evaluación y diseño de un modelo de información para el Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Director Proyecto Francisco Rueda. Proyecto Minhacienda. Terminado en diciembre de 1982.

Análisis, diseño, programas, montaje y entrenamiento para 5 subsistemas de información: pensiones y prestaciones, empleados, control de existencias y movimiento de drogas, control de almacenes, citas médicas. Director Proyecto Miguel Moreno. Proyecto Caja Nacional de Previsión Social (Cajanal). Terminó en mayo de 1984.

Análisis y prediseño del sistema electoral automatizado y del sistema de información para la identificación ciudadana. Director Proyecto Ernesto Lleras M. Proyecto Registraduría - Fonade. Terminará en diciembre de 1984.

Asesoría técnica dentro del área administrativa. Director Proyecto Jaime Huertas. Proyecto empresas municipales de Cali. Terminó septiembre de 1983.

Asesoría técnica en el área de sistemas relacionada con el diagnóstico de los problemas y necesidades de información en el ISS, Seccional de Cundinamarca y D.E., duración cinco semanas. Director Proyecto Ernesto Lleras M. Proyecto Instituto de Seguros Sociales. Terminó en julio de 1983.

Planeación estratégica para el desarrollo de los sistemas de información urbanos y del SISE. Fijando para tal efecto criterios y políticos para el desarrollo de sistemas de información en el Distrito Especial de Bogotá y de la misma forma, definiendo objetivos y líneas de acción para el desarrollo del SISE. Director Proyecto Alfredo Hernández. Proyecto SISE. Terminó en marzo de 1983.

Asesoría técnica, diagnóstico de problemas y necesidades de información, equipo, cómputo, organización del área de sistemas. Director Proyecto Orlando Cuevas M. Proyecto ICA. Terminó noviembre 15 de 1984.



Estudio Sobre aspectos organizacionales, sistemas de información, plan de desarrollo de la fase 2 y propuesta organizacional para Inravisión. Director Proyecto Gustavo González. Terminó 30 de septiembre de 1984.

Evaluación de necesidades para el desarrollo de sistemas y presentación de recomendaciones para el mismo, en la E.A.A.B. Director Proyecto Orlando Cuevas. Fecha de terminó en Marzo de 1986.

Elaboración de un anteproyecto de reglamentación de la reserva de los ciudadanos y la responsabilidad en el uso de almacenamiento de información. Director Proyecto Ernesto Lleras. Proyecto Presidencia de la República, Terminó en Marzo de 1986.

Asesoría a la Registraduría Nacional del Estado Civil en el Desarrollo del Diseño Organizacional necesario para lograr un adecuado funcionamiento del sistema electoral Colombiano. Director Proyecto Orlando Cuevas. Terminó Febrero de 1986.

Evaluación de las ofertas de los equipos de computación y el diseño del subsistema de control de proyectos en la E.A.A.B. Director Proyecto Orlando Cuevas. Terminó en Agosto de 1987.

Asesoría a la Registraduría Nacional en el desarrollo del diseño del sistema electoral colombiano y del sistema de identificación ciudadana. Director Proyecto Orlando Cuevas. Terminó en abril de 1986.

Asesoría a la Registraduría Nacional en el desarrollo del diseño de un sistema de observación de elecciones y su aplicación en las elecciones de marzo y mayo de 1986. Director Proyecto Orlando Cuevas. Terminó en Diciembre de 1986.

Asesoría a la Registraduría Nacional en la programación de los sistemas electoral y de identificación ciudadana. Director Orlando Cuevas. Terminó en Agosto de 1988.

Diagnóstico sobre el Flujo de Información en el Ministerio de Agricultura. Director Proyecto Orlando Cuevas. Terminó en Febrero de 1988.



Asesoría en el Diagnóstico y formulación de recomendaciones en la sistematización de Colseguros. Director Orlando Cuevas Terminó en Agosto de 1988.

Realización del diseño de la aplicación de control de inventarios para la EAAB. Director Orlando Cuevas Terminó en Noviembre de 1988.

Evaluación del sistema de control fiscal en los contratos de obras publicas en la Contraloría General de la República. Director Orlando Cuevas. Terminó en Septiembre de 1988.

Evaluación de la aplicación de deudores en la Nacional Financiera. Director Orlando Cuevas. Terminó en Diciembre de 1988.

#### SISTEMAS PUBLICOS

Evaluación técnica del sistema de bombeo de la Estación Galán con base en rubicones. Director Proyecto Andrés Gómez. Terminado en Noviembre de 1987.

Estudio sobre Venta de Excedentes de Energía al Sector Industrial. Director Proyecto Carlos Eduardo Balen. Proyecto E.E.E.B. Terminado en Noviembre de 1987.

#### HIDRAULICA E HIDROLOGIA

Desarrollo e implementación de un modelo secuencial para generacion de hidrologías sintéticas con capacidad para reproducir estadísticas a diferentes niveles de agregación. Director Proyecto Luis Fernando Alarcón. Proyecto Colciencias. Terminado en Noviembre de 1980

Modelo hidráulico de las Bocatomas, tubos de desviación, estructura de descarga y compuertas del proyecto hidroeléctrico de Betania. Director Proyecto Alejandro Deeb. Terminado en agosto de 1981.

Estudio de estabilización del río Cauca frente a Bocatomas del acueducto municipal - sector Puerto Mallarino. Laboratorio de Hidráulica. Director Proyecto Manuel Alfredo Laverde. Proyecto Emcali. Terminado en marzo de 1981





Proyecto hidroeléctrico del Guavio - Diseño de vertedero. Ingetec - Laboratorio de Hidráulica.

Análisis y modelaje del río Magdalena en el sector navegable de Siape y en los tajamares de Bocas de Ceniza. Con la asesoría de Laboratorio de Hidráulica de Francia y la Danish Hydraulic Institute. Director Proyecto Manuel Alfredo Laverde. Proyecto Colpuertos. Terminación julio de 1984.

Labores de investigación y evaluación del tratamiento de aguas residuales mediante el proceso denominado flotación espumante. Director Proyecto Jairo Orozco. Proyecto Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. Terminó 7 de noviembre de 1984.

Estudio, construcción, operación sobre un modelo hidráulico para el rebosadero del Guavio, con el fin de investigar su comportamiento. Director Proyecto Juan Saldarriaga. Proyecto Ingetec-Guavio. Fecha de terminó en Septiembre de 1985

Estudio del comportamiento de medidores domiciliarios de consumo de agua y su influencia sobre la cantidad de agua no facturada. Director Proyecto Juan Saldarriaga. Proyecto Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. Fecha de Terminó en Marzo de 1987.

#### SUELOS Y GEOTECNIA

Diseño de morteros de mampostería de tipos M,N y S, el diseño para medición periódica de la cantidad de agregados existentes en los de la compañía. Director Proyecto Diego Echeverry, Proyecto central de mezclas - Civil. Terminó noviembre de 1983.

Asesoría, asistencia técnica, coordinación y supervisión de los contratos de exploración geotécnica que la ETB contratará con terceras personas con el fin de obtener información, previa licitación de construcción del metro de Bogotá. Director Proyecto Carlos Parra F. Proyecto El Metro (E.T.B.). Terminó en Octubre de 1983

#### INGENIERIA SISMICA, ESTRUCTURAS Y MATERIALES

Asesoría técnica concerniente a la elaboración del proyecto código de la construcción para la ciudad de Bogotá. D.E. Director Proyecto Carlos



Farra F. Proyecto Código de la Construcción. Terminó en diciembre de 1984.

#### INGENIERIA AMBIENTAL

Estudio ambiental de los impactos del proyecto del realce del embalse del Muña, como lo define el decreto 2811 de 1974, asignando una parte sustancial al estudios socio-económico como lo define la ley 56 de 1982. En colaboración con el CIDER. Director Proyecto Fernando Tenjo. Proyecto realce del Muña (E.E.E.B.). Terminó agosto de 1983.

Sistemas Anaerobios en el Tratamiento de aguas residuales domésticas. Director Alvaro Orozco. Proyecto Colciencias. Terminó en Febrero de 1988.

#### MICROELECTRONICA

Diseño y fabricación de un computador prototipo de tiempo real para la dosificación de mezclas de concreto y para el manejo de la información. Director Proyecto Antonio García. Proyecto central de mezclas - eléctrica. Terminó en noviembre de 1983.

Elaboración de un controlador a base de un microprocesador para controlar el flujo de datos desde una o más unidades de disco flexibles a los controladores de las máquinas de numeración de documentos. Director Proyecto Klaus Meier. Proyecto Thomas de la Rue. Terminó en junio de 1983.

Proyecto Piloto para evaluar la factibilidad técnica y económica del diseño y fijación de circuitos de alta integración en Colombia. Director Antonio García. Proyecto Colciencias. Terminó en Diciembre de 1988.

#### SISTEMAS DE POTENCIA

Programas interactivos y gráficos para análisis y diseño de modelos y sistemas. Director Proyecto Alvaro Torres. Proyecto Colciencias. Terminó en julio de 1983.

Utilización del EMTP para simulación de la línea de interconexión a 500KV entre las subestaciones San Carlos y Sabanalarga. Director



Proyecto Alvaro Torres. Proyecto ISA-EMTP. Terminó el 15 de agosto de 1984

Asesoría en la elaboración de los estudios de transitorios electromagnéticos, necesarios para el diseño de las líneas de transmisión del Guavio. Director Proyecto Alvaro Torres. Proyecto E.E.E.B. Terminó en Febrero de 1988.

#### DISEÑO Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

Desarrollo de tecnología apropiada para el procesamiento de la yuca. Director Proyecto Francisco Rodríguez. Proyecto Colciencias/Fes. Terminado en marzo de 1981.

Prototipos de tecnología apropiada. Convenio colombiano-holandés con el Ministerio de Salud. Director Proyecto Rafael Beltrán. Terminó en agosto de 1982.

Desarrollo de balsas generadoras hasta de un Kilovatio. Director Proyecto Jaime Loboguerrero. Proyecto GTZ-DNP. Terminó en junio de 1982.

Asistencia técnica, científica y académica, para la realización de los trabajos correspondientes al inventario de laboratorios y centros de investigación. Director Proyecto Ma. Teresa de Torres. Proyecto ISA. Terminó en marzo de 1987.

Evaluación técnica del sistema de bombeo de la Estación Galán con base en rubicones. Director Proyecto Andrés Gómez. Proyecto Ecopetrol. Terminado en Noviembre de 1987.

Desarrollo, instalación y adecuación de balsas generadoras de energía mecánica y/o eléctrica. Director Francisco Rodríguez. Proyecto GTZ. Terminó en Diciembre de 1988.

#### SISTEMAS DE INFORMACION Y BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS

Intercambio de información bibliográfica entre diferentes entidades colombianas a través de medios magnéticos utilizando el Formato Común de Comunicación Colombiana (FCCC). Director Proyecto María



Consuelo Franky de Toro. Proyecto Colciencias. Terminó en Julio de 1987.

Intercambio de información bibliográfico entre Colombia y otros países por medio de Conversión entre Formato Común de Comunicación Colombiano (FCCC) a Common Communication Format (CCF). Director Proyecto José Abásolo. Proyecto Colciencias. Terminó en Noviembre de 1987.

#### INGENIERIA DE SOFTWARE APOYADA POR COMPUTADOR

Consultoría para el diseño, construcción y documentación de un ambiente de programación basado en el lenguaje Karel. Director Proyecto Rodrigo López. Proyecto FONADE. Terminó en Mayo de 1987.

#### TEORIA DE SISTEMAS Y LA ORGANIZACION

Revisión técnica de los procesos administrativos internos de la Agrícola Papagayo, orientados a la obtención de una mayor y mejor eficiencia en sus operaciones. Director Proyecto Ernesto Lleras M. Terminó junio de 1984.

Estudio de reestructuración administrativa de Inravisión. Director Proyecto Gustavo González. Proyecto Inravisión. Fecha de terminó en Febrero de 1986.

#### MODELOS MATEMATICOS. OPTIMIZACION Y ANALISIS ESTADISTICO

Diseño, desarrollo e implementación de un programa de computador para simular los aspectos fundamentales de la operación Puerto Bólivar en la carga y despacho de buques. Director Fernando Palacios. Proyecto Carbocol. Terminó en Julio de 1986.

Análisis de la situación del mercado de drogas veterinarias en Colombia. Director Proyecto Gonzalo Torres. Proyecto Aprovech. Terminó en julio de 1987.

II FORO INTERNACIONAL

IX REUNION NACIONAL DE FACULTADES DE INGENIERIA

ACOFI- UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

\*\*\*\*\*

LA RELACION TECNOLOGICA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA  
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA CON EL MEDIO EXTERNO.

Fonente : Heberto Tapias García  
Ingeniero Químico  
Director Centro Servicios Técnicos-CESET  
Universidad de Antioquia

Fecha : Junio 1 y 2 de 1989, Cartagena.

Este ensayo tiene como propósito ofrecer una visión sucinta del desarrollo y el estado actual de las relaciones tecnológicas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia con el medio externo, hacer una aproximación explicativa de los factores que incidieron en el surgimiento tardío de una relación fluida y proponer una estrategia de consolidación y crecimiento de las relaciones Universidad-Entorno.



Para evaluar el estado actual de las relaciones tecnológicas de la Universidad de Antioquia con el medio externo, conviene hacer una revisión histórica de estas relaciones, identificar los obstáculos en su desarrollo y los factores que contribuyeron a su remoción o que crearon las condiciones para su mejoramiento.

La evolución de las relaciones tecnológicas de la Universidad de Antioquia con el medio externo ha estado sujeta a los mismos problemas y dificultades del proceso de desarrollo tecnológico del país. La Universidad, como elemento de la infraestructura científico-tecnológica, ha sufrido la ausencia de una política de desarrollo científico-tecnológica explícita, lo que ha impedido una participación eficaz en el desarrollo económico y social del

Hasta 1980 las relaciones tecnológicas de la Universidad de Antioquia estaban limitadas casi exclusivamente al suministro del recurso humano requerido por el medio externo.

Desde la creación de la Escuela de Ciencias Químicas en 1943 hasta comienzos de la década del setenta, la Facultad centró su hacer en el entrenamiento profesional de Ingenieros.

Todos los esfuerzos y recursos de desarrollo se destinaron al fortalecimiento de los programas docentes y a la creación de nuevos programas de Ingeniería. Las decisiones sobre estos nuevos programas se apoyaban en el buen juicio e inferencia de una demanda de recurso humano, más que en respuesta a un plan indicativo de demanda de recursos de desarrollo económico del país o a una política explícita de desarrollo tecnológico. El tipo de formación y la orientación de la educación eran sugeridas por el perfil ocupacional de los Ingenieros en el medio.

La investigación, las actividades de ingeniería y los servicios técnicos especializados de apoyo, en general, las actividades de extensión universitaria orientadas a la generación, adaptación e innovación tecnológica, fueron actividades marginales y muy limitadas. La investigación que se hizo, se ejecutó como un ejercicio académico formal, sin programas, con alcances muy limitados y la mayoría fueron la continuación de las tesis de posgrado de los profesores. Era una investigación que no guardaba relación con las necesidades del sector productivo ni con los problemas generales del desarrollo económico de la región.



destinaron las actividades de ingeniería y los servicios técnicos de la creación de cursos no pasaron de conceptos técnicos sobre pequeños problemas de operación o caracterización de sustancias o materiales. Estas actividades se realizaban más como un servicio personal de los profesores, que como un servicio institucional con metas y propósitos.

La débil relación tecnológica de la Universidad de Antioquia con el medio externo, antes de 1980, pone en evidencia la desarticulación del sistema científico tecnológico del país.

Eventualmente era muy poco lo que desde la Universidad se podía hacer para contribuir de una forma más eficaz. Los esfuerzos que se hicieron fueron esporádicos y limitados, que no reflejan una política explícita, ni un reconocimiento del papel que debía desempeñar la Universidad.

A mediados de la década del setenta, en momentos en que a nivel nacional existe una conciencia de la variable Ciencia y Tecnología y de la función que debe desempeñar la Universidad, cuando la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia decide crear mecanismos administrativos que posibilitan unas relaciones tecnológicas más fluidas con el medio externo. En 1975 se crea el CESET

(Centro de Servicios Técnicos) y el CIA (Centro de Investigaciones Ambientales) en 1976. Estas Unidades constituyen en los agentes de cambio de la Facultad de Ingeniería. Es a través de estos Centros que la Universidad de Antioquia intenta incorporarse en el mercado de servicios científicos y tecnológicos. Sin embargo, esta vinculación no es inmediata, pues no era únicamente un problema de voluntad ni de oferta institucional lo que había impedido el establecimiento de unas relaciones estables con el medio. Son varios los factores que explican la inercia al cambio, el transcurso de más de cinco años para que operaran los mecanismos creados institucionalmente.

Un primer factor, que aún limita las relaciones tecnológicas de la Universidad, es la dependencia tecnológica, que ubica en las Instituciones y empresas extranjeras las fuentes lógicas de servicios científicos y tecnológicos. La tecnología extranjera continúa siendo para los empresarios nacionales la alternativa más expedita para crecer y mejorar la producción. Prevalce en ellos la política de sustitución de importaciones de productos mediante la importación directa de tecnologías. Y, se suma a esta actitud de los nacionales, el control que tiene el capital extranjero en algunas ramas industriales, que hace que la investigación y los problemas técnicos de las empresas multinacionales sean trasladados a las casas matrices en sus países de origen.



(Centro de unidades académicas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes) que, aprovechando el movimiento de las olas, y con el desarrollo de plantas piloto para la extracción de colorantes naturales para alimentos, es demostrativa del desinterés del sector privado en la adaptación y creación de tecnologías apropiadas.

El CESET conjuntamente con el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas de la Armada Nacional y con el auspicio de COLCIENCIAS, desarrollaron un prototipo de planta generadora de electricidad, la cual fue instalada en Tierra Bomba Cartagena, con la que se puede dar comienzo a la solución de problemas de abastecimiento energético y de agua potable en poblaciones costeras. Pero, su industrialización y aplicación masiva no se ha podido presentar por la falta de recursos financieros.

Actualmente el CESET ejecuta también un proyecto de desarrollo tecnológico para la extracción de algunos colorantes naturales para alimentos a partir del achiote, la resolacha, el azafrán y el subproducto de la extracción de aceite de palma. Tampoco ha sido posible conquistar un

inversionista o empresario del ramo, a pesar de los avances promisorios a nivel de laboratorio y a las reiteradas invitaciones que se les ha formulado directamente. Ni siquiera han aceptado participar como observadores con la promesa de compartir los avances logrados para una posible explotación comercial .

La inexistencia de normas técnicas para la estandarización de la manufactura de muchos productos y la falta de control de calidad de otros, no generaba una demanda de servicios técnicos especiales para certificar especificaciones técnicas o monitorear los ensayos de control. Aún hoy, después de 26 años de establecimiento del ICONTEC, esta demanda es casual .

A la ausencia de una demanda de servicios científicos-tecnológicos le correspondió una débil oferta desde la Universidad. Ella solo estaba preparada para la formación del recurso humano que necesitaba el funcionamiento del aparato económico. Esta oferta no podía generarse espontáneamente. La educación universitaria no podía promover la investigación tecnológica, pues estaba orientada exclusivamente a la formación de ingenieros operarios y funcionaba en una atmósfera poco propicia para la actividad



creadora. Los recursos para estas actividades prácticamente no existían y son muy conocidos los obstáculos y problemas que limitaban el desarrollo de la investigación en la Universidad colombiana. Los recursos financieros eran precarios y el docente investigador era solo una aspiración de algunos profesores que se habían especializado en el exterior. Los laboratorios carecían de equipos especializados para investigación. No había mecanismos de coordinación de las actividades investigativas y a los investigadores no se les reconocía su abnegación ni se les incentivaban sus esfuerzos.

Aún hoy, el gobierno ha cumplido su función como promotor de las relaciones Universidad-Sector Productivo. No ha realizado acciones deliberadas para dirigir la demanda de servicios tecnológicos hacia la Universidad ni para fortalecer en ella la capacidad de oferta de estos servicios.

El desarrollo de las relaciones tecnológicas de la Universidad con el medio externo en el ámbito de los servicios científico tecnológicos ha sido una tarea difícil. No bastó con las facilidades administrativas que ofrecían el CEBET y el CIA ni con la voluntad institucional y la oferta

de estos servicios. Hubo que esperar las acciones del gobierno en materia legislativa para que se rompiera la incomunicación, al menos con el sector público, y se abrieran las puertas al establecimiento de lo que tenemos hoy en el ámbito de las relaciones tecnológicas con el entorno.

El decreto 80 de 1980 le señaló un rumbo distinto a la Universidad. Este decreto adquiere singular significado para las relaciones tecnológicas con el medio externo, en cuanto define la investigación como una de sus actividades fundamentales y señala que debe destinarse el 2% de los ingresos de la Universidad al fomento y desarrollo de la investigación. Este decreto le exigió a la Universidad redefinir su misión social. Al menos ya se reconoce que el quehacer universitario va más allá del servicio docente, y que la investigación y la extensión son también funciones sociales de la Universidad. Aunque todavía se privilegia el trabajo docente cuando las otras actividades compiten en la asignación de recursos.

Como beneficio del decreto 80 también se derivó el énfasis en la fundamentación científica e investigativa en los programas de formación a nivel de pregrado. Quizás ha sido



la ausencia de esta formación uno de los obstáculos mas significativos en el desarrollo tecnológico del país. Para corregir esta falencia gradualmente se ha venido incorporando en los currículos de ingeniería el Curso de Fundamentos de Investigación Científica y de Ingeniería de Proyectos, y los Trabajos en Proyecto, donde se pretende que el estudiante aborde el conocimiento como problema y no como producto elaborado. Con este cambio de orientación en la formación del ingeniero se aspira a que el conocimiento científico sea parte de su cultura, para que sea usuario habitual de la información científica y a que el método científico sea su herramienta conceptual para afrontar los problemas tecnológicos.

La introducción del estatuto de contratación de la Nación y los establecimientos públicos, Decreto 222 de 1983, fue decisivo para el establecimiento de unas relaciones mas regulares. Gracias a esta norma se abrieron las puertas a la Universidad para la realización de estudios de prefactibilidad, factibilidad y de investigación en el sector público.

El cambio durante los últimos diez años es notorio. Se percibe el progreso considerable que hemos logrado,

especialmente en el sector público, con la vinculación a proyectos y en la solución de problemas de inmediata influencia económica y social. Es para destacarse los servicios prestados al gobierno seccional a nivel municipal y departamental, y a entidades como ISA, INTRA, el Ministerio de Obras Públicas, INDERENA, La Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá (ETMVA), Empresas Públicas de Medellín (EPPMM), Empresas Varias de Medellín (EEVMM), ECOPETROL, La Corporación Autónoma Regional Rionegro - Nare (CORNARE), ISS, Fábrica de Licores de Antioquia, etc.

La vinculación del CESET con el sector eléctrico se destaca en la ejecución, conjuntamente con profesionales de ISA, de tres proyectos en el ámbito de la desagregación tecnológica. Con orientación inicial a la gestión de proyectos, se hizo la desagregación de actividades para el control de un proyecto hidroeléctrico en ejecución y el manejo de sus instrumentos tecnológicos. Posteriormente se realizó la desagregación de equipos, y con un esquema simplificado se obtuvo la estimación de la demanda de bienes industriales para los proyectos de centrales, subestaciones y líneas de transmisión a 500 KV, 230 KV, 115 KV y tensiones menores.



También, como un primer análisis de la capacidad industrial nacional, se estudió la situación y perspectiva de la industria de transformadores de potencia en Colombia. Actualmente, además de un proyecto de investigación en mallas de tierra para subestaciones, se realizan periódicamente los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos de aguas, para el seguimiento y control de los sistemas de abastecimiento de las Centrales de San Carlos, Jaguas, Calderas y Chinú.

En el campo de la biotecnología, se evalúa para CORNARE el comportamiento de una planta de tratamiento de desechos domésticos y conjuntamente con profesionales de ANDERCOL, se investiga y desarrolla la tecnología del tratamiento de las aguas residuales industriales mediante procesos anaerobios.

Con la Fábrica de Licores de Antioquia se investiga el proceso de transformación del banano en alcohol en una planta piloto construida en Urabá, como una alternativa de solución al problema de contaminación con el banano de rechazo y con la perspectiva de un eventual desarrollo de la alcoquímica y el suministro de una fuente alterna de energía para la región. Está cotejado este proyecto con otros que ejecuta el CESET para el desarrollo de procesos

para la producción de productos químicos utilizando como materia prima el alcohol etílico. Esta relación que se mantiene con la FLA surgió a partir del desarrollo de un programa de alcoindustria en el que CESET estudió la caracterización de las mezclas gasolina-etanol, la producción del alcohol anhidro, el comportamiento de un vehículo ( Renault 4 ) con gasohol, las alternativas de productos químicos derivados del etanol y los aspectos socioeconómicos de la alcoindustria en Colombia.

A nivel nacional el Centro de Investigaciones Ambientales es líder en los estudios sobre impacto ambiental. Recientemente este Centro realizó un estudio de impacto ambiental de la explotación minera del oro en el Bajo Cauca y Noreste Antioqueño, del cual se deriva una actualización del Código Minero mas acorde con los problemas actuales. Una mención especial se merece la realización, para el Ministerio de Obras Públicas, de estudios de impacto ambiental de nuevas vías de comunicación. Para esa entidad se ejecutó el estudio de alternativas a la vía de La Uribe (Meta) a San Vicente del Caguán, el estudio de impacto ambiental del anillo vial de Cartagena y actualmente se adelanta el estudio para la vía Cartagena -Barranquilla.



Sin embargo, a pesar del efecto demostrativo de la capacidad científica y tecnológica evidenciada en los proyectos realizados, cerca de 250, y a los esfuerzos de divulgación y promoción, aún persisten algunas resistencias en el sector privado.

No han faltado las acciones dirigidas a generar una demanda en el sector privado. Con el sector de la pequeña y mediana empresa se intentó desarrollar un programa de registro de información técnica, que sirviera como medio de identificación de problemas y necesidades tecnológicas, pero el programa fracasó por falta de apoyo financiero de ACOPI. Solo se logró desarrollar este programa en tres empresas, pero con financiación de COLCIENCIAS. Hoy se adelanta conjuntamente con otras Universidades de la región y con el auspicio también de COLCIENCIAS, un estudio para identificar los problemas tecnológicos, en el valle de Aburrá y Rionegro, en ocho sectores industriales: químico, alimento, agroindustrial, textil, cuero, cemento, metalmecánico y fundición. Este inventario de problemas y necesidades tecnológicas esperamos transformarlo en un catálogo de objetivos concretos de investigación que podrán traducirse en proyectos, y en la guía para el ofrecimiento de servicios técnicos especiales.

Una atención especial se le ha dedicado a la divulgación de los proyectos que se ejecutan y a los servicios que se ofrecen . Esta promoción se hace en los eventos académicos que se organizan en el Programa de Extensión Académica del CESET, en las reuniones de divulgación y promoción industrial que se programan a nivel local, en la revista de la Facultad de Ingeniería, a través de la prensa local y especialmente en el Canal Regional en un programa quincenal de la Universidad de Antioquia.

No nos cabe duda del tipo de Universidad que nos convoca el desarrollo del país, sobre la investigación que debemos realizar y la naturaleza de la educación que debemos impartir. Contrariamente a lo que todavía algunos siguen pensando de la Universidad Pública, hoy recorreremos intencionalmente un camino señalado como estrategia para que la Universidad contribuya en el fortalecimiento de la capacidad nacional para absorber, adaptar y crear tecnología. Estamos viviendo el cambio de una Universidad docente a una Universidad investigadora, promotora y asesora en el desarrollo integral del medio .

El estado actual de las relaciones tecnológicas de la



Universidad de Antioquia es el resultado de una clara intención de la Universidad por romper su aislamiento y superar los obstáculos que han impedido el funcionamiento del sistema científico-tecnológico nacional. En el proceso de desarrollo de estas relaciones se destacan cuatro tipos de acciones:

1. Acciones dirigidas al fortalecimiento de la infraestructura interna para el fortalecimiento de la capacidad de servicios científicos tecnológicos.
2. Acciones orientadas al perfeccionamiento y desarrollo del recurso humano.
3. Acciones dirigidas a la divulgación de la capacidad de oferta de servicios.
4. Acciones encaminadas a identificar y fomentar la demanda de servicios.

Somos conscientes que para ser más eficaces en nuestras relaciones tecnológicas, el país debe formular y operacionalizar una política de desarrollo científico y tecnológico en plena coherencia con la planificación

económica y social . Las relaciones tecnológicas de la Universidad con el medio no son un fin en sí, deben ser las respuestas esperadas a sus problemas y necesidades. El grado y la naturaleza de estas relaciones son un indicativo de la intervención que la Universidad tiene en la trama del desarrollo del país y del grado de acoplamiento del sistema científico nacional. Para multiplicar las relaciones tecnológicas entre la Universidad y su entorno, la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia incorporó en su Plan de Desarrollo del próximo quinquenio, programas diseñados específicamente para el mejoramiento de las condiciones de integración con el medio y para el mejoramiento de la investigación y la asesoría. Como estrategia implícita de estos programas se contempla :

- \* Determinar en orden de prioridades problemas y necesidades del medio de acuerdo con la estrategia global de desarrollo del país.
- \* Formular en términos técnicos los problemas y necesidades y transformarlos en objetivos concretos de investigación.
- \* Formular proyectos multidisciplinarios que integren recursos de las Universidades, Instituciones y Empresas.



- \* Divulgar los resultados de las investigaciones para que sean incorporados al sistema económico.
- \* Integrar la docencia con los problemas de la ingeniería nacional, a través de prácticas profesionales de estudiantes, Trabajos en Proyecto de los estudiantes, pasantías de profesores en la industria y de profesionales del sector productivo en la Universidad.
- \* Ofrecer eventos académicos de educación continuada en las áreas de problemas y necesidades tecnológicas previamente identificadas y priorizadas.
- \* Desarrollar un permanente mercadeo de servicios participando en eventos de divulgación y promoción tecnológica.

Además de que cada Universidad debe guiar sus acciones en el proceso de integración con el medio utilizando estrategias similares, se deben fortalecer sus debilidades compartiendo recursos y especializándose en áreas de la tecnología prioritarias para el desarrollo del país. Esta es justamente una de las claves para fortalecer la capacidad de desarrollo tecnológico de nuestro país. Para hacer operativa esta integración puede constituirse en cada ciudad un grupo

ó asociación de Centros de Investigación . En Antioquia ha venido operando de una manera informal El Grupo de Centros de Investigación de Antioquia. Fué justamente dentro de este grupo que nació el proyecto de Inventario de problemas tecnológicos en los Valles de Aburrá y Rionegro que se menciona en este ensayo. Estos grupos se pueden constituir en núcleos regionales con los cuales se mantenga una comunicación permanente sobre sus actividades y proyectos . Con estas unidades organizativas se pueden desarrollar acciones múltiples y coordinadas con el sector productivo apoyadas en las políticas gubernamentales para el desarrollo integral del país . De esta manera se puede hacer extensivo el lema del CESET , " tendríamos el tipo de Universidad que demanda la Colombia de hoy y de mañana : Una Universidad creadora de nuevos conocimientos mediante la investigación científica, y asistente de la sociedad, por medio de servicios de extensión especializados " .

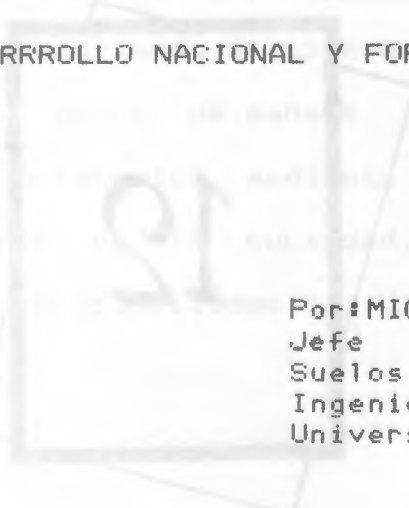


ASOCIACION COLOMBIANA DE FACULTADES DE INGENIERIA

- A C O F I -

II FORO INTERNACIONAL, IX REUNION NACIONAL  
DE FACULTADES DE INGENIERIA

PERSPECTIVAS DEL DESARROLLO NACIONAL Y FORMACION PROFESIONAL



Por: MIGUEL ORTEGA RESTREPO  
Jefe de la Sección de  
Suelos y Vías de la Fac. de  
Ingeniería de la  
Universidad Javeriana

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA  
Cartagena, Junio 1 de 1989

## CONTENIDO

	pag
I.- INTRODUCCION	1
II.- PERSPECTIVAS DEL DESARROLLO NACIONAL	
2.1.- PLANEACION	2
2.2.- HIDROCARBUROS	3
2.3.- GENERACION ELECTRICA	10
2.4.- OBRAS PUBLICAS	21
III.- FORMACION PROFESIONAL	24

RESTREPO  
cción de  
de la Fac.  
de la  
iana



## FORMACION PROFESIONAL Y PERSPECTIVAS DEL DESARROLLO NACIONAL

### I.- INTRODUCCION

El presente artículo se ha elaborado de acuerdo con los objetivos del Segundo Foro Internacional, IX Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería. Se basa en los datos suministrados por Ecopetrol, Ministerio de Minas y Energía, Interconexión Eléctrica S. A. y Ministerio de Obras Públicas y Transporte. Posteriormente se analizan los datos estadísticos referentes a algunas de las inversiones que se ejecutarán hasta el año 2000, a través de éstas Instituciones. Por último se presentan las conclusiones del enfoque de la profesión de acuerdo con las perspectivas del desarrollo nacional.

Para que nuestro país pueda tener un desarrollo armónico, se requiere preparar unos profesionales que estén de acuerdo con las necesidades del desarrollo nacional, por consiguiente deben poseer un conocimiento y dominio de los campos que van a tener mayor inversión pública en la próxima década.

Teniendo en cuenta la distribución económica e industrial de las entidades productivas del país, se encuentra que existe una gran concentración de su actividad en manos del estado, a través de los Ministerios y sus empresas Industriales y Comerciales, por esta razón se analiza fundamentalmente en este artículo las inversiones a largo plazo de Ecopetrol, Ministerios: de Minas y Energía y de Obras Públicas y

Transporte, existentes en los siguientes campos:

- Hidrocarburos
- Generación Eléctrica
- Vías, Ferrocarriles y Puertos



Existen otras entidades estatales que requieren los servicios profesionales de los ingenieros tales como: construcción de vivienda, construcción de acueductos y alcantarillados, sistemas de riego, etc., las cuáles no se analizan en el presente artículo, pero que pueden complementarlo posteriormente.

#### 2.1. - PLANEACION

La definición más elemental de Planeación sería "Planear es definir hoy qué se va a hacer mañana." El problema que presenta esta definición es que tan lejos está el "mañana" y "que hacer" para ese mañana, si es dentro de 1, 10 o 50 años.

Las políticas de inversión a largo plazo se toman según objetivos generales y por los niveles mas altos de la organización o por el estado.

En Colombia los cambios en las cabezas decisorias, representan cambios en los intereses de grupos, lo cual implica un cambio en las decisiones que se reflejan en las políticas generales, por consiguiente en los planes de inversión.



La actividad de la Profesión de Ingeniería de Construcción y Consulta es dependiente del sistema de contratación del estado y principalmente de sus decisiones y orientaciones. Como el estado planea a mediano o largo plazo pero variando sus orientaciones en cada periodo, esto repercute en las entidades dependientes las cuales se ven en la incertidumbre cada vez que ocurre un cambio, de dar continuidad a su acción y ver peligrar sus programas de inversión y crecimiento, y en muchas ocasiones estos son modificados con la consiguiente pérdida de muchos proyectos planeados.

## 2.2. - HIDROCARBUROS

Para poder tener un criterio adecuado de las inversiones que se van a ejecutar en el campo de los Hidrocarburos, se tomo como base el informe de ECOPETROL titulado "ECOPETROL PLAN DE DEARROLLO AÑO 2000" del cual vale la pena destacar los siguientes objetivos:

- Autoabastecimiento de Petróleo a través de la exploración con la creación de incentivos para la participación nacional y extranjera.
- Adecuado mantenimiento técnico de la producción, para poder continuar exportando y tener recursos para las inversiones.
- Explotación del gas natural.

- Autoproducción de la gasolina que demanda el país y fomento de la producción de petroquímicos que actualmente se importan.

- Fomentar el desarrollo de la Industria y la Ingeniería en el país.

- Fijar las bases para una adecuada estructura de: producción, manejo, mercadeo y procesamiento de crudo y de gas natural.

- Incrementar la participación de Ecopetrol en los programas de desarrollo social de las áreas de influencia.

- Continuar con la ejecución de Programas concernientes a la sustitución y ahorro de combustibles disminuyendo pérdidas y una adecuada protección ambiental a las zonas de influencia.

- Desarrollar la Investigación y programas tecnológicos en las Industrias relacionadas con petróleo.

Actualmente Ecopetrol está ejecutando Proyectos por aproximadamente 500 millones de dólares y las principales obras que se van a ejecutar hasta el año 2000 son:

- Creación de la Fundación Nacional de Exploración, la ejecución del programa "Gas para el cambio" el cual dará los recursos para iniciar el plan nacional de rehabilitación del sistema vial.



- La construcción de una refinería de alta conversión en el Magdalena medio.
- La construcción del Oleoducto Dina-Vasconia Coveñas.
- Continuación del programa de exploración.
- Construcción de las redes domiciliarias para la distribución de gas.

Es oportuno destacar las ventajas que tiene para la economía del país la producción de Petróleo y Carbón sobre el Sector Eléctrico, tales como : aproximadamente la mitad de la producción se exporta, lo cual genera divisas para pagar la inversión, esta generación de divisas es un aliciente para las empresas extranjeras, las cuales pueden trabajar en asociación con las empresas nacionales.

A continuación se presentan los cuadros y gráficas correspondientes a producción, desarrollo y plan de inversión de Ecopetrol y de la Industria del Petróleo.

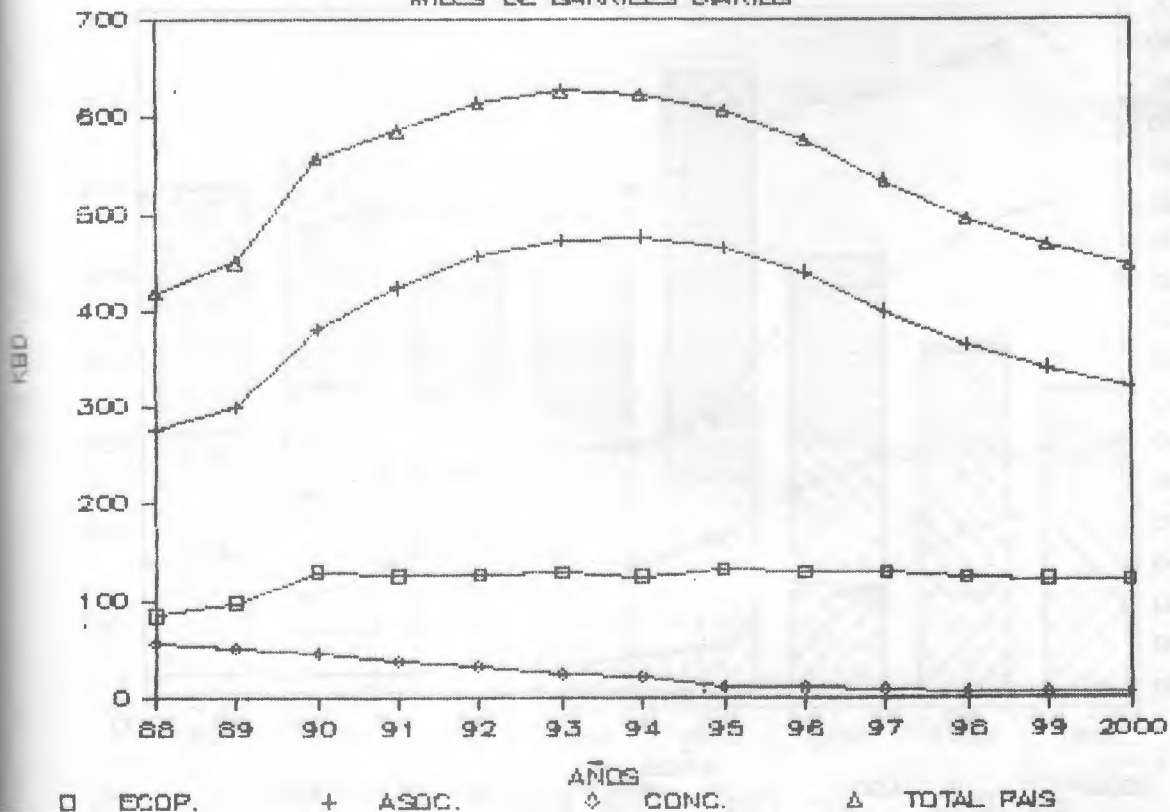
versión

PRODUCCION NACIONAL DE CRUDO  
MILES DE BARRILES DIARIOS (KBD)

veñas.	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
<b>CONC.</b>	84.8	92.7	109.8	93.4	83.9	80.7	72.5	75.4	68.1	63.2	55.0	48.7	43.0
<b>ASOC.</b>	276.4	300.6	343.5	328.4	313.3	299.9	287.8	276.8	249.2	208.1	173.7	149.6	128.0
<b>ECOP.</b>	56.7	50.9	45.2	37.2	32.2	24.5	21.3	9.5	8.6	6.6	5.0	4.6	4.0
<b>TOTAL PAIS</b>	417.9	444.2	498.5	459.0	429.4	405.1	381.6	361.7	325.9	277.9	233.7	202.9	176.0
<b>CONC.</b>	0.0	5.4	21.1	32.5	42.6	49.1	52.9	56.3	61.3	66.0	70.2	73.9	77.0
<b>ASOC.</b>	0.0	0.0	36.7	93.9	141.9	172.3	188.3	188.2	189.0	189.6	190.0	190.5	190.0
<b>ECOP.</b>	0.0	5.4	57.8	126.4	184.5	221.4	241.2	244.5	250.3	255.6	260.2	264.4	267.0
<b>TOTAL PAIS</b>	84.8	98.1	130.9	125.9	126.5	129.8	125.4	131.7	129.4	129.2	125.2	122.6	120.0
<b>CONC.</b>	276.4	300.6	380.2	422.3	455.2	472.2	476.1	465.0	438.2	397.7	363.7	340.1	319.0
<b>ASOC.</b>	56.7	50.9	45.2	37.2	32.2	24.5	21.3	9.5	8.6	6.6	5.0	4.6	4.0
<b>TOTAL PAIS</b>	417.9	449.6	556.3	585.4	613.9	626.5	622.8	606.2	576.2	533.5	493.9	467.3	444.0

PRODUCCION TOTAL ESTIMADA

MILES DE BARRILES DIARIOS



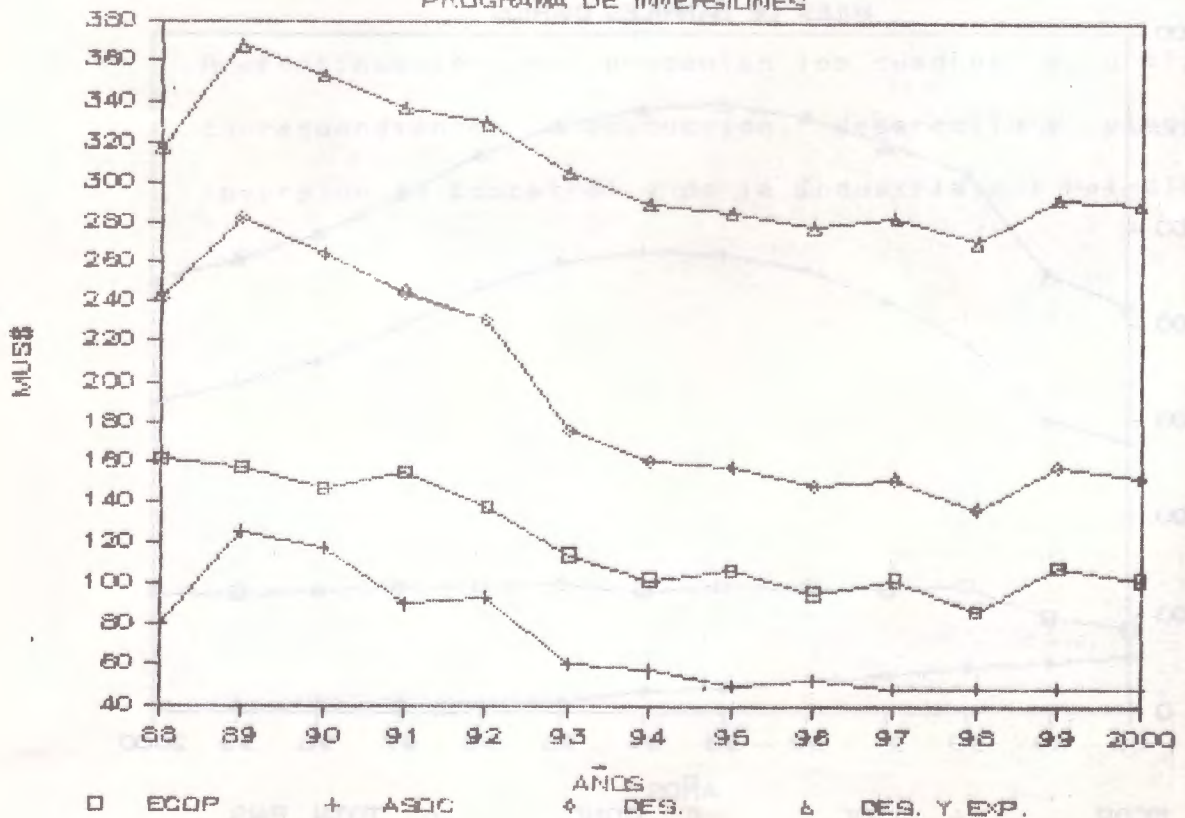
□ ECOP.      + ASOC.      ◇ CONC.      △ TOTAL PAIS



EXPLORACION Y DESARROLLO  
PROGRAMA DE INVERSION (MUS\$/87)

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
EXPLORACION											
EXPLORACION DIRECTA	75.2	85.6	88.4	92.4	98.4	130.0	130.0	128.3	130.0	131.7	133.8
DESARROLLO											
OPERACION DIRECTA											
RESERVAS ACTUALES	143.9	120.1	112.3	119.1	101.4	73.8	57.8	58.5	48.8	56.1	42.3
RESERVAS ADICIONALES	17.3	37.0	34.0	35.2	36.3	40.4	44.4	48.6	46.7	45.9	45.1
TOTAL	161.2	157.1	146.3	154.3	137.7	114.2	102.2	107.1	95.5	102.0	87.4
OPERACION ASOCIADA											
RESERVAS ACTUALES	81.1	104.5	49.6	21.8	28.4	7.3	13.5	6.7	9.1	5.6	5.5
RESERVAS ADICIONALES	0.0	20.9	68.3	68.8	65.2	53.7	43.8	43.6	43.6	43.6	43.6
TOTAL	81.1	125.4	117.9	90.6	93.6	61.0	57.3	50.3	52.7	49.2	49.1
TOTAL DESARROLLO	242.3	282.5	264.2	244.9	231.3	175.2	159.5	157.4	148.2	151.2	136.5
TOTAL EXPLORACION Y DESARROLLO	317.5	368.1	352.6	337.3	329.7	305.2	289.5	285.7	278.2	282.9	270.3

EXPLORACION Y DESARROLLO  
PROGRAMA DE INVERSIONES



MUS\$ DE 1987

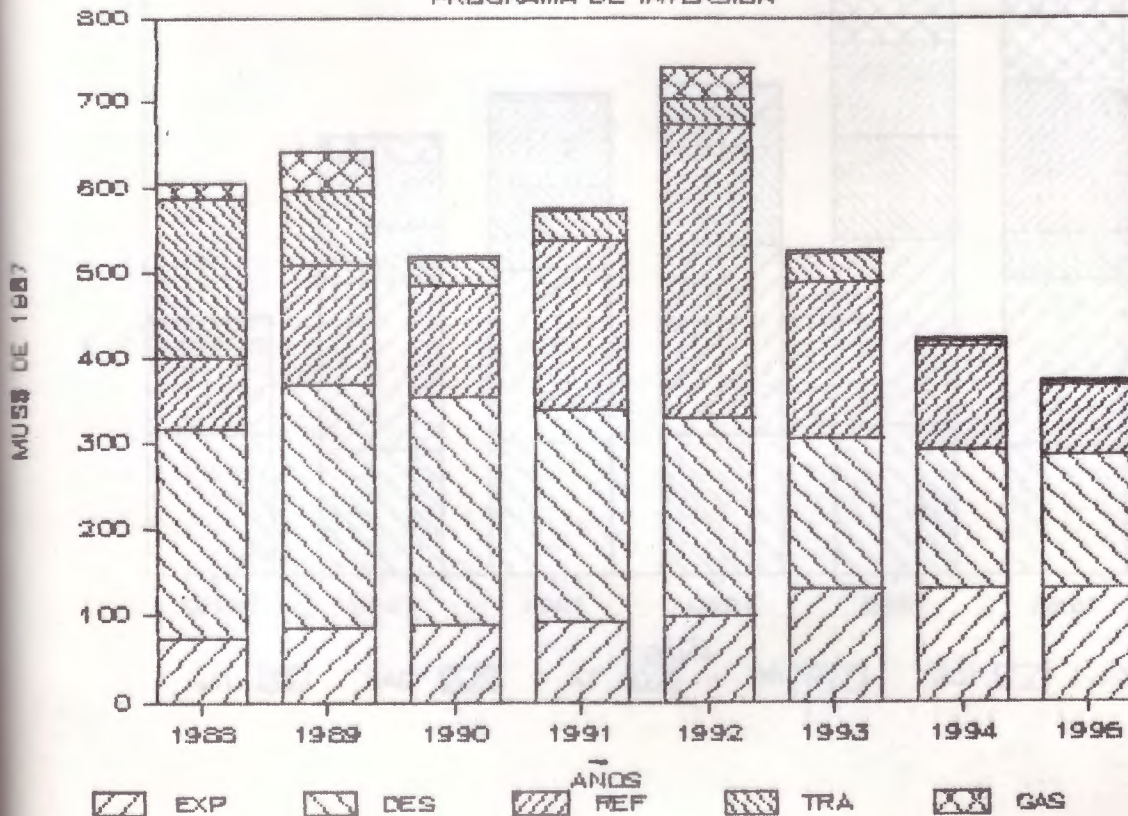
PROGRAMA DE INVERSIONES (MUS\$/87) - ECOPELROL

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	TOTAL	SIN REF.	DIFERENCI
1998											
ACION	75	86	88	92	98	130	130	128	827	827	0
133.8	242	283	264	245	231	175	160	157	1,757	1,757	0
ER (*)	82	141	133	201	344	184	123	80	1,288	678	610
ALMACEN. (*)	188	85	31	32	31	33	7	4	411	645	(234)
42.3											
45.1	19	47	2	4	39	2	2	3	118	118	0
87.4	16	19	24	9	4	7	7	7	93	93	0
	22	9	4	3	3	20	4	3	68	68	0
INVERSION	644	670	546	586	750	551	433	382	4,562	4,186	376
5.5											
43.6	644	666	528	609	605	428	359	347	4,186		
49.1											
136.5	0	4	18	-23	145	123	74	35	376		

... el costo de construcción de una nueva refinería

ECOPELROL PLAN AÑO 2000

PROGRAMA DE INVERSION





PROGRAMA DE INVERSIONES DE LA INDUSTRIA DEL PETROLEO

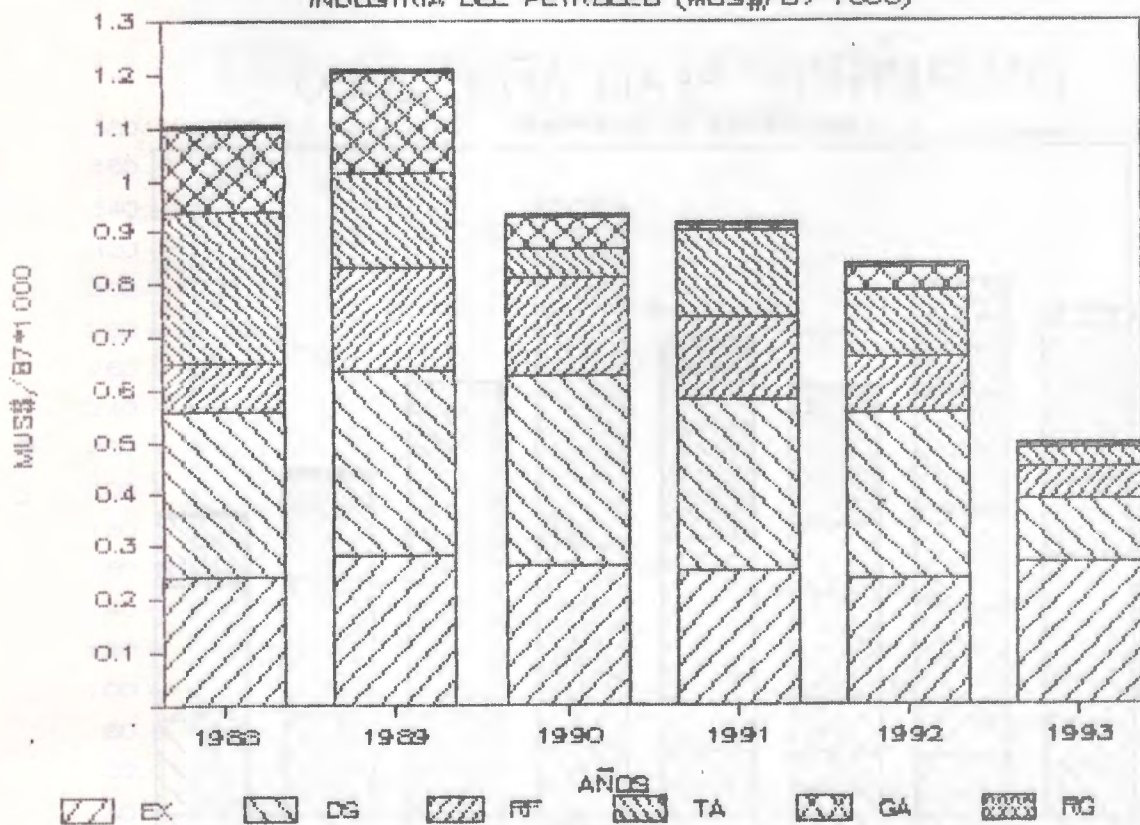
	1988	1989	1990	1991	1992
EXPLORACION	241	279	263	248	236
EXPLOTACION	317	355	359	331	320
REFINACION	93	197	188	157	103
TRANSP. Y ALMACEN.	285	182	56	169	130
PROGRAMA DE GAS	164	193	64	8	44
DISTRIBUCION (*)	4	4	4	4	4
REGALIAS (**)	122	135	159	173	184
OTROS	38	28	28	12	7
TOTAL INVERSION	1264	1373	1121	1102	1028

\* Sólo Terpel

\*\* No incluye regalías Nacionales

PROGRAMA DE INVERSION

INDUSTRIA DEL PETROLEO (MUS\$/87\*1000)

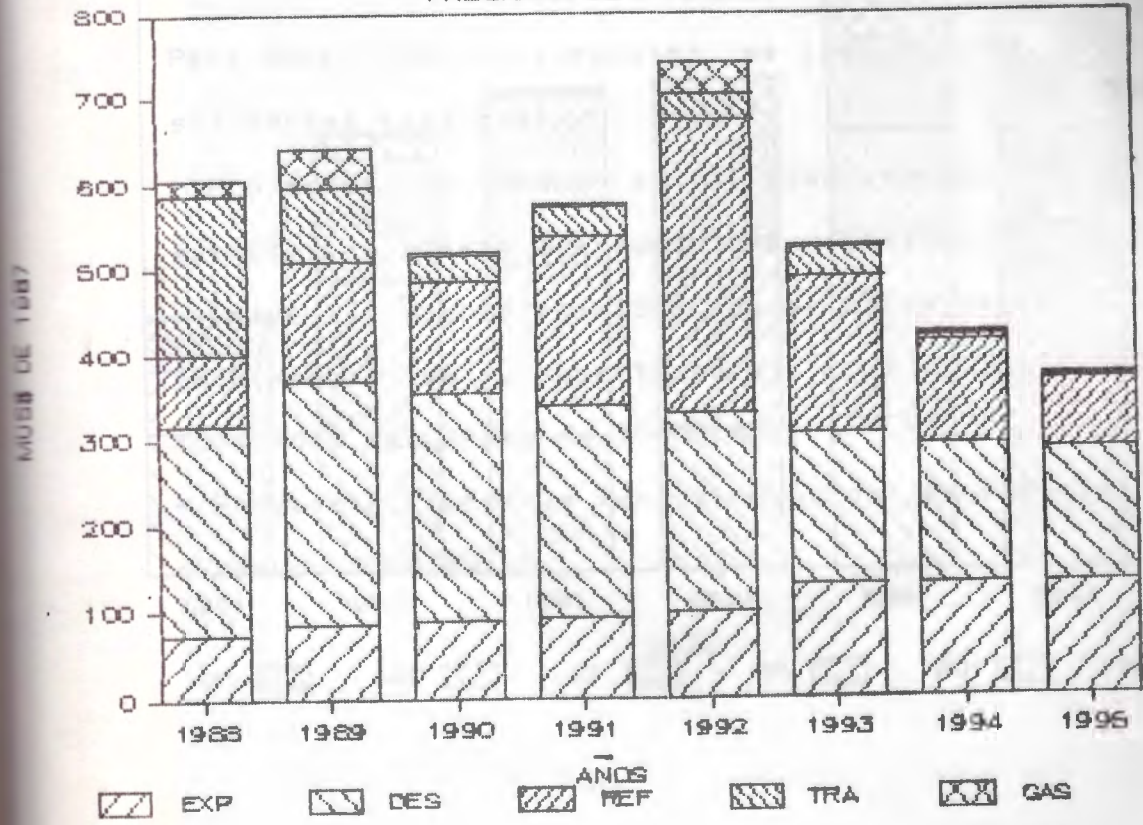


PROGRAMA DE INVERSIONES (MUS\$/87) - ECOPEPETROL

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	TOTAL	SIN REF.	DIFERENCI
236	75	86	88	92	98	130	130	128	827	827	0
320	242	283	264	245	231	175	160	157	1,757	1,757	0
103	82	141	133	201	344	184	123	80	1,288	678	610
130	188	85	31	32	31	33	7	4	401	445	(234)
44	19	47	2	4	39	2	2	3	128	128	0
4	16	19	24	9	4	7	7	7	90	90	0
184	22	9	4	3	3	20	4	3	68	68	0
7	644	670	546	586	750	551	433	382	4,562	4,386	176
1028	644	666	528	609	605	428	359	417	4,136		
	0	4	18	-23	145	123	74	35	376		

el costo de construcción de una nueva refinería

ECOPETROL PLAN AÑO 2000  
PROGRAMA DE INVERSION





PROGRAMA DE INVERSIONES DE LA INDUSTRIA DEL PETROLEO

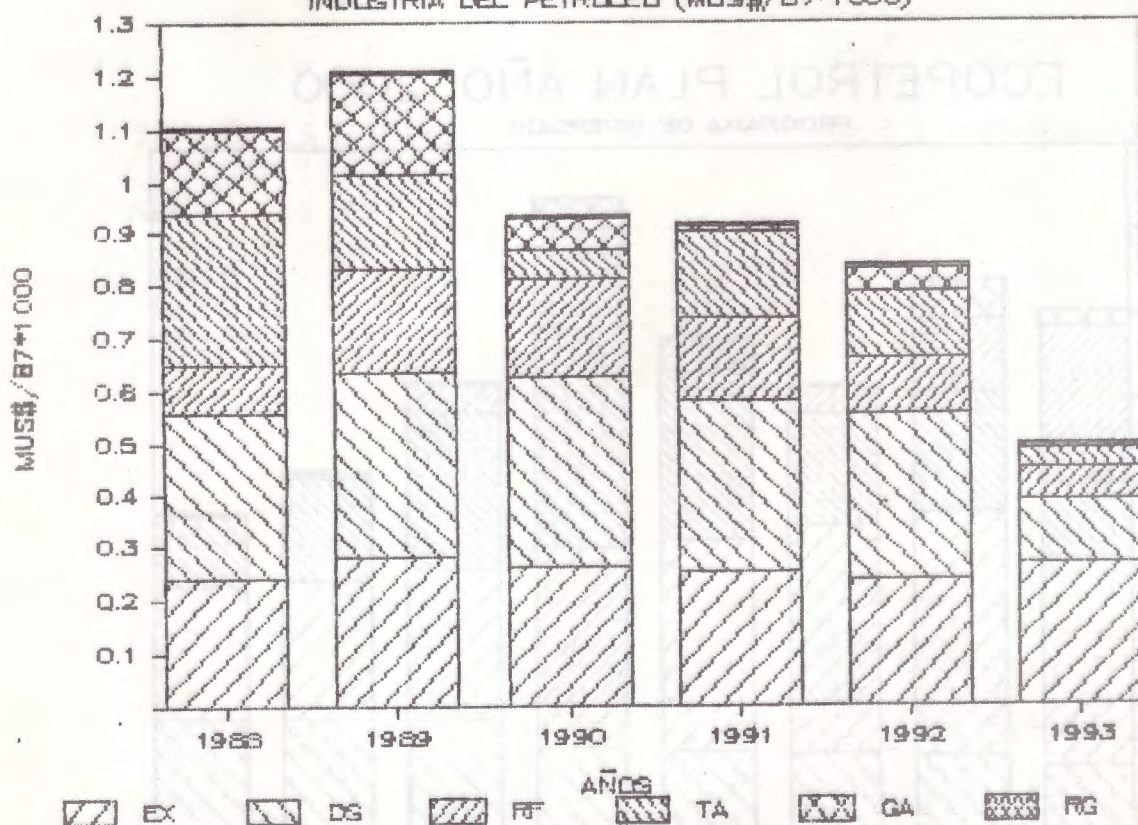
	1988	1989	1990	1991	1992
EXPLORACION	241	279	263	248	236
EXPLOTACION	317	355	359	331	320
REFINACION	93	197	188	157	103
TRANSP. Y ALMACEN.	285	182	56	169	130
PROGRAMA DE GAS	164	193	64	8	44
DISTRIBUCION (*)	4	4	4	4	4
REGALIAS (**)	122	135	159	173	184
OTROS	38	29	28	12	7
<b>TOTAL INVERSION</b>	<b>1264</b>	<b>1373</b>	<b>1121</b>	<b>1102</b>	<b>1028</b>

\* Sólo Terpel

\*\* No incluye regalías Nacionales

PROGRAMA DE INVERSION

INDUSTRIA DEL PETROLEO (MUS\$/87\*1000)



### 2.3.- GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA

El Sector Eléctrico viene trabajando a nivel de planeación desde hace bastante tiempo. Vale la pena destacar el "Estudio del Sector de Energía Eléctrica", "ESEE" y el "Estudio Nacional de Energía", "ENE", los cuales sirvieron como base para el desarrollo que ha tenido el Sector en los últimos años.

Para el presente artículo se tomó como base el "Plan de expansión generación y transmisión para el período 1994 -2000", el cual busca garantizar la prestación del servicio al mínimo costo posible. El plan de expansión que se acordó recomendar supone que la demanda crecerá en un 5.6 % anual en promedio para el período 1987 - 2000.

Para dicho plan de expansión, se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- Proyectos incluidos en el plan vigente todos con estudios de diseño que suman una capacidad de 3400 MW.
- Proyectos Hidroeléctricos con estudios de factibilidad terminados, en su mayoría en el "ESEE", que suman una capacidad del orden de 13000 MW.
- Proyectos Térmicos con estudios de factibilidad del orden de 3000 MW.



- Análisis y recopilación de la información sobre aspectos socio - económicos y ecológicos de cada uno de los proyectos, haciendo una evaluación y clasificación de los proyectos considerando los impactos ambientales que puedan producir.

- Se efectuaron los estudios usuales de generación y transmisión para atender la demanda de energía y potencia a largo (20 a 25 años) y mediano (10 a 15 años) plazo.

- Desarrollo de varias secuencias de generación - transmisión con sus análisis financieros a nivel consolidado, teniendo en cuenta las restricciones macroeconómicas del sector y sus perspectivas.

- Llevar a cabo en el futuro estudios ecológicos y de impacto ambiental, mucho más detallados y profundos, con una adecuada metodología, que permitan no solo hacer una valoración cualitativa mas precisa, sino tener mayor claridad sobre el valor de las inversiones necesarias para contener el deterioro ambiental.

A continuación se presentan los gráficos correspondientes a capacidad instalada, disponible y demanda del sistema eléctrico nacional, además la lista de los proyectos que se van a desarrollar con su potencia instalada, año en el cual entrarán en funcionamiento y costos. También se presenta un cuadro de las líneas de transmisión que se deben

construir. Por ultimo el plan de inversiones hasta el año 2003, desde 1993. De 1989 a 1992 no aparecen inversiones por ser las correspondientes a los Proyectos de Guavio y Rio Grande II actualmente en construcción.

Año	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Inversión	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

PROYECCION DE DEMANDA



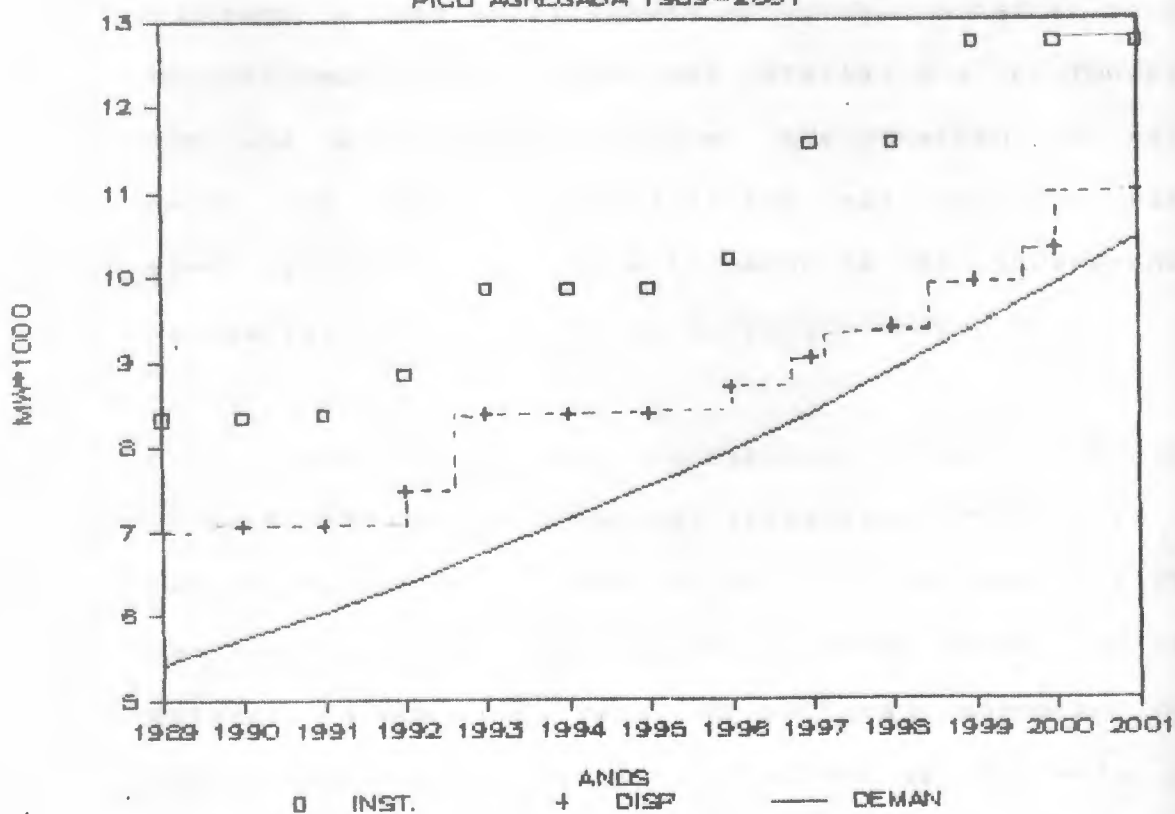


PROYECCION DE DEMANDA PICO AGREGADA  
1989 - 2001

ANOS	CAPACIDAD INSTALADA (KW)	CAPACIDAD DISPONIBL. (KW)	DEMANDA PROMEDIO (KW)
1989	8,335	7,000	5,428
1990	8,350	7,065	5,732
1991	8,371	7,065	6,053
1992	8,847	7,485	6,392
1993	9,847	8,385	6,750
1994	9,847	8,385	7,128
1995	9,847	8,385	7,527
1996	10,187	8,691	7,949
1997	11,549	9,033	8,394
1998	11,549	9,386	8,864
1999	12,729	9,917	9,360
2000	12,729	10,295	9,884
2001	12,729	10,979	10,438

PROYECCION DE DEMANDA

PICO AGREGADA 1989-2001



**PROYECCION DE DEMANDA DE ENERGIA  
GWH**

ANO	GWH
1990	28,600
1995	40,101
2000	52,480
2010	89,950

**PARTICIPACION DEL CONSUMO**

ANO 1990

RESIDENCIAL	46%
COMERCIAL	18%
INDUSTRIAL	36%



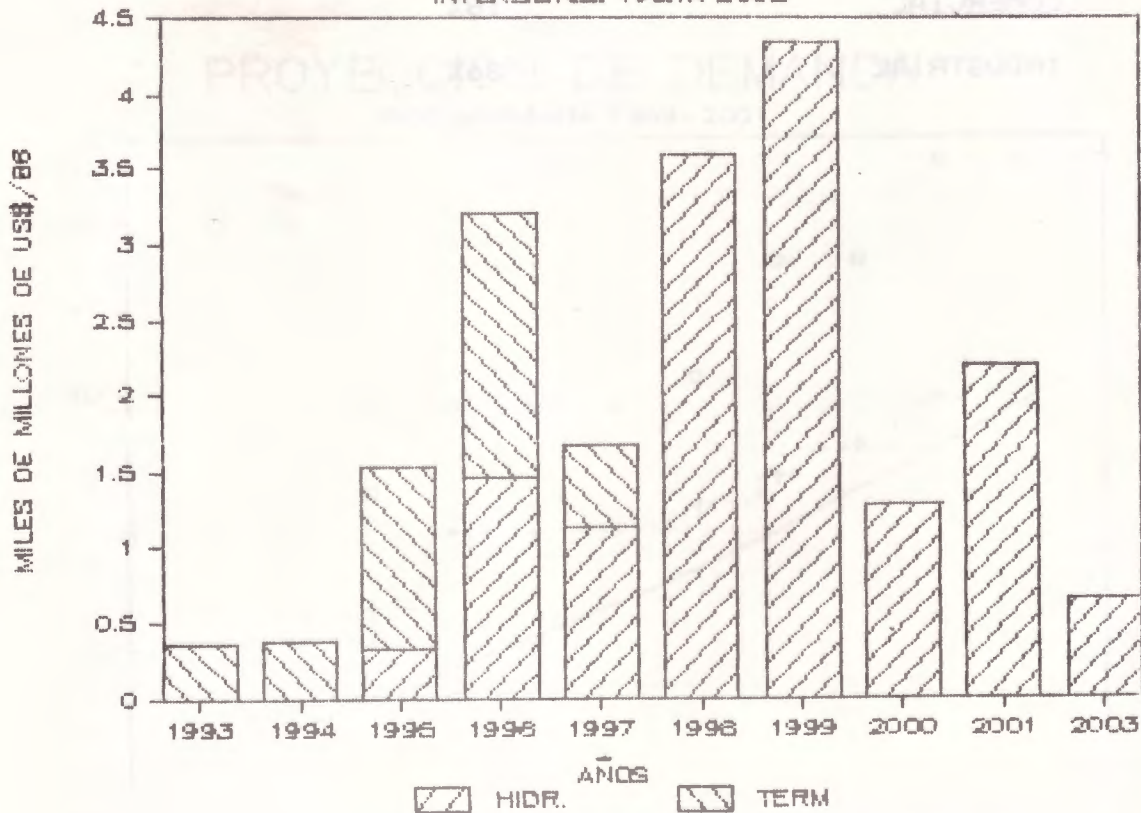
UNIDAD DE PARTICIPACION DE CONSUMO



PLAN DE EXPANSION DEL SECTOR ELECTRICO  
MILLONES DE US\$

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2003
HIDRAULICA			328.7	1,463.9	1,122.1	3,590.8	4,355.3	1,273.0	2,192.2	635.9
TERMICA	367.2	383.9	1,210.0	1,745.7	551.1					
TOTAL	367.2	383.9	1,538.7	3,209.6	1,673.2	3,590.8	4,355.3	1,273.0	2,192.2	635.9

GENERACION ELECTRICA  
INVERSIONES HASTA 2003



200 PRO  
1993 AMA  
PAJ  
1994 ZIF  
CAF  
1995 TIE  
TIE  
URF  
AMA  
1996 RIA  
MIE  
POP  
MIE  
AMA  
CAL  
POP  
POP  
SAN  
1997 LA  
LA  
SAN  
FON  
1998 CAN  
NEC  
QUE  
GUC  
HUM  
CHI  
CAE  
1999 POP  
NEC  
PAT  
PAT  
NEM  
SAN  
2000 UPI  
2001 ITU  
2003 URF  
1) La i  
2) Supc  
3) Supc  
4) Tien

SECTOR ELECTRICO - PLAN DE EXPANSION

CÓD	PROYECTO		AÑOS DE		CAPACIDAD INSTALADA	ENERGIA MEDIA	INVERSION TOTAL
			PRECONST	CONST			
993	AMAGA (1*150)	(4)	1.75	3.00	150	790	177.0
	PAIPA IV (1*150)	(4)	1.75	3.00	150	790	190.2
994	ZIPA VI (150)	(4)	2.50	3.00	150	790	184.2
	CARTA IV (150)	(4)	2.50	3.00	150	790	199.7
995	TIBITA (1*300)	(4)	2.25	4.25	300	1580	306.9
	TIBITA (2*300)	(4)	2.25	4.25	600	3160	577.0
	URRA I		1.00	5.50	340	1520	328.7
	AMAGA (2*150)	(4)	3.75	3.00	300	1580	326.1
996	RIACHON		4.00	3.00	90	545	100.5
	MIEL I		2.00	5.00	405	1408	367.6
	PORCE II		2.25	5.25	392	2065	342.6
	MIEL II		2.00	5.50	380	2194+355	330.8
	AMAGA (1*300)	(4)	3.50	4.00	300	1580	311.7
	CALIMA III		2.00	5.75	240	1400	322.4
	PORTETE (2*250)	(4)	3.50	4.25	500	2840	577.6
	PORTETE (1*300)	(4)	3.50	4.25	300	1580	359.3
	SAN JORGE (2*250)	(4)	3.50	4.25	500	2840	497.1
997	LA GABARRA		4.00	4.00	245	1372	293.8
	LA LOMA (2*250)	(4)	4.25	4.00	500	2840	551.1
	SAMANA MEDIO		4.00	4.50	188	1298	310.3
	FONCE		4.00	4.50	420	2375	418.0
998	CANAFISTO		2.00	7.00	1200	7043	1037.0
	NECHI A		4.00	5.00	590	4151	518.7
	QUETAME		4.00	5.00	230	1671	339.2
	GUAYABETAL		4.00	5.00	370	2375	352.0
	HUMEA + DESV		4.00	4.00	275	923+892	324.5
	CHIMERA		4.00	5.50	454	2500	513.5
	CABRERA	(2)	4.00	5.00	605	2513	505.9
999	PORCE III		5.00	5.00	764	4376	603.9
	NECHI B		4.00	6.00	804	4535	744.6
	PATIA I		4.00	6.00	900	4180	859.1
	PATIA II	(3)	4.00	5.00	890	4183	596.2
	NEME		4.00	6.00	512	2289	487.2
	SAN JUAN		3.50	6.50	1090	6004	1064.3
000	UPIA		4.00	7.00	1320	5720	1273.0
001	ITUANGO		4.00	8.00	3560	16967	2192.2
003	URRA II		2.00	6.50	860	3179	653.9

- 1) La inversión incluye impuestos y está a nivel de precios de Dic/86  
 2) Supone la operación del Proyecto Chimera  
 3) Supone la operación del Proyecto Patia I  
 4) Tiempo estimado a partir de Enero de 1989



LINEAS DE CONEXION INDIVIDUAL DE LOS PROYECTOS  
(230 KV. Y 500 KV.)

PROYECTO	LINEAS ASOCIADAS	TENSION (KV)	No. CTOS	LONGITUD KMS.	PROYE
CALIMA III	Calima III - Viajes	230	2	50	
MIEL I	Miel I - Dorada	230	1	35	CHIME
	Miel I - Mariquita	230	2	40	FONCE
MIEL II	Miel II - Mariquita	230	1	20	
	Miel II - Circuito Miel I - Mariquita	230	-	-	TIBIT
URRA I	Urrá I - Cerromatoso	500	1	84	
URRA II	Urrá II - Circuito Urrá I - Cerromatoso	500	2	30	
	Urrá I - Chino	500	1	155	
T. SAN JORGE	San Jorge - Cerro Matoso	500	1	15	
T. ZIPA VI	T. Zipa VI - Un Cto. Torca - Noroeste	230	2	30	
T. AMAGA	T. Amagá - Un Cto. Ancón Sur - Esmeralda	230	2	10	
CANAFISTO	Canafisto - Ancón Sur	230	4	36	
	Canafisto - S/E Norte del Valle	500	1	240	
NECHI A	Nechí A Circuito San Carlos - Cerromatoso	500	2	6	
PORCE II	Porce II - Barbosa	230	1	68	
	Porce II - Guadalupe IV	230	1	5	
PORCE III	Porce III - Circuito San Carlos - Cerromatoso	500	2	17	
	Porce III - Porce II	230	2	15	
	Porce III - Porce II - Tasajero	230	1	88	
PATIA I	Patía I - S/E Cali 500 Kv	500	1	230	
	Patía I - Pasto	230		70	
PATIA II	Patía II - Patía I	230	2	15	
	Patía II - Popayán	230	2	110	
	Patía I - S/E Cali 500 Kv	500	1	200	

LINEAS DE CONEXION INDIVIDUAL DE LOS PROYECTOS  
(230 KV. Y 500 KV.)

PROYECTO	LINEAS ASOCIADAS	TENSION (KV)	No. CTOS	LONGITUD KMS.
CHIMERA	Chimera - Fonce	230	2	60
FONCE	Fonce - Bucaramanga	230	2	80
	Fonce - Paipa	230	2	110
TIBITA	Tibita - Un Cto. Torca - Noroeste	230	2	75


**ACOFI**  
 Asociación Colombiana  
 de Facultades de Ingeniería



## 2.4.- MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTE

Los principales proyectos y planes del Sector de Obras Públicas, fueron suministrados por la Oficina de Planeación del Ministerio. No se tienen en cuenta los datos correspondientes a mantenimiento y proyectos a corto plazo; por esta razón muchos de los planes están a nivel de proyecto o en estudio.

### 1.- Plan Maestro de Transporte

En este plan se considera un desarrollo integral del transporte en Colombia. Se analizarán las diferentes posibilidades de interconectar los diversos sistemas de transporte, para lograr un sistema eficiente y económico.

Para llevar a cabo dicho plan será necesaria la construcción de puertos fluviales con intercambio modal, terminales de carga y de contenedores en las principales ciudades del país y estaciones de cambio ferrocarril - carretera.

Actualmente el plan se encuentra en los pasos previos para su contratación y tendrá un costo aproximado de US\$ 2 millones.

### 2.- Nueva dimensión pacífica para Colombia

En los últimos años ha habido un gran interés por parte del Ministerio de un adecuado desarrollo de la Costa

Pacífica colombiana, para lo cual se ha hecho un estudio que contiene principalmente los siguientes puntos:

- La posibilidad de construir un puente terrestre internacional (P.T.I.) entre la Bahía de Cupica y el Golfo de Urabá, como alternativa de tránsito al canal de Panamá.
- Puertos de contenedores en Bahía Cupica (Pacífico) y Playa de Tarena o La Caleta (Atlántico).
- Ferrocarril de vía sencilla o carretera entre los puertos.
- Oleoducto interoceánico.

### 3.- Puerto de Contenedores en Cartagena

Esta obra sería de gran importancia para la Costa Atlántica Colombiana, se encuentra en proceso de discusión para definir su viabilidad.

### 4.- Ferrocarriles Nacionales

Se han desarrollado los estudios pertinentes para su reestructuración, reorganización y modernización por parte de Ineco-Consultécnicos. Actualmente se esta estructurando su implementación.



#### 5.- Metro de Bogotá

Esta obra de primordial importancia para la Ciudad está pendiente de definición de los siguientes parámetros:

- Línea prioritaria
- Características del sistema
- Contratista
- Fuentes de financiación

#### 6.- Vía marginal de la selva

La vía marginal de la selva se encuentra actualmente en construcción y se debe terminar en 1995 con una inversión aproximada de US\$ 235 millones, una longitud de 1.164 kms. aproximadamente, puente internacional sobre el río San Miguel. Señalización Vial y transporte intermodal entre la Orinoquia y la Amazonia.

### III.- FORMACION PROFESIONAL

1.- Es de gran importancia destacar la forma como algunas empresas estatales preocupadas por el futuro, han desarrollado planes de inversión a largo plazo, con lo cual se pueden prever los recursos necesarios para llevar a cabo dichos planes y las necesidades de profesionales de la ingeniería.

2.- Las perspectivas de inversión en el sector público analizado son muy buenas, lo cual implica la necesidad de profesionales idóneos en el país para afrontar dichos proyectos.

3.- Es necesario familiarizar al futuro profesional con la realidad nacional, desde el punto de vista de materias primas, capacidad productiva y tecnología propia.

4.- Desde el punto de vista de la Ingeniería se requieren profesionales idóneos en las siguientes áreas:

- Ingeniero de Procesos: Es el Profesional capaz de concebir y planear un proyecto industrial (una refinería, una Termoeléctrica, etc.) a nivel macro, desarrollar los diagramas correspondientes y coordinar los diferentes profesionales en el diseño.

- Ingeniero de Ventas: Ingeniero con los



conocimientos técnicos de su profesión y que además posea conocimientos en Comercio Internacional, régimen aduanero, legislación del país, etc.

- Ingeniero para Gerencia de Proyectos: El Profesional capaz de Organizar y Coordinar todas las partes que intervienen en el diseño y construcción de un Proyecto de Ingeniería.

- Ingeniero Ambiental: El Profesional capaz de desarrollar un estudio de Impacto Ambiental desde el punto de vista técnico, coordinando las labores de los ecólogos y sociólogos.

5.- Fomentar la creación y desarrollo de empresas de construcción capaces de acometer los Proyectos que requiere el país para su desarrollo, así como empresas para ejecutar montajes industriales.

6.- El reto de la Ingeniería Nacional está en participar inicialmente en los Proyectos y en sustituir en un futuro próximo la tecnología extranjera.

LA FORMACION PROFESIONAL EN INGENIERIA ACORDE CON LAS  
NECESIDADES DEL DESARROLLO NACIONAL

-DOCUMENTO EN ESTUDIO-

REFLEXIONES DE CARACTER PERSONAL

Ing. ALVARO BETANCOURT U.

Profesional Especializado de  
Subdirección Académica -ICFES-

II FORO INTERNACIONAL DE LA IX REUNION NACIONAL DE FACUL-  
TADES DE INGENIERIA -CARTAGENA-

JUNIO DE 1989





de Facultades de Ingeniería

RESUMEN

Dada la importancia que tiene la ingeniería como contribución al desarrollo tecnológico del país, se enfatiza en la calidad de la enseñanza de la ingeniería, su planificación a nivel nacional y regional y la necesidad de que los escasos recursos financieros existentes del sistema se integran para avanzar en la investigación.

Se menciona la dependencia tecnológica y la importancia que ésta consulte nuestra realidad.

Sobre la necesidad de una sólida fundamentación de las ciencias en la ingeniería, base para nuestro desarrollo científico tecnológico, se presenta un breve desarrollo de la ingeniería en otros países, los cuales ameritan ser examinados a nivel nacional, manteniendo si una formación amplia e integral.

Por último se llama a la reflexión sobre la educación continua y formación avanzada en una de las varias tecnologías relacionadas directamente con la ingeniería, como son las tecnologías de la información.

AS

U.

ado de

-ICFES-

FACUL-



Asociación Colombiana de Ingenieros

**FORMACION PROFESIONAL EN INGENIERIA ACORDE CON LAS NECESIDADES DEL DESARROLLO NACIONAL**

**ANTECEDENTES**

La Formación Profesional en Ingeniería acorde con las necesidades de desarrollo nacional es un aspecto que dentro del tema general escogido por la ACOFI sobre CIENCIA Y TECNOLOGIA EN LAS FACULTADES DE INGENIERIA invita a una amplia reflexión de todas las personas que en una u otra forma tienen que ver con la enseñanza de la Ingeniería y su interacción con la sociedad; pues ésta, espera que los Ingenieros como profesionales que deben manejar, entender y aplicar la tecnología, encuentren soluciones al problema del desarrollo.

Es a través de una enseñanza de la ingeniería de calidad, que el país puede pretender formar profesionales que asuman responsablemente funciones de complejidad cada vez mayor que permitan hacerle frente a los retos actuales y venideros.

Una  
to  
sit  
nal  
cie  
los  
nid  
de  
Lab  
ser  
tos  
con  
sib  
est  
Es  
sig  
par  
tam  
de  
deb  
tem  
cenc  
fes



Una planificación de formación de ingenieros en el contexto actual de la evolución científica y tecnológica y de la situación económica, a nivel nacional, central como regional y su verdadero papel como motor de desarrollo en la sociedad, será deseable, necesaria y posible, buscando que los programas de ingeniería estén al servicio de la comunidad, colaborando y apoyando activamente en la solución de sus problemas y avisorando el futuro.

Ala tanto de los efectos negativos como positivos de la labor que debe hacerse sobre la base de la investigación seria, amplia y profunda de la región en todos sus aspectos, con participación de expertos al más alto nivel que conozcan el medio para ver, auscultar y proyectar las posibilidades de la región sobre la base de: en que estado estamos y a dónde se quiere llegar.

Es cierto que, la insuficiencia de recursos financieros sigue constituyéndose como una de las principales causas para el avance de la investigación en nuestro país pero, también es cierto que la no racionalización del sistema de creación, difusión y uso de conocimientos de alto nivel debido principalmente a que los diversos elementos del sistema como son la investigación básica, la tecnología, docencia universitaria, organización y práctica de las profesiones y su relación con el sector de la producción de

bienes y servicios al estar desligados entre sí constituyen la barrera principal -característica del subdesarrollo.

Esta irracionalidad podría superarse por medio de una mayor integración del sistema de tal manera que los diferentes elementos de él se enlacen y confluyan.

## 2. MEDIO EXTERNO

No es un secreto que la dependencia en la tecnología ha venido en aumento apreciablemente, a tal punto que, casi domina nuestras formas de vida y que los niveles de competencia son cada vez más exigentes y crecientes lo que sumado a los problemas que afectan nuestro medio ambiente y recursos naturales hacen que el ingeniero actual tenga una mayor responsabilidad humana y por tanto no podrá considerarse como un especialista apartado.

Lo que sí debe consultar esta dependencia en nuestro medio es la necesidad de un desarrollo tecnológico acorde con nuestra realidad, sobre la base fundamental de la productividad, de tal manera que la formación de ingenieros tenga como meta su preparación para asimilar, adaptar, evaluar, transferir y crear tecnología, previa aplicación de los criterios de análisis y de crítica con respecto a nuestra

realidad  
observa  
al des  
tímulo  
tividad  
Si en  
de la  
cia ta  
misma,  
afianz  
neros  
dos, s  
en ell  
fianza  
En cua  
bienta  
dad or  
res cu  
su pot  
marco  
nologí  
nestar  
mejor



## 3. EL DESARROLLO DE LA INGENIERIA

realidad misma. Son varios los ejemplos en los cuales se observa una clara predisposición de la realidad colombiana al desarrollo de la tecnología lo cual merece el mayor estímulo, motivación y reconocimiento por su esfuerzo y creatividad.

Si en un tiempo se dieron diferentes reacciones en contra de la tecnología, afortunadamente se ha creado ya conciencia tanto de los efectos negativos como positivos de la misma, de su real y vital importancia, aspecto que deberá afianzarse y mantenerse, pues no se trata de que los ingenieros desarrollen soluciones de carácter técnico adecuados, sino que exista una plena confianza de la sociedad en ellos, de que sus desarrollos sí corresponden a la confianza depositada.

En cuanto a la ingeniería y la solución a los problemas ambientales aun cuando en definitiva dependen de una capacidad organizativa en su conjunto, sobre la base de los valores culturales de las comunidades, creatividad popular y su potencial innovativo y que no podrán darse fuera de un marco de una voluntad política; el papel que juega la tecnología es el de mejorar las condiciones materiales, el bienestar del hombre, mediante una menor contaminación y una mejor economía de los recursos.

### 3. EL DESARROLLO DE LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERIA

En las últimas cuatro décadas se han dado cambios importantes a nivel mundial en la enseñanza de la ingeniería, uno de ellos es el desarrollo de la ingeniería hacia la ciencia y las ciencias de la Ingeniería lo que constituye el núcleo de los currículos de ingeniería; además se aprecia que tanto el diseño como la síntesis han venido perdiendo terreno.

La irrupción de la tecnología computacional, la cual provee al ingeniero de herramientas poderosas para el tratamiento de situaciones reales de mayor complejidad le exigen al ingeniero un mayor análisis, conceptualización y planeación en la reducción de costos tanto en el diseño como en servicio y mantenimiento. Así por ejemplo en la industria electrónica, no solo se debe diseñar el producto sino el proceso y fabricación en un trabajo continuo para mejorar la confiabilidad, calidad, reducir costos e incrementar la capacidad del producto.

Razón por la cual es cada vez más importante formar a los ingenieros en el manejo del azar y la incertidumbre y los problemas no lineales para el tratamiento de problemas abiertos y sistemas complejos pues la experiencia muestra



que es muy difícil optimizar la utilización de recursos y obtener organizaciones efectivas sino se les estudia y analiza como un "sistema dinámico complejo".

Esta tecnología del computador hace que se requiera mayor y mejor conocimiento de los principios fundamentales de las ciencias y la ingeniería, una revisión y evaluación de la enseñanza de la matemática en la ingeniería, de la geometría computacional para entender las técnicas de diseño y manufactura asistidos por computador.

La capacidad de leer y utilizar activamente bibliografía internacional de todas las técnicas relacionadas como una manera casi única de mantenerse actualizado en las tecnologías exige una mayor profundización de un idioma extranjero.

La necesidad de mejorar la interdisciplinariedad, es una inquietud que, plantean los empresarios pues se aprecia una insuficiencia en la información práctica y de experiencia en materia de iniciativa y creatividad, también las dificultades que tienen para adaptarse al ambiente tecnológico y social de las empresas. Se pretende entonces que los ingenieros tengan como cualidades deseables la adaptabilidad y polivalencia, una amplia cultura general y tec-

3. EL DESARROLLO DE LA CAPACIDAD DE LA INGENIERIA

nológica, el conocimiento de mecanismos de gestión y la capacidad para organizar su propio trabajo y de la colectividad a la que pertenecen y/o dirigen y ante todo la capacidad de proseguir su formación continúa luego de incorporarse a la vida activa.

La renovación de los métodos de enseñanza, los hábitos de aprendizaje así como el trabajo y estudio individual debe ser apoyado y reconocido.

La incorporación a la academia del enfoque integrador de los sistemas requerirán de la aplicación de los conceptos fundamentales de la teoría general de sistemas.

La ACOFI muy acertadamente ha venido debatiendo como tema principal en sus foros -la formación social y humanística del ingeniero- solo bastaría mencionar que debido al gran progreso y prestigio que ha venido adquiriendo la ciencia, en las facultades de ingeniería deberían explicarle como se ha venido construyendo el saber en su disciplina, como se incorpora en el cuerpo general de los conocimientos; en qué mundo vive -ideas- creencias, etc., qué es para él el universo donde está, con qué se encuentra -estudio del hombre- y qué es cada uno de nosotros como ser humano. Dada la situación actual que vive nuestro país es necesario

que e  
 en el  
 sus p  
 puede  
 en cu  
 en  
 Dado  
 práct  
 posib  
 debe  
 tural  
 solido  
 ambie  
 ingeni  
 sabil  
 un  
 las i  
 Es re  
 y deno  
 el re  
 te au  
 al má  
 por  
 que s  
 ción  
 A tra  
 cómo  
 ría co  
 dado  
 integ  
 curso



formación social y humanística se haga énfasis  
 to por la persona, por su vida, por sus ideas,  
 ientos y que la diferencia en ellas (os) no  
 objeto de la nó continuidad de planes y acciones  
 de acción y cuentan algunas con una buena fund  
 algunas ciencias, regular de su desarrollo  
 carácter de la Ingeniería es eminentemente  
 todas las ciencias como grupo integrados de co  
 realizador que interactúa directamente con las  
 es que la sustentan y con las necesidades que  
 y consecuentemente con las circunstancias cul-  
 io-económicas, geográficas y transformaciones  
 es imperativo revalorizar la función y respon-  
 sial y ambiental de la Ingeniería, así como  
 ones éticas de un ejercicio profesional.

entonces para la actividad del ingeniero  
 mínimo el daño a la naturaleza y aumentar  
 rendimiento de los procesos con el objeto de  
 el consumo de energía e insumos y la produc-  
 los contaminantes.

as anteriores planteamientos se puede apreciar  
 lalización en pregrado en otros países, ha  
 cia la formación de un ingeniero más amplia,  
 de todo con una muy sólida fundamentación en

RIA Y EL  
XTERNO"

EMORIAS

IA DE  
A, ACOFI  
CIVIL,  
GENA

que en esta formación social y humanística se haga énfasis en el respeto por la persona, por su vida, por sus ideas, sus planteamientos y que la diferencia en ellas (os) no puede ser objeto de la nó continuidad de planes y acciones en curso.

Dado que el carácter de la Ingeniería es eminentemente práctico, realizador que interactúa directamente con las posibilidades que la sustentan y con las necesidades que debe servir y consecuentemente con las circunstancias culturales, socio-económicas, geográficas y transformaciones ambientales, es imperativo revalorizar la función y responsabilidad social y ambiental de la Ingeniería, así como las implicaciones éticas de un ejercicio profesional.

Es recomendable entonces para la actividad del ingeniero el reducir al mínimo el daño a la naturaleza y aumentar al máximo el rendimiento de los procesos con el objeto de que sea mínimo el consumo de energía e insumos y la producción de desechos contaminantes.

A través de los anteriores planteamientos se puede apreciar cómo la especialización en pregrado en otros países, ha dado un giro hacia la formación de un ingeniero más amplia, integral y ante todo con una muy sólida fundamentación en



que en esta formación social y humanística se debe énfasis  
**las ciencias.**

Nuestros currículos de ingeniería si bien son más generales  
 que en otros países, pues abarcan un mayor número de campos  
 de acción y cuentan algunos con una buena fundamentación en  
 algunas ciencias, requieren de un análisis y revisión de  
 todas las ciencias como grupos integrados de conocimientos  
 en la cual la utilización del computador como herramienta  
 es fundamental así como de una revisión de los demás com-  
 ponentes anteriormente anotados.

Estamos pues en el planteamiento de una reorientación de  
 la ingeniería, una mucho más exigente, que se corresponda  
 con un gran rigor académico y científico y se comprometa  
 activamente con el verdadero desarrollo tecnológico rela-  
 tivamente autónomo.

Preocupa y asombra que algunas instituciones de educación  
 superior en nuestro país con poca o ninguna vocación en  
 ingeniería, planteen el desarrollo de programas en ingenie-  
 ría sin la debida importancia y atención en las ciencias  
 que éstas se enseñen mediante convenios con colegios de  
 educación media con los recursos allí existentes.

A l  
 log  
 fun  
 ción  
 4.  
 En r  
 lida  
 es c  
 soli  
 inge  
 un a  
 para  
 tar,  
 y de  
 te a  
 pos  
 algu  
 por  
 can  
 nier  
 ría  
 ejem  
 curs

A las modificaciones profundas de la sociedad y la tecnología, deben corresponder modificaciones paralelas de la función educadora, de la preparación de docentes y asignación de recursos de todo tipo.

#### 4. ALGUNAS CONSIDERACIONES

En nuestro país existen aproximadamente 33 ramas o especialidades diferentes de la ingeniería. Dentro de éstas ramas es conocido que algunas facultades como un mecanismo de consolidación de los grupos y líneas de investigación forman ingenieros con énfasis en una de estas líneas, dentro de un ambiente de flexibilidad curricular y como una forma para profundizar en una determinada línea que permita adaptar, asimilar, transferir y crear tecnologías. Los títulos y denominaciones están de acuerdo con la rama correspondiente aun cuando el énfasis es característico en uno o dos campos de acción. Ultimamente se han presentado propuestas, algunas dentro del planteamiento de desarrollo curricular por ciclos (tecnólogo-profesional en ingeniería) que busquen un énfasis más puntual dentro de una rama de la ingeniería -al plantear carreras como subramas de la ingeniería con denominaciones y títulos más específicos como por ejemplo : Ingeniería de Construcciones, Ingeniería de Recursos xxx, etc.



Los desarrollos de la Ingeniería anteriormente señalados confirmarían que a nivel de pregrado es conveniente mantener su formación con un carácter más general, y dejar para estudios de postgrado o de formación avanzada estas especializaciones.

Nuevos desarrollos y requerimientos exigirán los sectores industriales y de servicios como consecuencia de iniciativas y acontecimientos esperados y que están directamente relacionados con la ingeniería como son las tecnologías de la información; en especial para funciones de investigación, desarrollo, diseño y proyectos y producción, lo cual merece especial atención de las facultades pues la planificación de nuevas carreras que puedan satisfacer esta demanda prevista de la sociedad no nos debe coger por sorpresa de los desarrollos tecnológicos y estar como hemos estado muchas veces a la saga de los mismos.

La formación de profesionales e investigadores en este sector de las tecnologías de la información, deberá ser considerada como un problema a estudiar y analizar en conjunto con las administraciones -centrales- regionales, las empresas del sector, instituciones, asociaciones, etc., en correspondencia con los planes de investigación y desarrollo tecnológico de acuerdo con nuestras necesidades, para esta-

blecer así planes de formación en varios frentes con el fin de obtener resultados a corto, mediano y largo plazo.

Uno de ellos podría ser el de incrementar la capacidad de formación en instituciones ya existentes, con excepción de ciudades o regiones donde la capacidad de oferta actual este sobresaturada pues existen centros que convenientemente reforzados en instalaciones y docentes pueden ofrecer capacidad de formación en aquellos campos más demandados.

Otro frente puede ser el que han hecho Países como Francia y la Gran Bretaña, en el sentido de que para los ya titulados se permitan algunas vías de actualización y reconversión como EDUCACION CONTINUA y, de especialización en Formación Avanzada.

Reconversión para aquellos recién graduados que no han tenido en su formación relación alguna con las tecnologías de la información y tienen dificultades para su ubicación en el mercado de trabajo, bien como empleados o como empleadores, mediante cursos cortos e intensivos; o bien con cursos más generales cuya orientación final sea la de formar usuarios y aplicadores de la tecnología especialmente en el campo de la informática.



Actualización para aquellos profesionales cuyos conocimientos van quedando obsoletos en razón a la rápida evolución de las tecnologías de la información o a la apertura de nuevos proyectos o empresas.

Especialización para los graduados más próximos a las ramas de las tecnologías de la información con cursos específicos de profundización para formar investigadores.

Desde luego que todo debe obedecer a una política de planificación y su ofrecimiento debería estar en función de las zonas de demanda industrial que existan o en proyección, de una adecuada distribución geográfica y del apoyo real de los gobiernos y empresas del sector puesto que, lo que que si se debe ser es muy prudente en ofrecer programas sin infraestructura de muy buenos recursos humanos y materiales puesto que se tendrían titulados con una calidad de formación dudosa.

No se podrá caer por ser espectacular y brillante en la creación de programas sin una clara consideración de costos, impacto y eficacia propia del programa. Se aprecia entonces una clara preocupación, cual es la carencia de profesores pues es evidente que la formación a que se hace referencia tiene como una de las barreras principales

14 LISTA DE ASISTENTES

la disponibilidad de formación de investigadores y docentes. En este sentido, sí que es bien importante efectuar un mayor esfuerzo dirigido a la formación de personal de muy alto nivel en el exterior, mediante diferentes mecanismos: becas, pasantías, créditos, financiación, etc., El realizar convenios interinstitucionales para que aquellas instituciones que cuenten con una mayor investigación, trayectoria y experiencia en el área apoyen y desarrollen en unión con otros programas en este campo es una alternativa a considerar.

Toda reestructuración debe tener como criterio principal el mejoramiento de los niveles académicos, el ambiente regional e institucional y de los recursos humanos que posea la institución educativa, donde se haga un análisis cuidadoso de las relaciones entre investigación y docencia.

Finalmente, comentar que para el bienestar económico nacional es esencial un sólido programa de la enseñanza de la ingeniería, pero sobre todo un programa de ingeniería viable debe poner de relieve la excelencia, dedicación y orgulloso profesional.

La tecnología puede cambiar, los currículos pueden variar,

01	María Dolores	Universidad de Cartagena
02	...	Universidad de Los Andes
03	...	Universidad de Los Andes
04	...	Universidad de Los Andes
05	...	Universidad de Los Andes
06	...	Universidad de Los Andes
07	...	Universidad de Los Andes
08	...	Universidad de Los Andes
09	Luis Pombo Ramos	Pontificia Univ. Javeriana
10	Alejandro Salazar	CANACOL
11	...	Universidad de la Valla
12	...	Universidad de la Valla
13	...	Universidad de la Valla
14	Manuel Alarcón	Univ. de la Costa
15	...	Universidad de la Costa
16	...	Universidad de la Costa
17	Carolina Salazar	Universidad de la Costa
18	...	Universidad de la Costa
19	...	Universidad de la Costa
20	...	Universidad del Norte
21	Jose Botin	Universidad de Cartagena
22	Reul Castro Cabarcas	Universidad de Cartagena
23	...	Universidad de Cartagena





14. LISTA DE ASISTENTES

EXPOSITORES

<u>Nombre</u>	<u>Institución</u>
01 Beatriz Bechara de Borge	Universidad de Cartagena
02 Alvaro Betancourt	ICFES
03 Germán Cavellier F.	Universidad de Los Andes
04 Alvaro Cubas Montes	Universidad de Cartagena
05 Alfonso del Toro	COLCIENCIAS
06 Hernando Durón Castro	Universidad de Los Andes
07 Ernesto Guhl Nannetti	Universidad de Los Andes
08 Miguel Ortega Restrepo	Pontificia Univ. Javeriana
09 Luis Pombo Ramos	CAMACOL
10 Alejandro Salazar	Universidad del Valle
11 Heberto Tapias Garcia	Universidad de Antioquia
12 Vladimir Yackovlev	Lagoven (Venezuela)

ASISTENTES

<u>Nombre</u>	<u>Institución</u>
13 Jairo Alvis Ali	Universidad de Cartagena
14 Manuel Alarcón Badillo	Corp. Univ. de La Costa
15 Arnold Araujo Altamiranda	Universidad de Cartagena
16 Alfonso Arrieta Pastrana	Univesidad de Cartagena
17 Carolina Balmaceda Pupo	Universidad Cartagena
18 Luis Alfredo Barón Barón	Universidad Distrital
20 Ernesto A. Barros Luque	Universidad del Norte
21 Jose Bettin	Universidad de Cartagena
22 Raul Castro Cabarcas	Universidad de Cartagena
23 Galo Alberto Cosme Vargas	Universidad del Cauca



24	Carlos Julio Cuartas Chacón	Pontificia Univ. Javeriana
25	Emiro Chico Chica	Universidad de Cartagena
26	Manuel Eljaiek Garcia	Universidad de Cartagena
27	Jorge Franco	Escuela Naval de Cadetes
28	Alvaro Gonzalez S.J.	Pontificia Univ. Javeriana
29	Pedro Guardela Vasquez	Universidad de Cartagena
30	Pedro Antonio Gutierrez V.	Universidad del Norte
31	Raúl Guerrero Torres	Universidad de Cartagena
32	Roberto Hernandez S.	Unisur
33	Jaime Leal Afanador	Unisur
34	Alex Mancilla Gómez	Universidad de Cartagena
35	Antonio Marimon Medrano	Universidad de Cartagena
36	Luis Majana Coneo	Corp. Tecnológica de Bolivar
37	Miguel Mejia Sastoque	Universidad de La Salle
38	Arnold Mestre Carrasquilla	Universidad de Cartagena
39	Roberto Enrique Montoya Villa	ACOFI
40	Darwin Mora Villota	Universidad de La Salle
41	Dalia Moreno de Wood	Universidad de Cartagena
42	German Noriega Garcia	Petroquímica
43	Maria Bernarda Nova	Universidad de Cartagena
44	Carlos Hernando Ocaña	Universidad de Nariño
45	Julio Cesar Pava Barbosa	Univ. Industrial de Santander
46	Diana Puello	Universidad de Cartagena
47	Carlos Puentes	Unisur
48	Paulina Rondón de Dager	Universidad de Cartagena
49	Gregorio Rico Gómez	Universidad de Cartagena
50	Manuel Guillermo Rincón	Escuela Naval de Cadetes
51	Luis Eduardo Rueda Rincon	Corp. Tecnológica de Bolivar
52	Wilson Ruiz	Universidad de Cartagena
53	Guillermo Sanchez Bolivar	Universidad Nacional -Bogotá
54	Rubiel Soto Restrepo	Universidad del Quindío
55	Sofia Trillos Sierra	Corp. Tecnológica de Bolivar
56	Graciela Torres	Universidad de Cartagena
57	Ramón Torres Ortega	Universidad de Cartagena
58	Alexander Vilaro A.	Universidad de Cartagena
59	Tomas Villadiego	Universidad de Cartagena
60	Adel Villamizar	Universidad de Cartagena

## SERIE DOCUMENTOS ACOFI

### TITULOS PUBLICADOS

---

**No. 1 III REUNION NACIONAL DE DECANOS DE INGENIERIA**  
Universidad del Norte Barranquilla; Septiembre 29 y 30 de 1983

- Temas: - Calidad de la Enseñanza  
- Servicio Social Obligatorio  
- Ciclo Básico  
- Problemática de las Ciencias Básicas

**No. 02 PROGRAMA DE DISEÑO Y EVALUACION CURRICULAR**

- Taller de Ingeniería Mecánica, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín 7 al 10 de Agosto de 1984.
- Taller de Ingeniería Civil, Universidad de Cartagena Cartagena, 28 al 31 de agosto de 1984.

**No. 03 INFORMACION 1981 SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERIA DE COLOMBIA.**

**No.04 PROGRAMA DE DISEÑO Y EVALUACION CURRICULAR**

- Taller de Ingeniería de Sistemas, Bogotá, 30 de julio al 2 de Agosto de 1985

**No. 05 LA CRISIS DE LA EDUCACION METAS CUALITATIVAS HACIA EL AÑO 2000.** DR. Ramón de Zubiria

**DESARROLLO CIENTIFICO Y HUMANISTICO DE LA UNIVERSIDAD COLOMBIANA.** Dr. Humberto Serna Gómez

---

Serie Memorias de Eventos Científicos Colombianos - ICFES  
**No. 39 QUINTA REUNION NACIONAL DE DECANOS DE INGENIERIA**

---



- No. 06 VI REUNION NACIONAL DE FACULTADES DE INGENIERIA**  
Corporación Universitaria de Ibagué, CORUNIVERSITARIA, Ibagué  
1986, 17 al 19 de Septiembre "La Formación del Ingeniero  
en Colombia hacia el Futuro".
- NO. 07 PRIMER FORO PREPARATORIO DE LA VII REUNION NACIONAL  
DE FACULTADES DE INGENIERIA.**  
"Calidad del Bachiller y Sistemas de Admisión" Bogotá, 27 de  
febrero de 1987
- No. 08 SEGUNDO FORO PREPARATORIO DE LA VII REUNION  
NACIONAL DE FACULTADES DE INGENIERIA**  
"Factores No Académicos de la Deserción".  
Universidad de los Andes, Bogotá, 15 de mayo de 1987
- No. 09 TERCER FORO PREPARATORIO DE LA VII REUNION NACIONAL  
DE FACULTADES DE INGENIERIA**  
"Formación General y Humanística"  
Universidad Libre, Bogotá 31 de julio de 1987
- No. 10 VII REUNION NACIONAL DE FACULTADES DE INGENIERIA**  
"La Deserción Académica en las Facultades de Ingeniería"  
Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, Medellín,  
17 al 19 de septiembre de 1987.
- No. 11 I FORO PREPARATORIO DE LA VIII REUNION NACIONAL DE  
FACULTADES DE INGENIERIA**  
"La Calidad Nacional en los Currículos de Ingeniería"  
Universidad de Los Andes, Bogotá, 4 de marzo de 1988.
- No. 12 II FORO PREPARATORIO DE LA VIII REUNION NACIONAL DE  
FACULTADES DE INGENIERIA**  
"Ética en Ingeniería"  
Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 28 de Mayo de 1988
- No. 13 III FORO PREPARATORIO DE LA VIII REUNION NACIONAL DE  
FACULTADES DE INGENIERIA**  
"La Calidad en la Enseñanza de la Ingeniería"  
Escuela Colombiana de Ingeniería, Bogotá, 19 de Agosto de 1988

No.14 **VIII REUNION NACIONAL DE FACULTADES DE INGENIERIA**  
"Las Facultades de Ingeniería Ante la Crisis Nacional"  
Universidad del Cauca, 15 al 17 de septiembre de 1989.

No.15 **I FORO PREPARATORIO DE LA IX REUNION NACIONAL DE FACULTADES DE INGENIERIA**  
"Formación en Ciencias Básicas"  
Universidad del Valle, 17 de Marzo de 1989

ACOFI  
Asociación Colombiana  
de Facultades de Ingeniería