

EL CEDEX AL SERVICIO DE LA INGENIERÍA ESPAÑOLA

Juan Antonio Esteban Rodríguez-Sedano.

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

CEDEX.

RESUMEN

El CEDEX fue creado por el Ministerio de Obras Públicas, en 1957, cuando la Escuela de Caminos se transfirió al Ministerio de Educación, con objeto de reunir en un sólo organismo los centros y laboratorios de aquélla que le prestaban el apoyo tecnológico preciso. Además de prestar esa asistencia técnica concreta y prioritaria, realiza funciones de investigación y desarrollo aplicados, de formación permanente y transferencia tecnológica; y, en la medida de sus posibilidades, da también asistencia técnica de alto nivel, dentro de las especialidades de la ingeniería civil y temas relacionados con ella, a otras entidades públicas y privadas, nacionales e internacionales. En el contexto de la UE se le puede considerar como centro tecnológico modelo en ingeniería civil, conformado como organismo público autónomo e independiente de la acción administrativa, que incluye el conjunto necesario de equipos pluridisciplinarios, para poder abordar los problemas más complejos que puede plantear la realización de obras públicas, y dotado de un parque de grandes instalaciones de ensayo, que se amplía y actualiza día a día, singulares y únicas a nivel nacional. La planificación del CEDEX contempla, con perspectiva cuatrianual, los retos y oportunidades que ofrecen los nuevos escenarios y establece un cuadro de directrices estratégicas y pautas de actuación con las que se pretende ir adaptando la acción del Organismo a las demandas de tecnología punta en las especialidades de su competencia.

ABSTRACT

CEDEX was created in 1957 by the Ministerio de Obras Públicas when the College of Civil Engineering was placed under the Ministry of Education to integrate into the College the centres and laboratories that provided the necessary technological support. In addition to this technical assistance, CEDEX carries out applied research and development, permanent training and transfer of technology, and high level technical assistance in civil engineering and related topics to public institutions and private companies both at home and abroad.

In the EU, CEDEX may be considered as a technological centre of reference in civil engineering, set up as an autonomous and independent public institution with the necessary multidisciplinary equipment to deal with the complex problems arising in the execution of public works. The testing installations, continuously enlarged and up-dated, are unique in the country.

In four-year plans, CEDEX faces the challenges and opportunities offered by scientific advances, and establishes strategic guidelines to adapt the activities of the institution to the demands of high technology.

Se admiten
comentarios a este
artículo, que debe-
rán ser remitidos a la
Redacción de la
ROP antes del 30 de
Octubre de 1996.

Recibido en ROP:
junio de 1996

1. LOS CENTROS TECNOLÓGICOS DE INGENIERÍA CIVIL

Como cualquier otra rama de la técnica, la ingeniería civil necesita modernizar y actualizar las herramientas que aplica, mediante un proceso continuo e intenso de estudio y experimentación rigurosos. La situación de cambio acelerado y global en que se vive hoy en todos los aspectos, políticos, sociales y económicos, hace más imperiosa esa necesidad, al tiempo que abre nuevas expectativas y oportunidades al desarrollo.

Los avances tecnológicos logrados hasta el momento evidencian la necesidad actual de estudiar los problemas con un enfoque más integrado en el que concurren distintas disciplinas. Al mismo tiempo, una determinada disciplina extiende sus aplicaciones a campos más diversos.

Con frecuencia, la realización de obras de infraestructura requiere de asistencia técnica de alto nivel que en ocasiones viene apoyada por una experimentación cada vez más compleja y precisa. A su vez, el conocimiento adecuado para poder prestar esa asesoría sólo se adquiere a través del estudio, la investigación y el desarrollo tecnológico, mediante la colaboración activa de equipos pluridisciplinarios, nacionales y extranjeros: es decir, desde centros tecnológicos especialmente preparados al efecto. En el caso de la ingeniería civil, que debe aplicar tecnologías muy "pegadas al terreno", interesa mucho que estos centros estén íntimamente relacionados con las instituciones inversoras, sin caer en una excesiva burocratización ni perder independencia de criterio.

A las misiones de asistencia técnica de alto nivel, experimentación e investigación, encomendadas a los centros tecnológicos hay que añadir la no menos importante función de transferencia tecnológica, con objeto de que difundan y en cierto modo estandaricen, entre las instituciones más sencillas, empresas y técnicos de "primera línea", los conocimientos adquiridos. Una vez cumplido este cometido el centro tecnológico debe desviar su atención hacia nuevos horizontes y problemas de interés.

Los países desarrollados necesitan contar con instituciones que cumplan estas condiciones para poder desempeñar de manera apropiada las funciones antes mencionadas. Sin embargo, las singulares particularidades que concurren en las actividades relativas al diseño y construcción de obras públicas, donde las condiciones de merca-

do vienen determinadas en gran medida por el Estado, hacen difícil que las instituciones privadas cumplan simultáneamente todos estos requisitos.

Estas instituciones exigen aportar recursos humanos y económicos, que por su nivel de cualificación y magnitud, sólo puede abordarse a nivel nacional y desde el sector público.

Dentro del contexto de naciones entre las que nos movemos, y con las que nos debemos comparar, existen instituciones oficiales que pretenden atender las necesidades expuestas. A este respecto se pueden citar como ejemplos, el LNEC de Portugal, el LCPC de Francia, por citar los casos más próximos.

El Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) es la institución española que mejor encarna la figura descrita, y dentro del campo de la ingeniería civil, su estructura, completa y polidisciplinar, se puede considerar pionera y modelo a imitar.

2. EL CEDEX HASTA HOY

Nuestro país ha mantenido hasta el momento un lugar digno en cuanto a calidad de las técnicas propias de ingeniería civil dentro del conjunto internacional. Las contribuciones españolas al campo de las estructuras (Torroja) o de las obras marítimas (Iribarren), o el orden mundial ocupado en número de grandes presas, por citar algunos casos, son ejemplos que ilustran tal afirmación.

En el mantenimiento de ese nivel tecnológico ha sido importante el esfuerzo realizado por los técnicos de "primera línea" -directores de obra, proyectistas, constructores e ingenieros al servicio de otras actividades afines-, pero el verdadero origen del avance tecnológico en la ingeniería civil española se encuentra en las escuelas donde aquéllos se formaron y muy especialmente en sus laboratorios, cuando ambas instituciones se integraban en el Ministerio de Obras Públicas.

La interacción de las propuestas de los profesores de la Escuela de Caminos con las crecientes necesidades del Ministerio de Obras Públicas, provocaron la creación en dicha escuela de distintos laboratorios, algunos de los cuales prestaban gran ayuda al Departamento. Entre ellos destaca por su antigüedad -no sólo por su importancia- el Laboratorio Central de Materiales y Estructuras con cerca de 100 años.

Hasta el año 1957, las funciones de asistencia técnica de alto nivel, experimentación e investigación -de las que existía una demanda más rudimentaria- fueron ejercidas en su mayor parte desde aquella Escuela. Ese año, cuando la Escuela fue adscrita al Ministerio de Educación, el Ministerio de Obras Públicas creó el CEDEX, como organismo autónomo, al que incorporó los laboratorios de la Escuela -Laboratorio Central, Transporte y Mecánica del Suelo, Puertos e Hidráulica-, cuyo apoyo precisaba, junto con el Centro de Estudios Hidrográficos.

Desde su creación, el CEDEX ha ido prestando apoyo tecnológico de alto nivel al Ministerio de Obras Públicas, a los departamentos que le han sucedido y a los que de aquél se han desgajado, y, dentro de sus posibilidades, ha dado servicio a otras instituciones públicas y privadas. Desde muy pronto fue brazo ejecutor de la Administración española en actuaciones de cooperación técnica internacional en el campo de la ingeniería civil, y en los últimos años colabora con intensidad creciente con otras instituciones europeas y americanas en proyectos de I+D.

En la trayectoria discurrida desde su creación hasta el día de hoy cabrían destacar como algunos de los logros más positivos los siguientes:

- 1) Homogeneización de la organización en un solo organismo con criterios y servicios comunes, aprovechando las ventajas de la concentración de esfuerzos pluridisciplinarios en acciones concretas.
- 2) Reestructuración de las unidades para adaptar las áreas especializadas a las nuevas necesidades de la ingeniería civil y el medio ambiente asociado.
- 3) Formación y conjunción de equipos humanos pluridisciplinarios y consecución de un acervo, progresivamente actualizado, de conocimientos.
- 4) Dotación de la institución con grandes instalaciones de experimentación singulares y únicas a nivel nacional.
- 5) Equipamiento informático de más de 500 periféricos conectados en red intercentros al que se añade el actual sistema de computación de altas prestaciones.
- 6) Creación del área de formación y documentación y conversión de la misma en una unidad moderna de transferencia tecnológica.

3. SU SITUACIÓN ACTUAL

El Centro de Estudios de Experimentación de Obras Públicas es una institución de apoyo pluridisciplinar en las tecnologías de ingeniería civil y construcción en general, configurado como Organismo Autónomo de carácter comercial, perteneciente a la Administración Central.

Sus unidades técnicas especializadas, centros y laboratorios, realizan asistencia técnica de alto nivel, investigación y desarrollo tecnológico aplicados, en las áreas propias del sector de la ingeniería civil: obras públicas, medio ambiente, transportes y construcción.

Sus recursos humanos del CEDEX están formados por unas 800 personas, de las que un 35 % son titulados universitarios. Las instalaciones, que ocupan una superficie de unos 100.000 m², comprenden naves de ensayo, laboratorios y equipos, muchos de los cuales son únicos en España y algunos en Europa.

El CEDEX mantiene una importante presencia en el ámbito técnico-científico nacional e internacional, destacando su nivel de actividad para los departamentos ministeriales y diversas administraciones que realizan inversiones en infraestructuras públicas, aunque también colabora con otras entidades oficiales y privadas. Dedicamos aproximadamente un 65 % de su trabajo a tareas de asistencia técnica de alto nivel y el 35 % restante a labores de investigación, desarrollo aplicado y transferencia (de información) técnico-científica; esta distribución permite el continuo avance técnico manteniendo un estrecho contacto con la realidad.

En la acción ordinaria cabe distinguir varios tipos de trabajos:

- ▼ asistencia técnica de carácter permanente, a las instituciones de la Administración Central que realizan obras y servicios de infraestructuras, que no pueda o deba ser efectuada por otras instituciones
- ▼ investigación y desarrollo tecnológico asociado, aplicados a problemas prácticos e incorporación y/o puesta a punto de técnicas, metodologías e instalaciones avanzadas
- ▼ estudios puntuales específicos, para otras Administraciones y empresas, cuya intensidad viene limitada por la disponibilidad de recursos humanos

▼ transferencia tecnológica y actualización de conocimientos a través de los diferentes procesos de formación, documentación y publicaciones del Organismo, dirigida al conjunto de agentes nacionales e internacionales vinculados a la ingeniería civil y medio ambiente

▼ representación en el contexto técnico-científico internacional de la tecnología nacional correspondiente

Las modalidades de actuación son de gran amplitud, incluyendo:

▼ Captación, análisis, tratamiento y explotación de datos básicos.

▼ Ejecución de campañas de medidas sistemáticas en la naturaleza

▼ Realización de ensayos y simulación sobre modelo físico y matemático.

▼ Estudio y experimentación a escala real y sobre prototipos.

▼ Control de calidad no convencional en la obra pública.

▼ Apoyo a la elaboración de normativa básica.

▼ Auscultación de obras, elementos y sistemas.

▼ Información y documentación científica y técnica.

▼ Formación de posgrado.

Sus campos de actividad son:

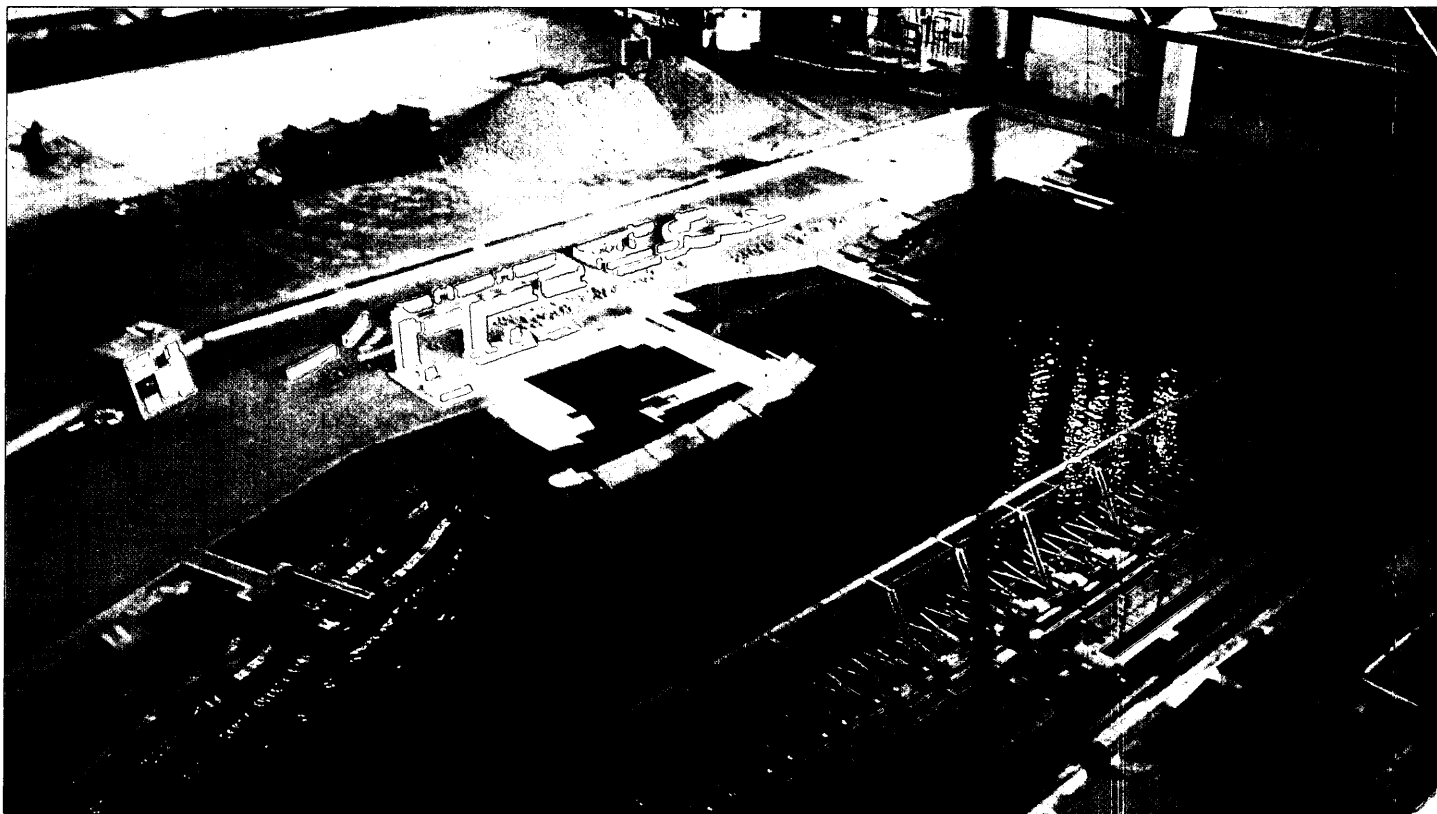
PUERTOS, COSTAS, ESTUARIOS E INGENIERÍA MARÍTIMA

Experimentación portuaria, estructuras marítimas, dinámica litoral, defensa de costas, instrumentación, ingeniería oceanográfica, clima marítimo, contaminación marina, modelos matemáticos, gestión del material dragado.

PLANIFICACIÓN HIDRÁULICA, HIDROLOGÍA, INGENIERÍA DE AGUAS CONTINENTALES Y CALIDAD DEL RECURSO

Planificación de recursos y evaluación de inversiones, modelos físicos, hidrología e hidrometría, diseño de sistemas hidráulicos, calidad de las aguas, procesos de tratamiento y depuración,

Nave de ensayos de puertos y costas.

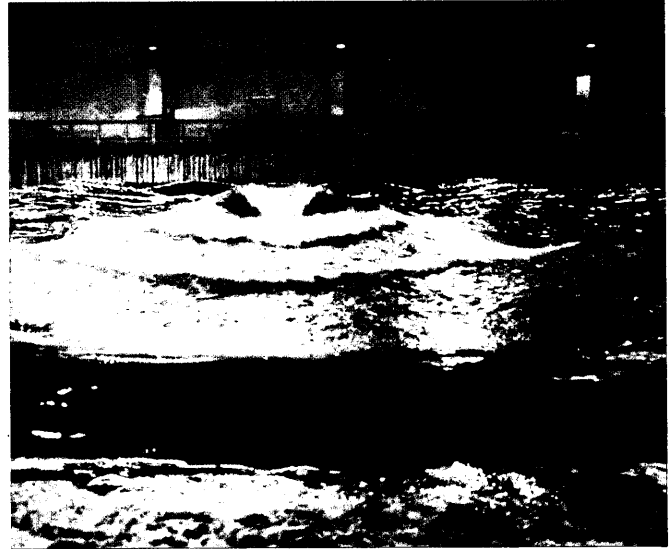


TANQUE DE OLAJE MULTIDIRECCIONAL

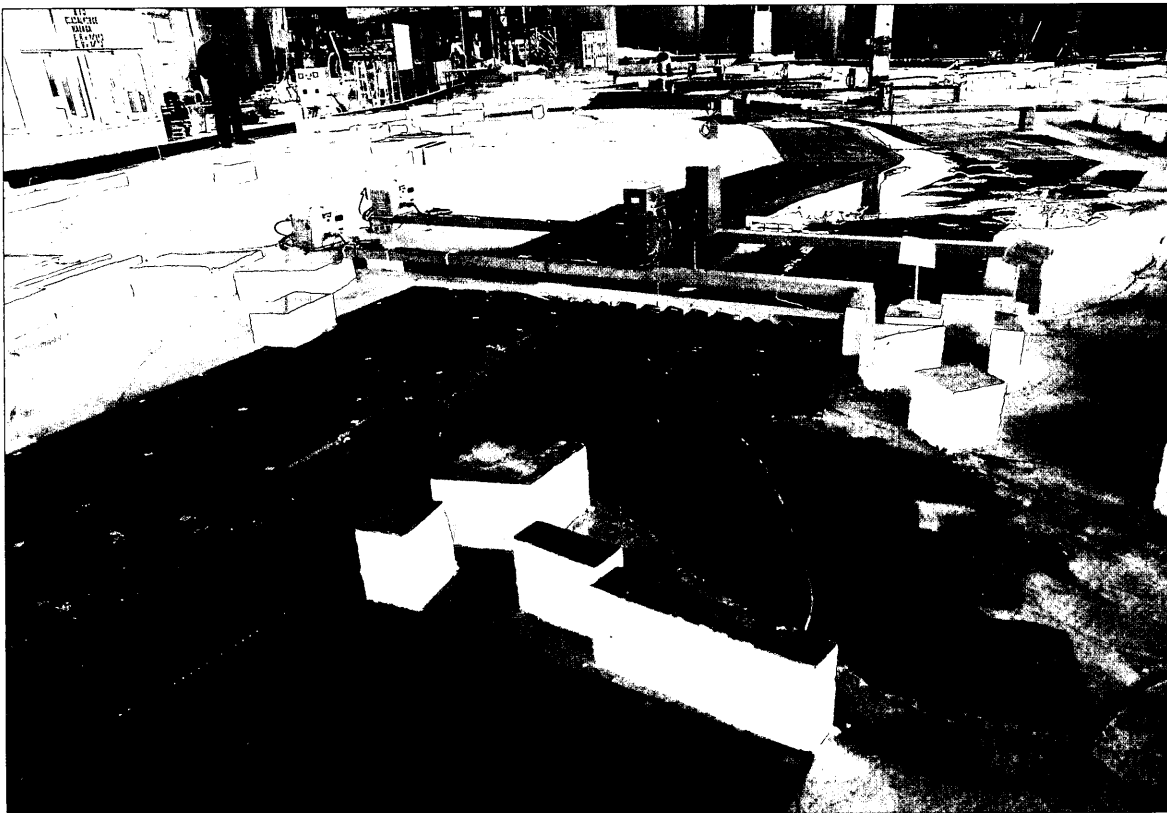
El oleaje es la principal acción para el diseño de actuaciones en el medio costero, siendo la dureza del mismo determinante del coste de las obras. Por ello la transformación del oleaje en zonas de costa y su interacción con las obras y playas debe ser estudiada en modelo numérico o en modelo físico a escala reducida.

Si bien algunos aspectos relacionados con el oleaje son ya estudiados en modelos numéricos, muchos de los problemas requieren de la experimentación física, con una reproducción del oleaje realista que conduzca a diseños fiables.

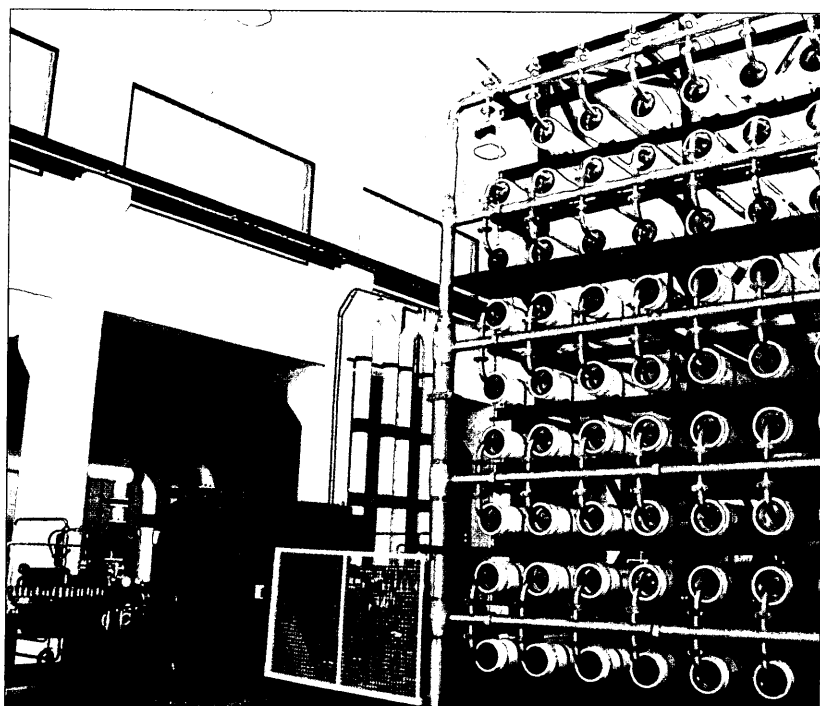
El tanque de oleaje multidireccional del CEDEX tiene por objeto la experimentación en modelo físico de actuaciones de ingeniería marítima con el mayor nivel de realismo, al permitir la generación de oleajes cruzados, de crestas cortas o con cualquier reparto direccional de energía, lo que lo distingue de la mayor parte de las instalaciones existentes, solo capaces de generar oleaje de una dirección. Para ello, el generador de oleaje está formado por múltiples segmentos cuyos movimientos independientes están controlados por un sistema de ordenadores trabajando en red. La combinación de los movimientos de las paletas produce la estructura deseada de oleaje de ensayo.



Las grandes dimensiones del tanque permiten la consideración en tres dimensiones de las estructuras y zonas de costa a ensayar, a la vez que la singularidad de la instalación la hace muy útil para el desarrollo de investigación básica sobre el oleaje en zonas costeras y para el contraste de modelos numéricos.



*Ensayo en
modelo fluvial.*



**Desaladora de
Aruca y Moya
(Gran Canaria.)**

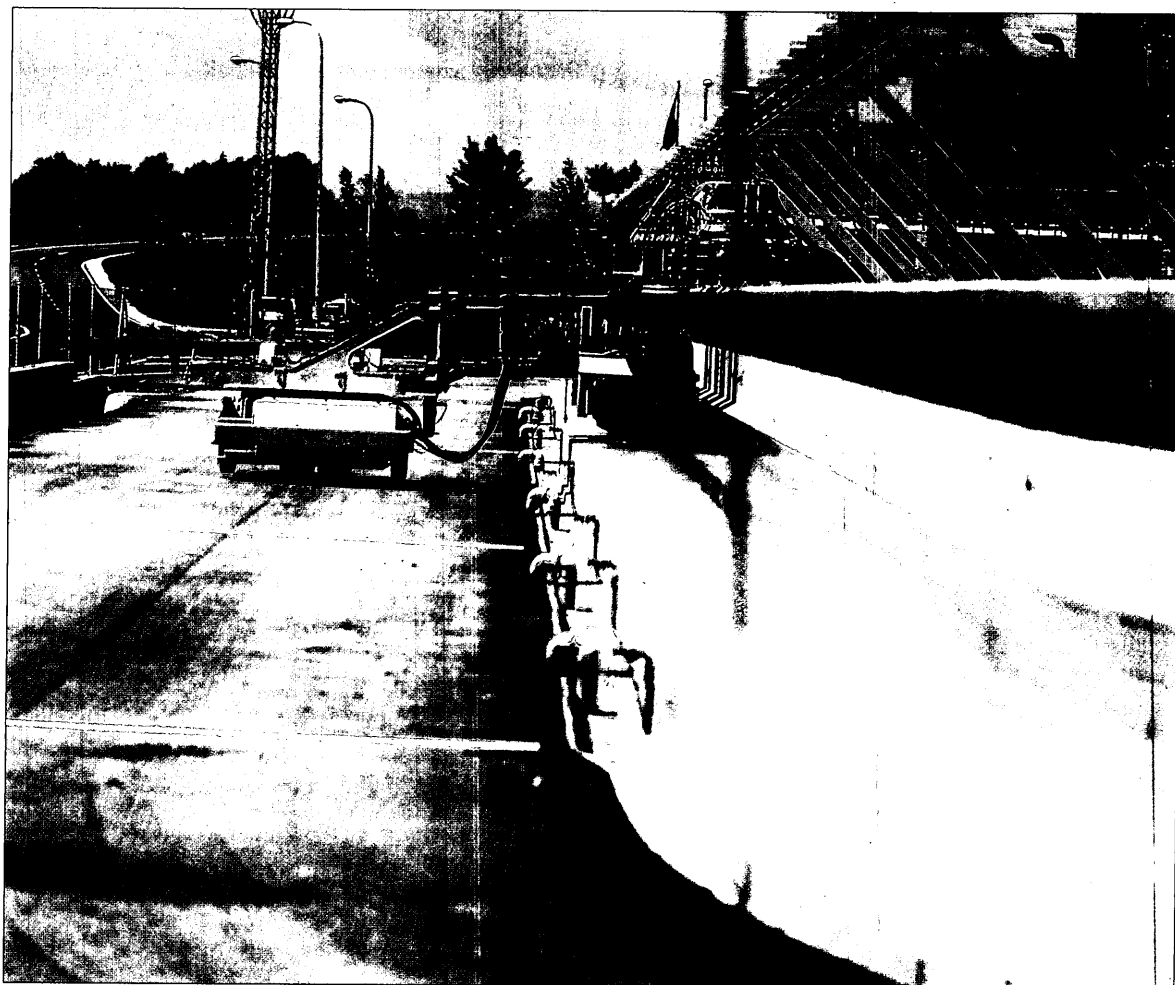
desalación, erosión y sedimentación, modelos matemáticos.

**CONSTRUCCIÓN Y EXPLOTACIÓN DE LAS REDES
VIARIAS. INGENIERÍA DE TRÁFICO Y
SEGURIDAD VIAL**

Ensayos de materiales, ensayos a escala real de firmes, rehabilitación de firmes y sistemas de gestión, características superficiales de pavimentos, diseño y construcción, normalización y nuevas técnicas, ingeniería de tráfico, señalización vial y seguridad de circulación.

**TÉCNICAS APLICADAS, INGENIERÍA AMBIENTAL
Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA**

Medio ambiente, vigilancia radiológica ambiental, técnicas isotópicas, análisis y diseño de máquinas eléctricas, desarrollo de equipos electrónicos, ingeniería computacional y del conoci-



**Experimentación
de firmes a escala
real.**

PISTA DE ENSAYO DE FIRMES A ESCALA REAL

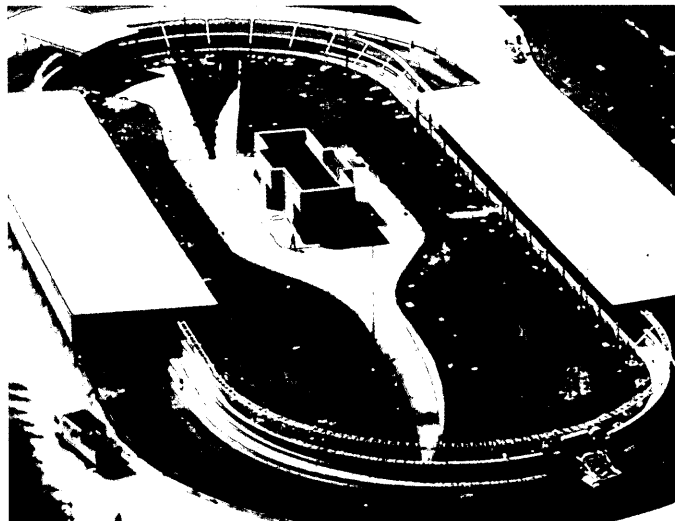
La Pista es una instalación para realizar ensayos acelerados y controlados sobre firmes de carretera, contruidos a escala real.

Los ensayos consisten en hacer circular de forma continuada unos vehículos sobre firmes de carretera para analizar su respuesta ante las cargas y la aparición y evolución de deterioros. La instalación permite ensayar y comparar distintos firmes simultáneamente. Sus principales campos de aplicación son la calibración de métodos analíticos de dimensionamiento, evaluación de firmes y estudios de materiales para carreteras.

La instalación está construida en su totalidad con tecnología española y es única en su genero por su configuración y conceptos técnicos.

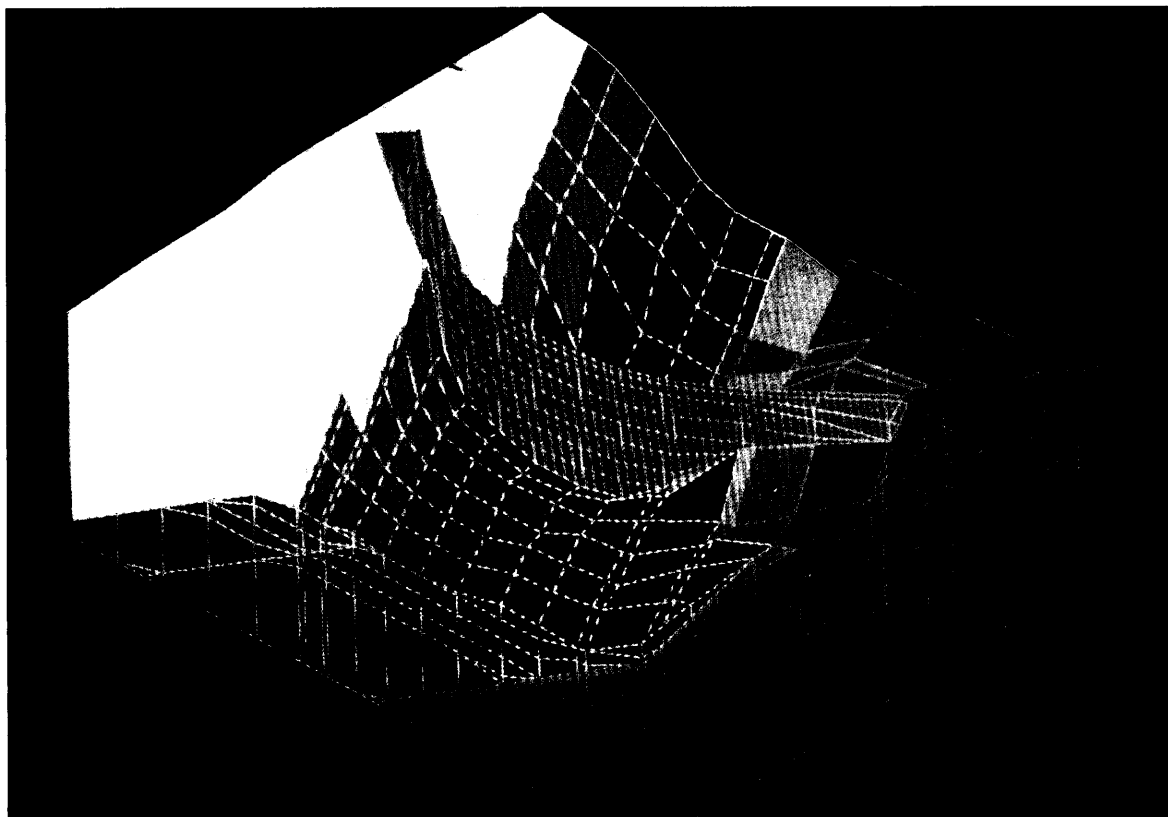
Consta de 6 tramos de ensayo en línea recta de 25 m cada uno, unidos por dos tramos curvos. Los firmes se construyen con materiales y maquinaria estándar de carreteras; la simulación del tráfico se efectúa mediante vehículos guiados por una viga de hormigón. Las características de cada uno se corresponden con las de un camión con la máxima carga legal.

La respuesta de los firmes ante el paso de las cargas y su evolución en el tiempo, se miden mediante equipos de auscultación e instrumentos colocados en el firme. La instalación está preparada para la gestión de 400 sensores de medida.



El Centro de Control, situado en el interior del óvalo de la pista, completa las instalaciones. En él se ubican el equipo de control de la instalación y el equipo de adquisición de datos de la instrumentación, con funcionamiento integrado y totalmente automatizado.

La capacidad inicial de aplicación de cargas (un millón al año con un sólo vehículo) se ve incrementada al doble con la circulación simultánea de dos vehículos.



SISTEMA DE COMPUTACIÓN DE ALTAS PRESTACIONES

El Sistema de Computación de Altas Prestaciones (SCAP) está formado por dos subsistemas:

a) Uno de carácter vectorial (a nivel de procesador, empleando la segmentación de los datos), con memoria compartida de tipo MIMD (Multiple Instructions Multiple Data) y con características del paradigma SMP (Symmetric MultiProcessor).

b) Otro de carácter paralelo formado por un cluster (también de tipo MIMD) de unidades centrales de proceso, organizadas en un multicomputador (múltiples espacios de direcciones y computación por paso de mensajes) escalable distribuido.

Además del SCAP propiamente dicho, existen otros dos sistemas: el de almacenamiento masivo automatizado (SAMA) y el servidor de bases de datos (SSBD).

El SAMA está compuesto por:

- Una máquina capaz de almacenar en 48 cintas magnéticas VHS hasta 670 GB de información en línea.

- Un computador que alberga el logical que gestiona la entrada y salida automatizadas de la información y que actúa como servidor de archivos.

El SSBD lo forma la máquina que contiene las bases de datos documentales del Organismo.

En resumen, los sistemas y las máquinas que los forman son los siguientes:

a) Sistema de computación de altas prestaciones (SCAP):

1 Convex C-4620 (abaco).

6 Hewlett-Packard 9000/735 CX (bacterio, franz, lagaffe, mortimer, paganel y tornasol).



b) Sistema de almacenamiento masivo automatizado (SAMA):

1 Convex C-3220 (nemo).

1 Metrum RSS-48b.

c) Sistema servidor de bases de datos (SSBD):

1 Hewlett-Packard 9000/800/G50 (gelp)

Los tres sistemas antes mencionados se hallan unidos mediante un doble anillo FDDI (Fibre Distributed Data Interface) a 100 Mb/s. También existen enlaces con el exterior, tanto del Centro de Proceso de Datos con los Centros y Laboratorio del CEDEX, como de éste, con el resto del mundo, bien mediante líneas punto a punto o empleando los servicios de Red IRIS.

miento, geomática, formación, información y documentación.

ESTRUCTURAS, PROPIEDADES Y APLICACIONES DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

Estudios de estructuras, análisis experimental de estructuras, inspección de estructuras, estudios y ensayos mecánicos, materiales inorgánicos, mineralogía y petrología, materiales orgánicos, materiales avanzados para la ingeniería civil.

INGENIERIA GEOTÉCNICA: CIMIENTOS, ESTRUCTURAS DE TIERRA, MECANICA DE SUELOS Y ROCAS

Ensayos de laboratorio en suelos y rocas, ensayos de campo, instrumentación de obras, téc-

nicas geofísicas, análisis interacción suelo-estructura, dinámica de suelos y rocas, ingeniería geológica y geotécnica, estudios de mejora del terreno.

ESTUDIOS HISTORICOS DE OBRAS PUBLICAS Y URBANISMO

Exposiciones, rehabilitación y recuperación de obras históricas, publicaciones, archivos y documentación, investigación histórica.

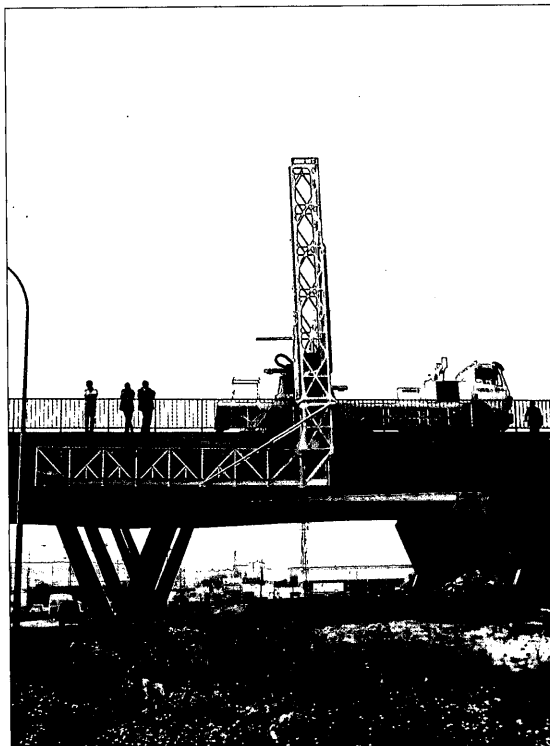
4. NUEVAS PERSPECTIVAS

La acción futura del CEDEX debe enmarcarse en las tendencias generales y sectoriales -nuevas tecnologías y nuevos materiales aplicables al

proyecto, construcción, control y explotación de obras públicas-, que se vislumbran dentro del contexto de la ingeniería civil y los aspectos relacionados con ella, especialmente los de medio ambiente, tanto en lo que se refiere a impacto de las obras públicas como a protección de algunos recursos naturales básicos.

Es indudable que la situación de cambio tecnológico en la que estamos inmersos presidirá las acciones próximas. El cambio global que se nos presenta supone un reto y al mismo tiempo una oportunidad para el que la sepa aprovechar.

Permanecer en los mercados internacionales ya globalizados exige eliminar barreras que impidan o dificulten la necesaria competitividad, como son las diferencias existentes entre los niveles, cuantitativos y cualitativos, de las infraestructuras públicas de los países. La tasa de cambio tecnológico es factor decisivo para elevar la productividad industrial, optimizar las soluciones posibles y obtener el máximo provecho de las inversiones, necesariamente limitadas.



Auscultación de puentes.

MÁQUINA UNIVERSAL DINÁMICA DE 10.000 KN.

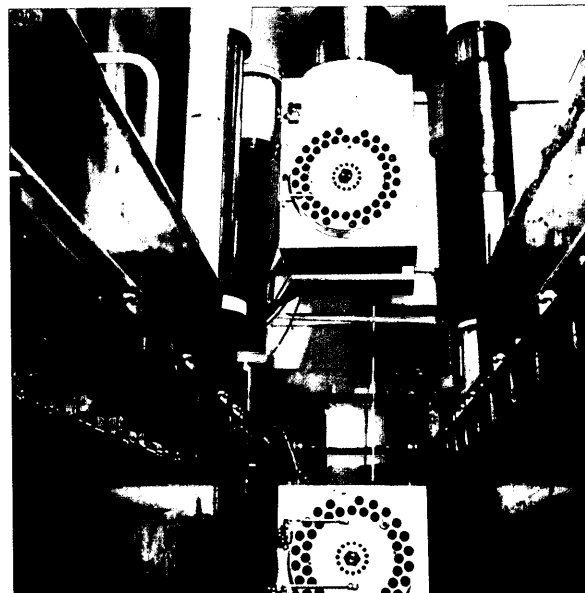
Para la Ciencia de Materiales y las Ingenierías de Construcción, es básico el conocimiento de los parámetros que caracterizan la deformación y la fractura de los materiales y sus productos, bajo sollicitaciones mecánicas.

La existencia de un "efecto escala" en los estudios empíricos, impide en muchos casos reducir las probetas y testigos de ensayo a magnitudes de dimensión y carga más asequibles, sin perturbar la fiabilidad de incertidumbre del experimento. Para ello cada tipo de análisis requiere de un determinado rango de cargas y de una maquinaria de equipos.

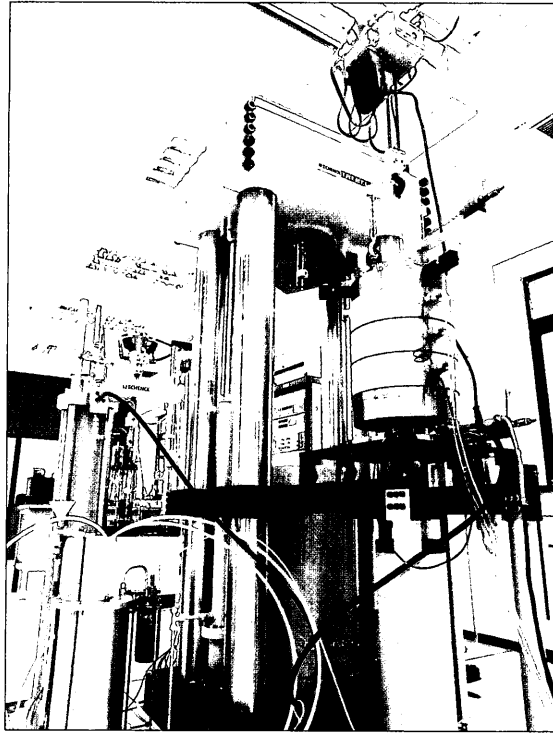
La máquina de 10.000 Kn. de capacidad del Laboratorio Central de Estructuras y Materiales del CEDEX, es en esencia una prensa universal dinámica de doble efecto, con unas amplias prestaciones y versatilidad para la realización de un variado espectro de ensayos mecánicos.

Entre otras tiene las siguientes aplicaciones:

- Deformación y fractura de materiales de construcción, nuevos y convencionales, que precisen de cargas elevadas de ensayo.
- Materiales metálicos, anclajes y sistemas de pretensado, perfiles metálicos. Materiales compuestos.
- Hormigón de altas prestaciones, hormigones de presas, rocas, etc.



- Estudios de fatiga de materiales. Fatiga de aceros y hormigones.
- Estudios estáticos y dinámicos de elementos constructivos. Tubos, pilares, vigas, paneles. Ensayos de flexión y cortante. Apoyos. Punzonamiento.
- Ensayos de simulación sísmica de carga. Elementos de construcción antisísmica. Hormigón confinado. Nudos de edificación. Elementos de puentes.

Laboratorio.

La programación de las actividades del CEDEX se realiza en función de los convenios e investigaciones en curso y de las previsiones más inmediatas, lo cual viene condicionado por los compromisos adquiridos. La adquisición de nuevos conocimientos y la puesta al día de las tecnologías, en cierto modo, ha de hacerse durante la marcha de los trabajos, seleccionando nuevas metodologías e introduciendo pequeños cambios de rumbo para que el conjunto de la acción se modernice y en cada momento se incorpore la mejor tecnología posible a un coste razonable.

Este proceso se realiza mediante una planificación previa de directrices estratégicas que atiende fundamentalmente a los modos de hacer las cosas, introduciendo pautas que permiten incrementar la calidad técnica de los estudios y trabajos que se realizan, a la vez que incorpora nuevos campos de actuación.

La temática cada vez más amplia y la demanda creciente de servicios que exigen soluciones de carácter pluridisciplinar requieren que se siga

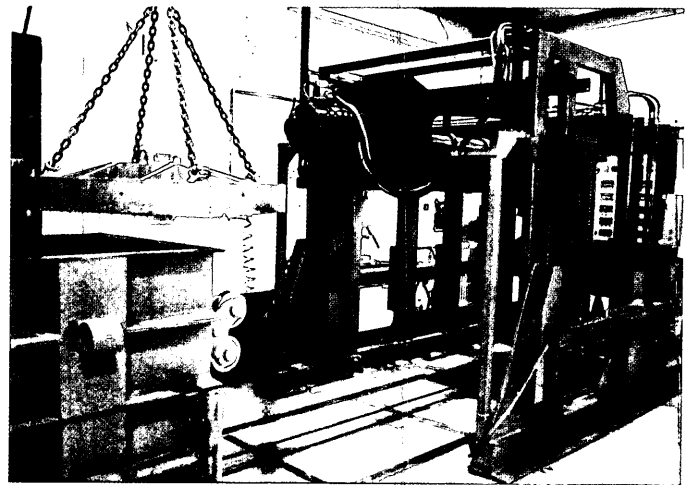
EQUIPO DE CORTE DIRECTO CON CAJA DE 1 M x 1 M PARA MATERIALES GRUESOS

En el campo de las obras civiles existe una tendencia cada vez más generalizada a construir presas de tierra, terraplenes y diques de gran altura.

Con el fin de proteger y estabilizar estas obras se utilizan en sus espaldones, materiales granulares con partículas de gran tamaño cuyo ángulo de rozamiento intrínseco juega un papel fundamental en los aspectos económicos y de seguridad del diseño. Dicho parámetro depende fundamentalmente de la granulometría, tipo de material utilizado y presión de confinamiento. De ahí el gran interés que tiene poder utilizar un equipo que permita su determinación, aproximando lo más posible a la realidad el tamaño máximo y presión de las partículas ensayables, haciendo innecesario establecer granulometrías paralelas con tamaños menores compatibles con los equipos convencionales.

El equipo de corte directo con caja de 1 m.x 1 m. desarrollado por el laboratorio de geotecnia del CEDEX permite ensayar materiales granulares de hasta 20 cm. (diámetro equivalente), manteniendo constante la sobrecarga vertical hasta un valor de 100 Tm., gracias a un sistema de realimentación electrónica que acciona una servoválvula que regula el sentido y el caudal de aceite al cilindro de carga.

Análogamente el esfuerzo horizontal, también de hasta 100 Tm., está servocontrolado en velocidad de desplazamiento, manteniendo constante esta magnitud con independencia del esfuerzo necesario para producir la rotura del ma-



terial. El control durante el ensayo se efectúa desde una cabina aislada de máxima seguridad.

Con este equipo se pueden realizar ensayos con materiales en distintos estados de compactación, desde los simplemente vertidos hasta los compactados mediante vibrador mecánico. Adicionalmente dispone de los componentes necesarios para efectuar ensayos de arrancamiento de geotextiles, colocados en distintos tipos de suelos con muestras de una superficie de hasta 1 m² y tracciones máximas de 26 Tm.

profundizando en la conexión entre centros y laboratorios y en la coordinación de las diferentes tareas para facilitar los trabajos conjuntos. Con objeto de atender, dentro de la esfera pública, a criterios de mayor competitividad y autonomía económica, se deben introducir procedimientos que faciliten la aplicación de los recursos procedentes de ingresos propios, para satisfacer las obligaciones correspondientes.

En toda organización, y muy especialmente en la que nos ocupa, el personal es pieza clave de su activo. La Institución tiene conocimientos e instalaciones susceptibles de rentabilizarse en mayor cuantía en base a un crecimiento de los recursos humanos de alta especialización. Sin embargo, existe una evidente dificultad de incorporar y formar "nueva savia" con la celeridad requerida. El CEDEX se encuentra en una situación comparativa anómala frente a instituciones públicas y privadas en las que el problema es inverso: sobran recursos humanos y faltan tecnología e instalaciones modernas. La limitación que impone la "masa crítica" disponible es factor decisivo para que se logren los avances previstos.

La apropiada delimitación del campo de actuación, la adaptación al mercado más idóneo, los ajustes acertados de presupuesto y gasto, y la necesaria promoción de imagen, son elementos básicos para la elaboración de cualquier estrategia.

Una condición imprescindible para el desarrollo tecnológico del sector y factor muy positivo para la competitividad del Organismo es el mantenimiento de la política de incorporación de becarios y la modernización de grandes instalaciones de experimentación, singulares y potentes, que permitan prestar un servicio a nivel nacional y aumentar el grado de colaboración a nivel internacional.

Las actividades medioambientales -presentes en todas las facetas de las obras públicas y las distintas especialidades de la ingeniería civil- que se vienen efectuando con creciente intensidad en el CEDEX habrán de profundizarse con mayor coordinación y énfasis, y traducirse en resultados cada vez más tangibles y beneficiosos a la sociedad. Atendiendo a este proceso de mayor demanda hay que aplicar sistemáticamente el método científico y experimental, en aquellos aspectos asociados a la ingeniería civil, lo que se traducirá, y de hecho así viene siendo, en la obtención de resultados y/o conclusiones cuantificables, trascendiendo de lo meramente opinable,



Exposición.

que muchas veces no tiene otro sustento que la intuición o un escueto análisis superficial y simplemente cualitativo.

Resulta obligado para la Institución redoblar su esfuerzo en el campo de la transferencia tecnológica, mediante potenciación de la formación -especialmente la continua sobre técnicos de la Administración-, nuevos impulsos al proceso de información y documentación, integración más profunda en las redes internacionales de I+D y la acción exterior de carácter selectivo.

Se han de consolidar firmemente las posiciones en el campo de la certificación y homologación como corresponde a una institución de estas características con amplia experiencia en aspectos de normativa técnica.

El Organismo, que ha de ser modelo dentro del contexto de la ingeniería civil y el medio ambiente asociado por sus conocimientos y buen hacer, deberá desarrollar e implantar sistemas y métodos muy perfilados que garanticen al máximo la calidad de los trabajos que produce. ●