Tierra y Tecnología

REVISTA DE ACTUALIDAD E INFORMACION GEOLOGICA

NUMERO 1. SEPTIEMBRE 1991. 500 PTAS.

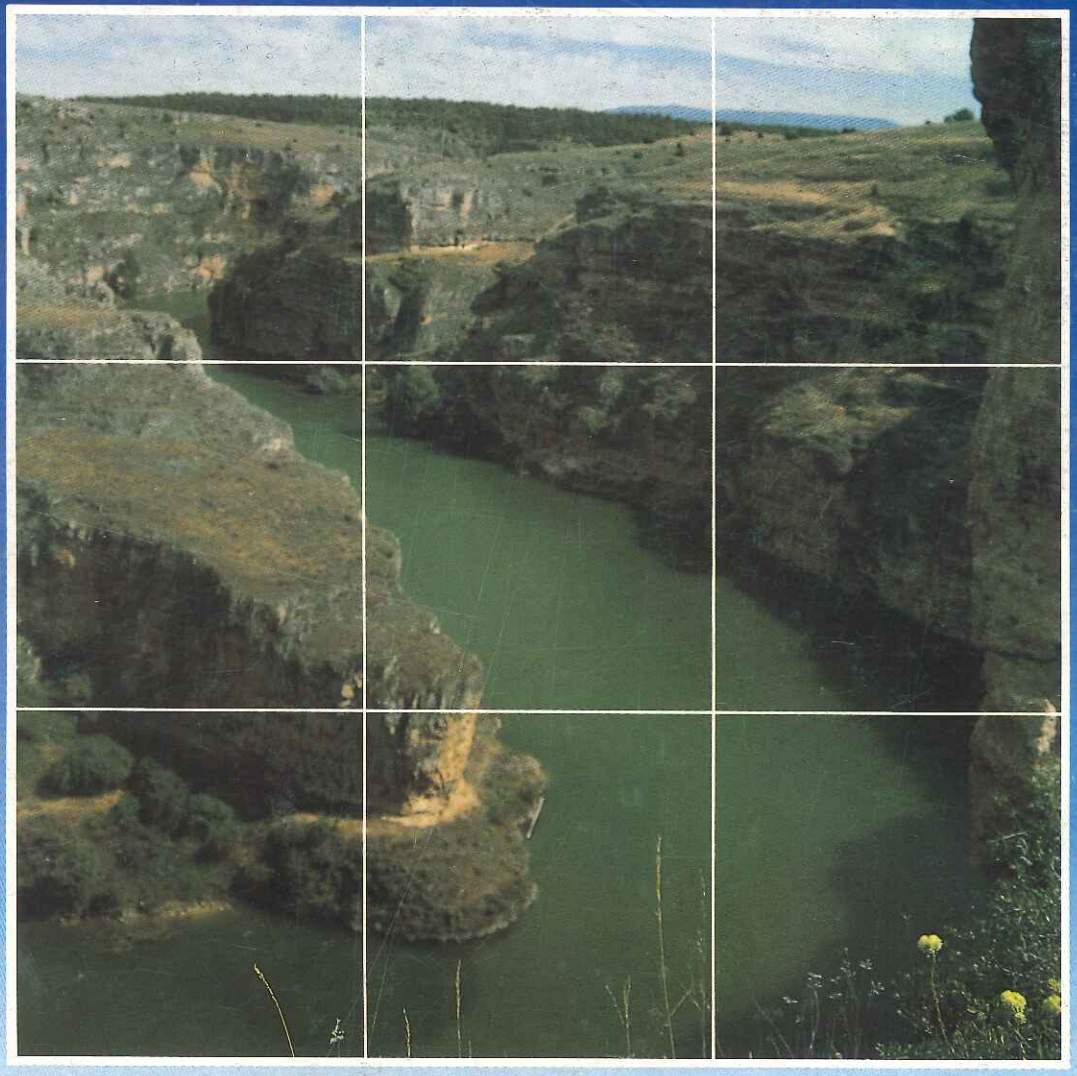
Entrevista: Domingo Ferreiro.

Riesgos Geológicos.

Erosión.

Almacenamiento Radiactivos.

Agua y Medio Ambiente.



Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S.A. EMILIO VARGAS, 7 • Tels. 519 52 55 - 519 52 63 • 28043 MADRID

Tierra y Tecnología
REVISTA DE ACTUALIDAD E INFORMACION GEOLOGICA

SUMARIO

EDITA
Ilustre Colegio Oficial de Geólogos

ADMINISTRACION Y REDACCION
Santa Feliciana, 14
28010 MADRID

DIRECTOR
Manuel Rolandí Sánchez-Solís

SUBDIRECTOR
Margarita Pastor Palomeque

RELACIONES PUBLICAS
Enrique Pampliega Higueras

MARKETING Y PUBLICIDAD
Editorial Balance, S. A.
Javier Ferrero, 18
28002 MADRID
Tel.: 413 49 14-44-48

COORDINACION DE EDICION
Juan José Durán Valsero

COMITE EDITORIAL
José Casas Ruíz
Miguel Angel de la Calle Agudo
Custodio Estévez González
Antonio Martín Gómez
Salvador Mirete Mayo
Antonio Sarasa Brosed
Luis Suárez Ordóñez

COLABORADORES
Arianne Alvarez Seco
José Manuel Baltuille Martín
Francisco Javier Burillo Panivino
Joaquín del Val Melús
Juan José Durán Valsero
Xavier Monserrat Rebull
Rafael Nuche Delrivero

DISEÑO GRAFICO DE PORTADA
Equipo Franja diseño

FOTOCOMPOSICION E IMPRESION
Editorial Balance, S. A.

FOTO PORTADA.
Cañón del Duratón, Segovia
Autor J. J. Durán

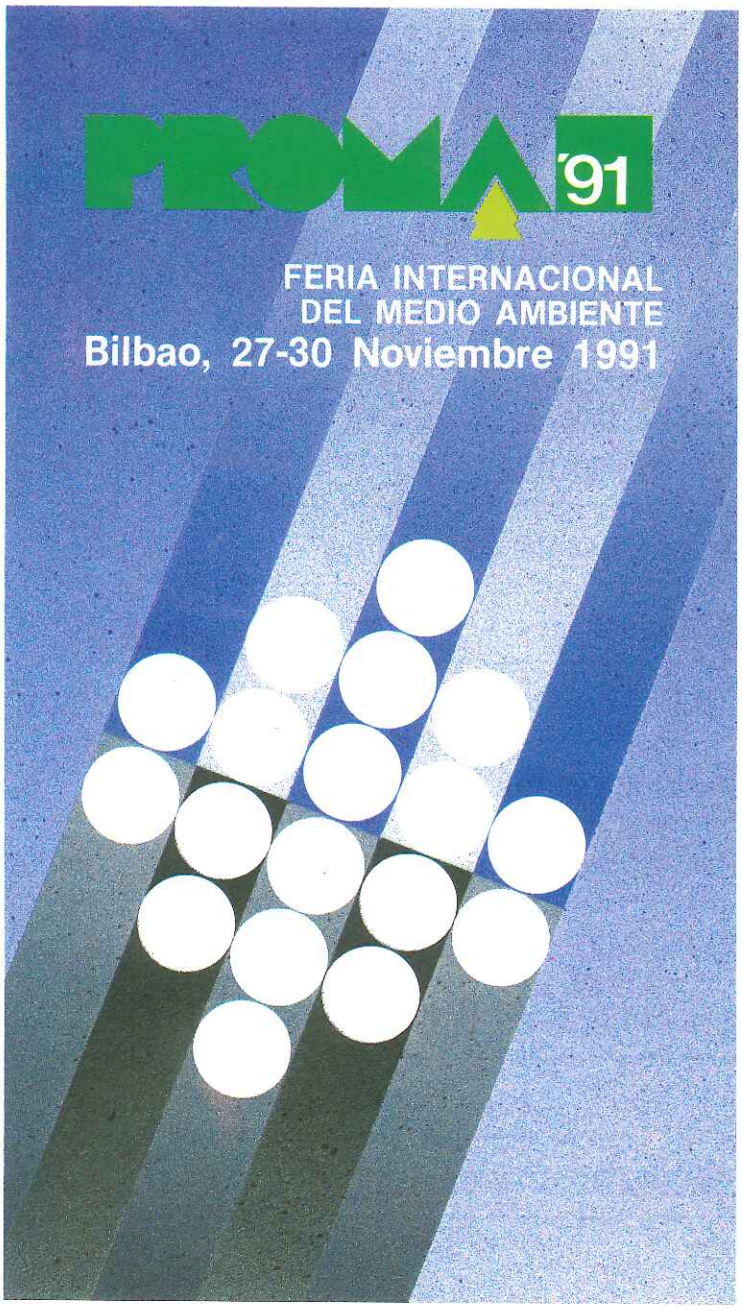
ISSN: 1131-5016
Depósito Legal:

Editorial	5
III Congreso Geológico de España	7
Entrevista a Domingo Ferreiro	9
Riesgos Geológicos y Planificación Ambiental	16
Almacenamientos de Residuos Radiactivos	22
Erosión	26
Agua y Medio Ambiente	28
Sustancias contaminantes	32
Plan de revitalización de Aranjuez I	36
Expo 92 - Un año antes	46
Barcelona Ciudad Olímpica	52
Optimización de la productividad y minización de holguras en el pert/CPM	58
Primer centro español de Energía nuclear	64
Las Calzadas Romanas en la península Ibérica	70
Planta de Osmosis inversa en Tenerife	82

PROMA'91: GRANDES EXPECTATIVAS DE NEGOCIO EN EL SECTOR DEL MEDIO AMBIENTE

Según los expertos, para adaptarse a los requerimientos del marco legal europeo en materia medioambiental, España deberá invertir, en los próximos años, en torno a 1,2 billones de pesetas. Es el momento de posicionarse cara a la explotación de tan espectaculares perspectivas de negocio.

PROMA'91 es la plataforma obligada para todas las empresas interesadas en el **negocio medioambiental.** La última edición congregó un total de 230 expositores, que recibieron la visita de **7.000 técnicos y profesionales,** el más importante y significativo colectivo de responsables de las soluciones y políticas medioambientales tanto de la empresa privada como de la administración, central, autonómica y local.



Porcentaje de visitantes profesionales por sectores en la última edición de PROMA'91 (1989):

1)	Tratamiento de aguas	20%
2)	Contaminación del aire	13%
3)	Tratamiento de residuos sólidos	15%
4)	Limpiezas urbanas e industriales	6%
5)	Protección del medio ambiente marino	9%
6)	Acústica y vibraciones	5%
7)	Medio ambiente natural (parques y jardines)	9%
8)	Ingeniería del medio ambiente	9%
9)	Laboratorios	5%
10)	Energías	6%
11)	Higiene industrial	3%

Actos y Jornadas Técnicas paralelas de PROMA'91:

- Tercer Forum Europeo del Medio Ambiente.
- Segundo Congreso de Ingeniería Ambiental.

Organización e información:

FERIA INTERNACIONAL DE BILBAO

BILBOKO NAZIOARTEKO ERAKUSTAZOKA

Apdo. 468 - 48080 Bilbao
Tfnos. (94) 441 54 00 - 441 67 00
441 75 00
Fax (94) 442 42 22
Télex 32617 FIM-E

IBERIA
LINEAS AEREAS DE ESPAÑA
Transportista oficial

ICEX
Instituto Español de Comercio Exterior

EUSKO JAURLARITZA GOBIERNO VASCO

EDITORIAL

PLANTEARSE la fundación de una revista dedicada a la actualidad y divulgación de la ciencia de la Tierrra, por excelencia, la Geología, y a las distintas tecnologías que se aplican en este estudio puede ser equivalente a plantearse el concepto mismo de la Geología, y esa es una labor que, cuando menos, se presenta como apasionante, a pesar de sus múltiples dificultades, o, quizás, precisamente por ellas.

De cualquier manera, parece que es el momento adecuado para la aparición de una revista como TIERRA Y TECNOLOGIA, cuyo propósito fundamental, y dentro de nuestras posibilidades, es mejorar el panorama actual de nuestra profesión, siendo un foro abierto en el que se muestre el presente del ejercicio de la Geología, se analice y se estudie su pasado, y se discuta y se prepare su futuro.

En definitiva, entendemos que nuestra misión será la de hacer un esfuerzo divulgativo para reflejar y ampliar el número y la importancia social de los que ejercen esta actividad en nuestro país, buscando el mayor número de impresiones y criterios al respecto, y pretendiendo que estas sean las más plurales, lo más diversas y lo más nuevas posibles.

La mayor parte de los países europeos de parecido nivel de desarrollo que el nuestro, cuenta ya desde hace muchos años con revistas similares, al igual que otros colectivos profesionales de nuestro propio país. Y ese vacío actual de nuestro grupo profesional es precisamente el que queremos cubrir con la revista TIERRA Y TECNOLOGIA, que se considera heredera de la revista EL GEOLOGO, la cual, durante muchos años, sirvió eficaz y brillantemente como órgano de expresión de nuestro colectivo, y que, desgraciadamente, debió de suspenderse por motivos puramente económicos, en un momento en que la precaria situación financiera del Colegio lo hacía del todo necesario.

Con todos estos precedentes, y como prueba de las intenciones expuestas, sale a la luz este primer número de TIERRA Y TECNOLOGIA, en el cual, y para alcanzar nuestros fines, contamos con un amplio comité de Redacción y detrás de él con el propio COLEGIO DE GEOLOGOS y el coletivo en sí.

Los compañeros que, desde este primer número dedicado al Medio Ambiente en nuestro país mantenemos una cita periódica con nuestro colectivo, aportan experiencia y, sobre todo, ilusión, propia de quienes hacen algo que les apasiona y en lo que creen.

No deseamos ponernos más limitaciones que las que nos pongan; nuestros colaboradores serán libres con respecto a nosotros y lo más libres que puedan con respecto a sí mismos y al tiempo al que estén inscritas sus vidas y sus actividades. Queremos alejarnos de todos los dogmas y, por supuesto, no tenemos la soberbia de querer usar otros.

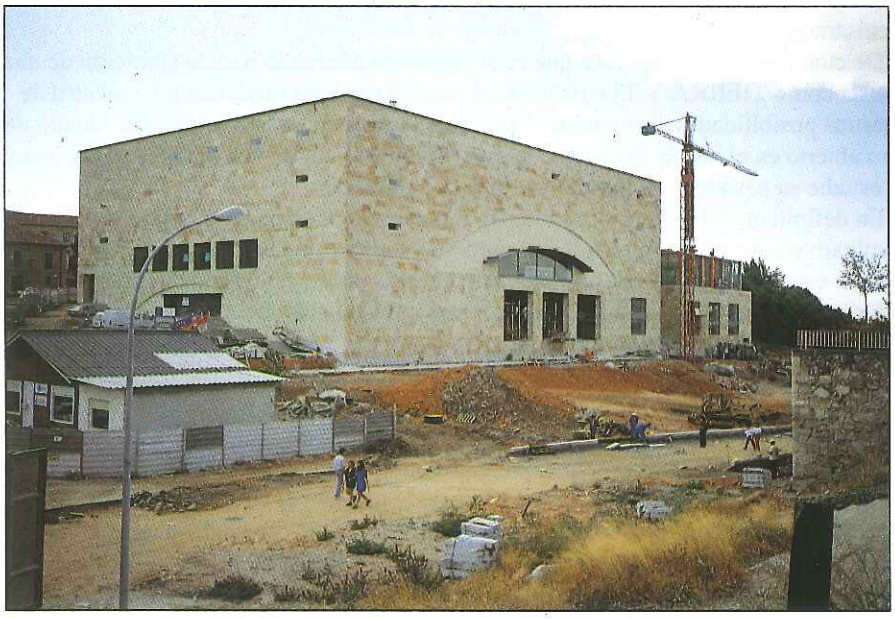
Partiendo de esta amplitud de criterios, será absolutamente imposible que tengamos un solo concepto de la Geología. Trataremos de llegar, por tanto, a una conjunción de opiniones, investigaciones y análisis o síntesis de la mayor diversidad y pluralidad posible, en la que el principal punto de contacto sea la Geología.

Confiamos en que nuestros lectores no sólo profesionales de la Geología, sino todas aquellas personas interesadas en ella, hallen en las páginas de esta revista un nuevo y significativo reencuentro con su actualidad profesional y científica, y que sean benévolos a la hora de juzgar una labor que ha supuesto un gran esfuerzo por parte de todos los que han participado en que este proyecto común sea una realidad. ■

III CONGRESO GEOLOGICO DE ESPAÑA. VIII CONGRESO LATINOAMERICANO DE GEOLOGIA Y GEOEXPO'92

J. M. BALTUILLE

Vicepresidente del Ilustre
Colegio Oficial de Geólogos



Vista de las obras del nuevo Palacio de Congresos de Castilla y León, Salamanca. Foto J. Giannin).

DURANTE los días 21 al 26 de junio de 1992 y, coincidiendo con los actos desarrollados con motivo del V Centenario del Descubrimiento, tendrá lugar en Salamanca, Capital europea de la Cultura y cuyo conjunto monumental ha sido considerado patrimonio cultural de toda la Humanidad, el III CONGRESO GEOLOGICO DE ESPAÑA y el VIII CONGRESO LATINOAMERICANO DE GEOLOGIA.

La organización y desarrollo de los mismos estará a cargo de la Sociedad Geológica de España, el Ilustre Colegio Oficial de Geólogos y el Instituto Tecnológico y Geominero de España, que contarán con el apoyo de la Universidad de Salamanca, el Consejo Consultivo de Servicios Geológicos de Latinoamérica y el Caribe y la Federación Europea de Geólogos.

El programa está pensado para cubrir una serie de actividades, tanto científicas como profesionales, que junto con la elección de una temática, lo suficientemente atractiva, permita acercar el ámbito de la Geología a los colectivos sociales más amplios. Veamos una pequeña muestra del programa previsto:

PROGRAMA CIENTIFICO

Sesiones Científicas

Geología Económica.
Teledetección e Informática Geológica.
Geología Ambiental y Ordenación del Territorio.
Ingeniería Geológica.
Hidrogeología.
Geofísica.
Geología Marina.
Geología Regional.
Vulcanología.
Mineralogía y Cristalografía.
Paleontología.
Estratigrafía y Sedimentología.

Simposios

Geología de la Antártida.
Enseñanza de la Geología.
Cambio Global y Riesgos Naturales.

Excursiones Geológicas (previstas)

Yacimientos minerales de U, Sn y W. Minas de Ciudad Rodrigo (España) y Ulleriça y Panasqueira (Portugal).

La Cuenca terciaria de Madrid: estratigrafía, sedimentología y **materias primas.**

Geología regional y mineralizaciones del dominio Hercínico del centro-oeste español.

Mineralizaciones vulcanosedimentarias de Fe, Mn, Ba y P del Sinforme de Alcañices (Zamora).

PROGRAMA PROFESIONAL

Seminarios

«Oportunidades sobre el empleo geológico en el Mercado Unico de 1993.»

Mesas Redondas

«El geólogo y el Medio Ambiente.» ▶

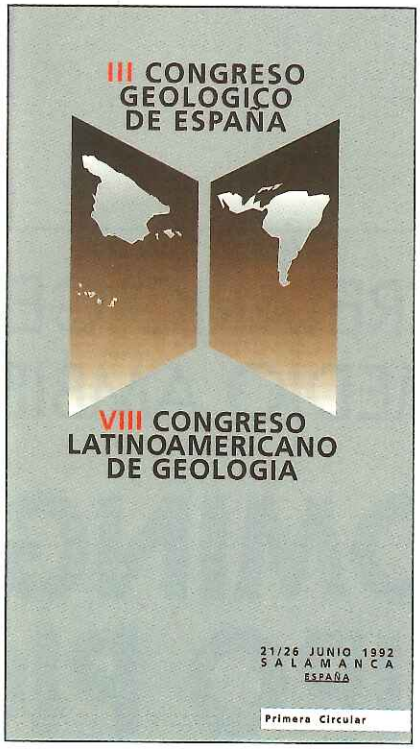
- «Las inversiones públicas en Geología.»
- «Competencias profesionales del geólogo.»

GEOEXPO'92

Simultáneamente a las actividades del Congreso tendrá lugar una Exposición Geológica, donde diferentes Organismos Públicos, Empresas y Firmas Comerciales, tanto nacionales como extranjeras, podrán montar sus «stands» desde los que mostrar sus logros técnicos o acercar sus productos («software», maquinaria, equipos, tecnología, etc.,) a potenciales usuarios.

La GEOEXPO'92, así como las sesiones del Congreso, tendrán lugar en el nuevo Palacio de Congresos de Castilla-León, que al efecto se está construyendo y que proporcionará el marco adecuado a tamaño evento.

Aprovechamos la oportunidad que nos brindan las páginas de esta revista, que hoy inicia su trayectoria profesional para, desde aquí, *invitar a todas las Entidades Comerciales de nuestro entorno a colaborar y participar en éste gran acontecimiento* que les permitirá el acercarse a Europa y Latinoamérica y dar a conocer mejor sus resultados y productos.



Se trata, pues, de aprovechar con éste Congreso, la oportunidad de actuar como puente entre dos continentes y ser el escaparate donde se asome la tecnología y la inversión europea y en el que se muestre la potencialidad de los grandes mercados latinoamericanos. ■

Para cualquier información complementaria contactar con:

III CGE/VIII CLAG

José Abel Flores Villarejo
Dpto. de Geología. Facultad de Ciencias
37008 **Salamanca** (España)
Telf.: (923) 29 44 97
Fax: (923) 29 45 14

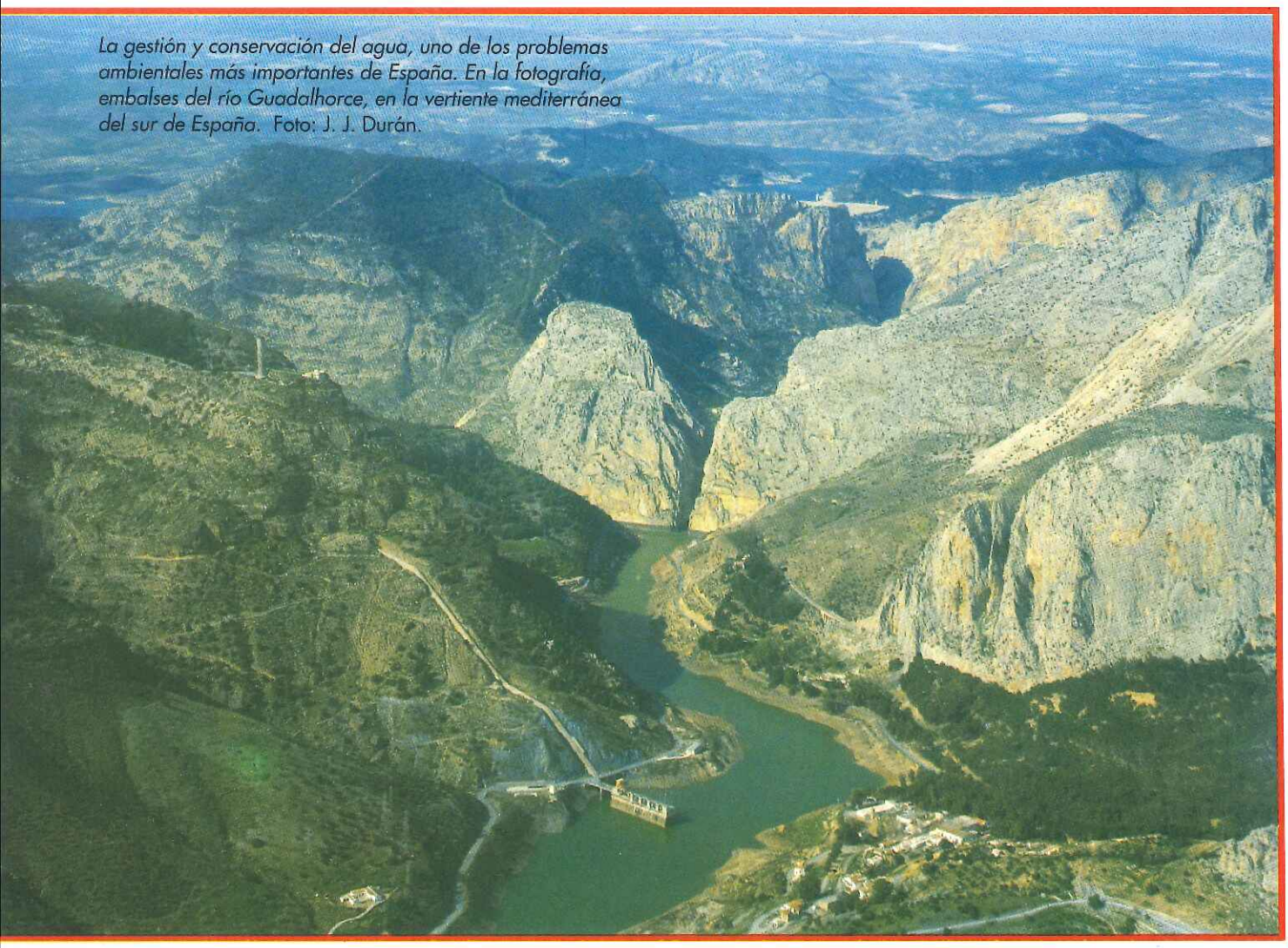
GEOEXPO'92

José Manuel Baltuille Martín
Ilustre Colegio Oficial de Geólogos
28010 **Madrid** (España)
Telf.: (91) 445 02 39
Fax: (91) 446 34 16

ENTREVISTA

AL SECRETARIO GENERAL DE MEDIO AMBIENTE

DOMINGO FERREIRO PICADO



La gestión y conservación del agua, uno de los problemas ambientales más importantes de España. En la fotografía, embalses del río Guadalhorce, en la vertiente mediterránea del sur de España. Foto: J. J. Durán.

PRESENTACION

El día 4 de septiembre de 1991, estando ya en imprenta esta revista, se publicó en el Boletín Oficial del Estado el Real Decreto 1316/1991, disponiendo la reestructuración de la Secretaría de Estado para las políticas de agua y el medio ambiente. Esta reestructuración ha llevado consigo, entre otras importantes modificaciones, la supresión de la hasta ahora Secretaría General de Medio Ambiente, dando paso a una nueva estructura orgánica y funcional. Se han establecido seis Direcciones Generales, dependientes directamente de la Secretaría de Estado: la de Costas, la de Política Ambiental, la de Obras Hidraúlicas, la de Calidad de las Aguas, la del Instituto Geográfico Nacional y la del Instituto Nacional de Meteorología.

Desde esa misma fecha, por tanto, don Domingo Ferreiro Picado ha dejado de ser Secretario General de Medio Ambiente. Puede decirse que con él se ha cerrado una importante etapa de transición en el avance de la gestión ambiental en la esfera de la administración del Estado, entre la antigua Dirección General de Medio Ambiente y la recién remodelada Secretaría de Estado.

Pese a estos sustanciales cambios de última hora, no pierden ni un ápice de actualidad ni vigencia las declaraciones del ya «ex-secretario» General de Medio Ambiente, Domingo Ferreiro Picado, vertidas en la entrevista que se presenta a continuación, y que servirán sin duda alguna para tomar el pulso politico a las principales cuestiones ambientales del país.

Además, esta entrevista, al ser posiblemente una de las últimas (si no la última), realizadas a Domingo Ferreiro como Secretario General de Medio Ambiente, adquiere, de alguna manera, un cierto caracter «histórico», que incrementa aún más su interés.

Sólo resta agradecer públicamente la amabilidad de Domingo Ferreiro al responder con la mayor cordialidad a las cuestiones planteadas y expresar desde estas líneas los mejores deseos para el futuro, en su trayectoria política, al ex-Secretario General.

¿Cuál es la historia de la Secretaría General de Medio Ambiente?

La Secretaría General de Medio Ambiente fue creada por R. D. 199/90 de 16 de febrero.

Se trata, pues, de un órgano de reciente creación, si bien no se puede decir que sea totalmente nuevo por cuanto la Secretaría General se asienta sobre la base de la anterior Dirección General de Medio Ambiente.

¿Cuáles son las competencias que tiene actualmente la SGMA?

La Secretaría General es el órgano específico de naturaleza ambiental dentro de la Administración del Estado.

Partiendo del marco establecido por los artículos 148 y 149 de la Constitución le compete la elaboración de los proyectos de legislación básica en materia de medio ambiente. Dirige y coordina las competencias que para la ordenación, defensa y mejora del medio ambiente tiene atribuidas el Ministerio de Obras Públicas y Transportes, y le corresponde, igualmente, la formulación de propuestas de objetivos y prioridades de la política ambiental.

En el ámbito exterior le corresponde en coordinación con el Ministerio de Asuntos Exteriores, la relación con la Comunidad Europea y Organismos Internacionales en cuanto se refiere a las cuestiones ambientales, lógicamente.

Mantiene las lógicas funciones de coordinación con todas las Comunidades Autónomas, entidades locales, desarrolla los programas de educación e información ambiental de interés nacional, así como determinadas actuaciones integradas de protección de medio ambiente.

¿Cuáles son los principales programas o líneas de trabajo en curso?

La Secretaría General de Medio Ambiente está comprometida en la actualidad en conseguir ejecutar el Plan Nacional de Residuos Industriales. Se trata de un área tradicionalmente olvidada en nuestro país y que es preciso tomar muy en cuenta dado el potencial de perturbación anbiental que encierra.

Asimismo, y como programa estrella se están dando los primeros pasos para la elaboración de un Plan Nacional de Medio Ambiente, que de una manera global organice esta materia. Se trata de un Plan complejísimo porque ha de considerar una enorme cantidad de factores desde múltiples puntos de vista; económicos, fiscales, de investigación, etc.

Junto a esto, se desarrollan los tradicionales programas de control y vigilancia de la calidad ambiental, participación, formación y difusión ambiental, evaluación de impacto ambiental, etc.

De izquierda a derecha: Decana de la Facultad de Ciencias Geológicas de la UCM, Dª Mercedes Doval; Secretario General de Medio Ambiente, D. Domingo Ferreiro Picado; Presidente del ICOG, D. Santiago Legey; Vocal de Medio Ambiente del ICOG, D. Juan José Durán.

En lo relativo a Educación Ambiental (o a concienciación ciudadana en general), ¿qué papel viene realizando la SGMA?

La labor de formación y educación es de carácter estratégico en cualquier política ambiental. Porque el medio ambiente es de ▶

todos y porque todos, mediante las actividades de producción o de consumo, contribuimos a alterarlo.

De poco sirve concentrarnos en unos agentes –los empresarios– si olvidamos al ciudadano en general que, de múltiples maneras puede contribuir a mejorar o empeorar los estándares de calidad ambiental: seleccionando lo que compra, clasificando su basura y depositándola en los lugares adecuados, cambiando el aceite del coche en lugares idóneos, etcétera.

Todas estas actividades bien realizadas supondrían una enorme ayuda en la lucha por la protección y mejora del medio ambiente.

La SGMA, consciente de ello, ha realizado en los últimos tiempos una intensa campaña de divulgación mediante conferencias, seminarios, publicaciones y campañas de propaganda en los medios de difusión.

Hay un boom del Medio Ambiente. ¿No están muy dispersas las actuaciones de las Administraciones Públicas a este respecto?

Mas que un boom del Medio Ambiente, lo que hay es un boom de las alusiones al medio ambiente en los medios de comunicación, las declaraciones de prioridades o los partidos políticos, aunque ello evidencia un interés por estas cuestiones.

Independientemente de ello, y por lo que atañe al contenido de la pregunta, es preciso decir que, efectivamente hay dispersión, porqué el medio ambiente, como concepto horizontal que es, tiene que aceptar la existencia de actuaciones que afectándole son originadas por distintos agentes, incluso dependientes de la misma autoridad.

Es claro que la política industrial o la enérgetica, o la de infraestructura, o la planificación económica tiene repercusiones profundas sobre el medio ambiente. Pero ello no debe llevar a decir que ha de ser el órgano específicamente ambiental quien las gestione. Sería absurdo, además de ineficiente.

La cuestión es otra, y ha sido perfectamente descrita en el 4º programa de acción comunitaria; hay que integrar el hecho ambiental en el proceso de decisión. Hay que contar con los aspectos ambientales a la hora de decidir la política energética y orientar la actividad económica mediante los planes de desarrollo general, pongamos por caso.

Además de ello, es precisa una lógica política de coordinación entre órganos pertenecientes a una misma Administración, y entre órganos dependientes de Administraciones distintas.

Por lo que se refiere al primer supuesto, la Secretaría General de Medio Ambiente es un claro intento de coordinar los órganos del Estado con competencias ambientales, además de incluir entre sus competencias la segunda faceta de coordinar la Administración del Estado con el resto de las administraciones territoriales.

La Secretaría General de Medio Ambiente está comprometida en la actualidad en conseguir ejecutar el Plan Nacional de Residuos Industriales.

¿Qué papel juega la Secretaría General dentro de la recién creada Secretaría de Estado para las Políticas del Agua y de Medio Ambiente?

La Secretaría de Estado para las Políticas del Agua y de Medio Ambiente es un paso adelante en ese proceso de mejora de la Política ambiental; la coordinación de la Administración del Estado consigo misma. Está compuesta por la antigua Dirección General de Obras Hidráulicas y la Secretaría General de Medio Ambiente ahora reforzada con la Dirección General del Instituto Meteorológico Nacional y con las competencias ambientales, importantes por cierto, de la Dirección General de Costas.

Evidentemente, la SGMA está llamada a jugar un papel esencial en la medida que incorpora a la nueva Secretaría de Estado la visión ambiental viendo reforzadas, por otra parte, sus posibilidades de coordinación intra e interadministraciones territoriales como consecuencia de la elevación de rango que se ha producido.

¿Significa esto un paso adelante para la futura creación de un Ministerio de Medio Ambiente, como existe ya en otros países europeos, por ejemplo Italia?

La creación de un Ministerio de Medio Ambiente no es un fin en sí mismo. El fin es la mejora de la eficacia en las políticas ambientales, y uno de los posibles medios es la creación de un Ministerio de Medio Ambiente, pero esa creación no es condición necesaria ni suficiente para la mejora de la Política Ambiental.

Es más, son raros los países en que el Ministerio de Medio Ambiente se ocupa en exclusiva de las materias ambientales.

Por ello me parece mucho más operativo el que se dote adecuadamente de medios al órgano ambiental, que aumentar de rango a éste aunque luego no tenga capacidad operativa.

¿Qué profesionales trabajan en la SGMA?

La Secretaría General de Medio Ambiente está compuesta por algo menos de 200 personas, sin incluir el Instituto Meteorológico, con las más variadas especialidades.

En realidad, el medio ambiente es un concepto multidisciplinar por lo que el órgano encargado de su gestión tiene que apoyarse en conocimientos de lo más variados: existen geólogos, ingenieros, arquitectos, geógrafos, biólogos, químicos, economistas, físicos, etcétera., sin olvidar a una profesión omnipresente en la Administración como son los juristas.

¿Qué papel desempeñan los geólogos?

Como decía antes el concepto de medio ambiente abarca todas las ciencias, por lo que la Geología forma parte inseparable del medio ambiente. No olvidemos que, por ejemplo, en España uno de los probemas más graves, sobre todo en determinadas zonas es el problema de la erosión en el que el geólogo tiene mucho que decir. Lo mismo que en las Evaluaciones de Impacto Ambiental, la técnica más novedosa utilizada para prevenir los problemas generados por las obras de infraestructura, o las grandes instalaciones industriales.

Los problemas de prevención de riesgos sísmicos en que la SGMA interviene como parte española en grupos internacionales o de cambio climático son protagonizados en la Secretaría General de Medio Ambiente por licenciados en Geología.

Por ello los geólogos desempeñan en el área de medio ambiente un destacado papel

Domingo Ferreiro Picado

Nació en Madrid el 14 de septiembre de 1944.
Geólogo especializado en Hidrología y Geotecnia (Universidad Complutense).
Cursos de Doctorado en Hidrología y Técnicas de Teledetección.

Fue profesor de prácticas en la Facultad de Ciencias de la Universidad Complutense y profesor adjunto en la Escuela Universitaria del Profesorado de Madrid.

Desde 1969 trabajó en empresas de Ingeniería Civil, en la redacción y dirección de proyectos de Geotecnia, Hidrogeología Aplicada a la Ingeniería Civil.

En 1979 fue elegido Teniente Alcalde, Delegado de Urbanismo y Medio Ambiente por la Corporación Municipal de Majadahonda.

En 1980 fue Secretario General de la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP). Representó a España en la Confederación de Poderes Locales y Regionales del Consejo de Europa y asistió como observador del citado Consejo en la Comunidad Económica Europea.

En 1982 fue nombrado Gobernador Civil de La Coruña, cargo que ejerció hasta 1986 en que fue nombrado Delegado del Gobierno en Castilla y León.

Por Real Decreto 204/1990 de 16 de febrero fue nombrado Secretario General de Medio Ambiente, cargo que ha ostentado hasta el 4 de septiembre de 1991.

▶ que continuará incrementándose en el futuro.

En general, ¿ve un futuro halagüeño para los profesionales de la Geología en los temas ambientales?

Como he dicho antes los geólogos tienen un campo importante en los temas ambientales, concretamente en los estudios de impacto ambiental hay un amplio y prometedor campo de trabajo.

¿Qué les transmitiría a las empresas que trabajan en el sector geológico-ambiental?

Que deben ser optimistas. En un mundo caracterizado y cada vez más, por la relatividad, si hay algo que se pueda ver con claridad es el auge de la cuestión ambiental. Si comparamos la importancia que se concede al medio ambiente en la actualidad con la que se le concedía hace solo cinco años, vemos que la situación ha cambiado mucho. Si comparamos España con los países más adelantados, podemos concluir que el proceso de cambio no se ha detenido sino que, por el contrario, se ha intensificado.

El aumento de la importancia que las cuestiones ambientales tienen en la sociedad en su conjunto, el avance del conocimiento científico-técnico y la aparición de nuevas técnicas son factores que determinan para las empresas ambientales unas inmejorables expectativas de futuro.

El origen de la mayor parte de los problemas ambientales es una deficiente imputación de costes por parte del mercado.

¿Cuánto dinero se invierte en España en Medio Ambiente? ¿Y la SGMA en concreto?

Me gustaría, en primer lugar relativizar el concepto de inversión. Existe una tendencia muy al uso de considerar como bueno todo gasto de inversión, y como malo todo gasto corriente.

Sin embargo, esto no tiene porqué ser así. Precisamente el medio ambiente es un sector que genera mucho empleo y gastos corrientes y que, por lo tanto, no tienen la calificación de inversiones.

Pero, es que, además la consideración de un gasto como inversión no está en función de su propia naturaleza, sino de la forma jurídica que se adopte para realizar la operación.

Sentadas estas premisas, podemos decir que en 1989, última cifra disponible, los gastos ambientales de las Administraciones Públicas y sus Organismos Autónomos ascendieron a la cifra de 326.096 millones de pesetas de las que 133.053 corresponden a inversiones, 69.514 a gastos de personal, y 101.331 a compra de bienes corrientes y servicios, 648 a gastos financieros, 14.224 a transferencias corrientes y 7.230 a transferencias de capital.

¿Qué opina del principio «El que contamina paga»?

El origen de la mayor parte de los problemas ambientales es una deficiente imputación de costes por parte del mercado. Al no internalizarse los costes los agentes económicos no encuentran aliciente para valorar aquello que el mercado no valora; agua, aire, paisaje, etc., produciéndose un despilfarro de estos recursos escasos.

El principio «quién contamina paga» debe interpretarse no como una autorización para contaminar a todo aquel que pueda pagar, sino como una corrección de los fallos que presenta el sistema de precios del mercado, y en ese sentido mi opinión no es ni buena ni mala: me parece simplemente necesario, naturalmente necesario.

¿Cómo se relaciona la SGMA con el Plan Nacional de Investigación, en concreto en lo relativo al programa de Medio Ambiente?

En realidad en I + D se reproducen, como no podía ser menos, todos los problemas de coordinación que tiene la gestión del medio ambiente en su conjunto. No existe un único ▶

La contaminación del agua, la atmósfera y el suelo alcanzan en ciertos sectores niveles preocupantes. Foto: J. J. Durán.

programa de I + D en medio ambiente, sino al menos seis. De hecho, en las últimas jornadas de Buitrago sobre I + D se acordó integrar en uno solo todos los programas que tienen que ver con medio ambiente.

Como decía, la Secretaría General de Medio Ambiente forma parte de la Comisión interministerial de Ciencia y Tecnología y de los órganos directores del programa de I + D en medio ambiente así como ostenta la representación española en los Programas de I +D europeos de medio ambiente: STEP y EPOCH.

¿Colabora estrechamente la SGMA con otros Organismos de las Administraciones Públicas? ¿Y con las Autonomías?

Evidentemente este era uno de los objetivos que promovieron la creación de la Secretaría General de Medio Ambiente, objetivo realizado con la Secretaría de Estado.

Por lo que se refiere a las Comunidades Autónomas, responsables de las competencias de la gestión del medio ambiente, por mandato constitucional la relación ha de ser necesariamente estrecha porque de otra manera no podrían ejercerse las competencias que cada organismo tiene encomendadas.

¿Cuál es el papel de la SGMA frente a las Comunidades Europeas?

La SGMA ostenta frente al exterior las competencias de representación en las cuestiones ambientales. Lógicamente, sobre todo, a partir de la aprobación del Acta Unica Europea, nuestro interlocutor exterior más destacado es la Comunidad Europea, lo cual no quiere decir que sea el único, porque el medio ambiente se está configurando casi como una diplomacia paralela; tal es el volumen e intensidad de las relaciones internacionales con argumento ambiental: La OCDE, el PNUMA, la CEPAL, la CEPE, la CESCE, etcétera., son organismos que habitualmente promueven iniciativas en las que la SGMA se ve involucrada.

¿Qué hay acerca de la ubicación de la Agencia Europea del Medio Ambiente?

El pasado año se aprobó el reglamento por el que se crea la Agencia Europea del Medio Ambiente para cuya sede España presentó oficialmente su candidatura.

Lamentablemente dicha agencia no ha empezado a funcionar porque su entrada en funcionamiento está ligada –por así establecerlo el propio Reglamento de creación– a la resolución del problema de las sedes de las instituciones de la Comisión, problema mucho más complejo que el de una sola sede. No olvidemos que la práctica totalidad de las instituciones europeas, la Comisión, el Parlamento, etc..., están funcionando con sede provisional.

Por todo ello no parece que a corto plazo se pueda esperar una resolución definitiva sobre la sede de la Agencia Europea de Medio Ambiente.

Creo que el ciudadano español es hoy más ambientalista que hace pocos años.

En su opinión. ¿Cuáles son los problemas ambientales mayores de España?

Ciertamente, son muchos y problemáticos los problemas ambientales españoles. En cualquier caso, sí me gustaría contestar esta pregunta diciendo en primer lugar, que a pesar de ello, la magnitud de los problemas españoles es comparativamente menor a la del resto de los países industrializados. Ello se debe lógicamente a que en España se ha vivido con menor intensidad el proceso de industrialización, a que la densidad española es baja en comparación con aquellos países y que el nivel de vida –y por lo tanto de producción y consumo– es comparativamente menor.

A pesar de ello, en España se pueden calificar como graves, el problema de la calidad de agua –tanto continental como costera–, el de tratamiento de residuos industriales, y el de los procesos de erosión y desertificación.

Estos son, a mi juicio, y con carácter general los problemas ambientales españoles, sobre los que se superponen los problemas mucho más globales de los gases de efecto invernadero y del agotamiento de la capa de ozono.

La adopción por el Gobierno de una férrea política ambiental, ¿supondría cambios en la situación del empleo?

En la pasada década se produjo una agria polémica acerca de si el medio ambiente era, o no, destructor del empleo. En la actualidad tal polémica ya ha quedado zanjada en el sentido no solo de que no destruye el empleo, sino que lo genera.

Tengamos en cuenta que, a nivel macroeconómico, el medio ambiente no actúa nunca sobre las necesidades, que se respetan en todo caso, sino sobre los procesos de producción de los productos que las satisfacen, condicionándolas.

Eso significa que desde el punto de vista de la industria –no de la empresa en particular– los condicionamientos ambientales llevan a modificar los procesos de producción incorporando nuevos elementos o tecnologías diferentes para contaminar menos, lo cual supone respetar las necesidades antiguas, y al mismo tiempo crear otras nuevas nacidas de la necesidad de satisfacer las exigencias ambientales.

A nivel microeconómico –de empresa– sí que puede ocurrir que alguna empresa en concreto sea desplazada del mercado por no poder cumplir las exigencias ambientales. Pero esa pérdida de empleo se ve compensada por las ganancias de empleo que se producen en las empresas que se hacen cargo de la producción de la empresa desaparecida.

La energía, su producción y utilización es, tal vez lo que define mejor a nuestra civilización actual.

¿Le parece que vayamos como sociedad hacia un nuevo «Paradigma Ecológico»?

La pregunta no está demasiado clara. Interpreto que sí vamos hacia un nuevo modelo ecológico.

Mi respuesta es que tenemos que ir; estamos obligados a cambiar de modelo porque el actual es absolutamente injusto y desequilibrado.

Sin embargo, no está claro que se estén dando pasos decididos hacia ese nuevo modelo.

Indudablemente hay hechos que, tarde o temprano, obligarán a ello. El más evidente es el del «efecto invernadero» que va a exigir a corto plazo una decisión de los países más desarrollados para estabilizar y disminuir esos gases que, no lo olvidemos, son el resultado en su mayor parte, de la combustión de combustibles fósiles sobre los que se asienta nuestra civilización.

¿Cree que el ciudadano medio español es «ambientalista»?

Creo que el ciudadano español es hoy, más ambientalista que hace pocos años. Lo cual no quiere decir que sus pautas de comportamiento se rijan por factores ambientales. Todavía queda mucho camino por andar y la Administración Pública tiene en este campo un amplio margen de actuación.

¿Considera cerrada la polémica Medio Ambiente *versus* Desarrollo?

Sí, me parece una polémica definitivamente resuelta, lo mismo que la de empleo y medio ambiente.

En la actualidad el concepto puramente cuantitativo del desarrollo –que como tal era opuesto al medio ambiente– ha dejado paso a un concepto cualitativo del desarrollo que se conoce como «desarrollo sostenido» y que es aquel que compatibiliza el desarrollo actual con el de las generaciones futuras.

Entendido así el concepto de desarrollo ya no tiene sentido enfrentarlo con el medio ambiente.

Ofrezca un comentario «ambiental» a cerca de los siguientes temas:

La flora, junto con la fauna y la Geografía confirman un patrimonio ambiental de extraordinario interés en el territorio español. Foto: J. J. Durán.

Energía Nuclear/Residuos Radiactivos

La energía, su producción y utilización es, tal vez lo que define mejor a nuestra civilización actual y explica el salto tan enorme que ha dado en las últimas décadas de este siglo.

Pero ese salto se ha producido mediante una progresión en el uso de las fuentes de energía tradicionales, que ha tenido, y tiene importantes efectos secundarios sobre el medio ambiente: lluvia ácida, efecto invernadero, etc.

La única novedad significativa en las últimas décadas ha sido la energía nuclear que, curiosamente no tiene los problemas de la convencional.

Desde un punto de vista ambiental, la energía nuclear es más limpia que la térmica.

Sin embargo presenta dos problemas; riesgo de accidentes, y residuos que hacen que el balance de ventajas-inconvenientes sea mucho más dudoso.

El problema de los residuos es un problema que está sin resolver. La escala actual de los acontecimientos no permite tratarlos convenientemente ni inertizarlos con seguridad, con el agravante del enorme potencial destructivo que tienen.

Por ello hay que ser extremadamente cautelosos con la Energía Nuclear, sin caer en la oposición radical, valorar los aspectos de Seguridad y de los Residuos.

Es imprescindible ofrecer alternativas al depósito de residuos con garantias de seguridad, siendo necesario desarrollar el estudio de las condiciones estructurales y geotécnicas de las distintas formaciones geológicas susceptibles de albergar en condiciones de seguridad los residuos radiactivos.

Residuos en general:

Los residuos son un subproducto de la sociedad, bien sean del proceso de producción –residuos industriales– o del de consumo –residuos sólidos urbanos.

La estrategia de actuación sobre tales residuos debe ser impedir que se produzcan, utilizando las tecnologías más eficaces, reciclarlos o reutilizarlos en el mismo u otros procesos, o tratarlos. Pero en cualquier caso los residuos se producen y hay que prever los mecanismos para eliminarlos.

Lo cual nos lleva directamente a otro problema que es el de la aceptación de las instalaciones de tratamiento, muy contestadas socialmente, pero de las que no cabe duda sobre su necesidad.

No es posible exigir a los productores de residuos su eliminación, si simultáneamente no se les da alternativas para ello.

Erosión-Deforestación

Es el clásico ejemplo del impacto ambiental negativo de la actividad humana como consecuencia del desconocimiento de los procesos naturales.

Cuando en un momento determinado de la historia se decidió roturar terrenos ocupados por masas forestales a nadie se le ocurrió pensar en las consecuencias ambientales, en principio inexistentes, que tal acción tendría. Cuando se decidió cambiar los cultivos tradicionales introduciendo en su lugar grandes extensiones de monocultivo, tampoco.

No se debe manejar el territorio desconociendo los procesos naturales, por que se corre un grave riesgo.

Pero la acción de los agentes naturales, lenta pero permanentemente, y cada vez con menos óbstaculos iba ejerciendo su proceso de erosión.

No es posible sacrificar el beneficio a corto plazo por las pérdidas a largo plazo. No se debe manejar el territorio desconociendo los procesos naturales, por que se corre un grave riesgo.

Ese riesgo se está materializando. Concretamente en nuestro país, importantes extensiones de terreno están sufriendo severos procesos de erosión que exigen grandes esfuerzos e ingentes cantidades de medios para enfrentarlos.

Recursos Hídricos

El agua es un recurso esencial para el mantenimiento de la vida. Más esencial es en España en que por su clima y régimen hidrológico es un bien escaso en términos cuantitativos.

La propia escasez del agua hace que las cuencas fluviales sean especialmente sensibles a la contaminación, en la medida en que la capacidad de regeneración de los ríos está en relación con su caudal.

Cantidad y calidad de aguas son, pues, problemas esenciales en España si bien el primero lleva directamente a una cuestión, la de la regulación tradicionalmente alejada de la gestión ambiental, mientras que el segundo es un problema típicamente ambiental.

A ese respecto, recientemente ha sido aprobada una directiva sobre tratamiento de aguas residuales que supondrá, en el momento en que esté plenamente en vigor, un salto

adelante en recuperación de nuestras aguas, tanto continentales como costeras.

Pero, como casi siempre que se habla de medio ambiente hay que acabar hablando de economía. Porque el complimiento de las condiciones exigidas en la citada Directiva supondrá la necesidad de implantar depuradoras en un importantísimo número de municipios, lo que comporta un enorme coste tanto de puesta en funcionamiento como de mantenimiento. En esta materia se pone de manifiesto con inusitada claridad la necesidad de aplicar el principio «quien contamina paga». En primer lugar, por la enormidad del esfuerzo que además, ha de ser mantenido en el tiempo. En segundo lugar por la facilidad de identificación del contaminador. En tercer lugar, por último, porque ante la existencia de un recurso escaso, la implantación de mecanismos de racionamiento se convierte en un instrumento especialmente útil. El canon de aguas y el canon de vertidos son las figuras previstas en la Ley de aguas para hacer efectivo tal principio.

Impacto ambiental

Se trata de un instrumento de política ambiental de carácter preventivo y de reciente introducción en nuestro ordenamiento jurídico. En realidad consiste simplemente en sistematizar el conjunto de efectos que determinadas infraestructuras o algunas instalaciones industriales tienen sobre el medio ambiente.

Su importancia radica no sólo en lo valioso de la técnica, sino en que el órgano ambiental forma parte e interviene en el proceso de decisión de las obras, instalaciones o actividades más importantes o con mejores repercusiones potenciales sobre el medio ambiente.

La penalización de las conductas no es la solución a los problemas del medio ambiente.

¿Es cierto que España es de los países occidentales que incumplen más la legislación ambiental?

No es cierto en absoluto. Ya he dicho antes que España es comparativamente de los que mejor situación presenta. Por lo tanto con carácter general no es cierto.

Lo que sí es cierto es que España es de los países que tienen un hábitat más rico y variado. En ese sentido sí que es cierto que es de los países que mayores denuncias genera por este tipo de cuestiones. Pero conviene matizar esto. En los países centroeuropeos es muy difícil que haya denuncias de este tipo porque no tiene nada o muy poco que proteger.

En segundo lugar, también se hace preciso matizar que no cabe confundir denuncia con incumplimiento. Interponer una denuncia es simplemente dirigir una petición al órgano adecuado. El incumplimiento es algo más. Supone la instrucción de un expediente y la constatación de que lo denunciado es cierto.

Todas estas razones abonan el desmentido con el que he respondido a esta pregunta, lo cual no significa que en España seamos más cuidadosos, sino que nuestro grado de desarrollo es inferior.

Me gustaría decir, además, que España es el país que mayor esfuerzo está realizando. No olvidemos que desde que España se incorporó a la Comunidad Europea ha debido absorber el impacto de la integración y el del Acta Unica Europea, circustancias que, sumadas, permiten hacernos una idea de las dificultades que estamos teniendo que vencer en tan corto período de tiempo.

¿Qué opina del delito ecológico?

El delito es el reproche mayor que una sociedad puede hacer de una determinada conducta. El delito ecológico supone la culminación de un proceso que se inició el pasado siglo considerando las molestias de las industrias como una cuestión puramente privada (artículo 1906 del Código Civil), pasando por la infracción administrativa (Reglamento de actividades Molestas, insalubres, nocivas y peligrosas).

Sin embargo, también me gustaría decir que la penalización de las conductas no es la solución a los problemas del medio ambiente.

Efectivamente el tipo definido en el artículo 347 bis del Código Penal necesita ser mejorado. El historial de condenas por este tipo no deja lugar a dudas respecto a que su aplicación plantea problemas.

Pero estimo que la mayor y mejor definición del tipo no debe suponer nesariamente una ampliación. El reproche penal no debe utilizarse más que para las conductas excepcionales, las más grandes, las más dañosas, las más insolidarias.

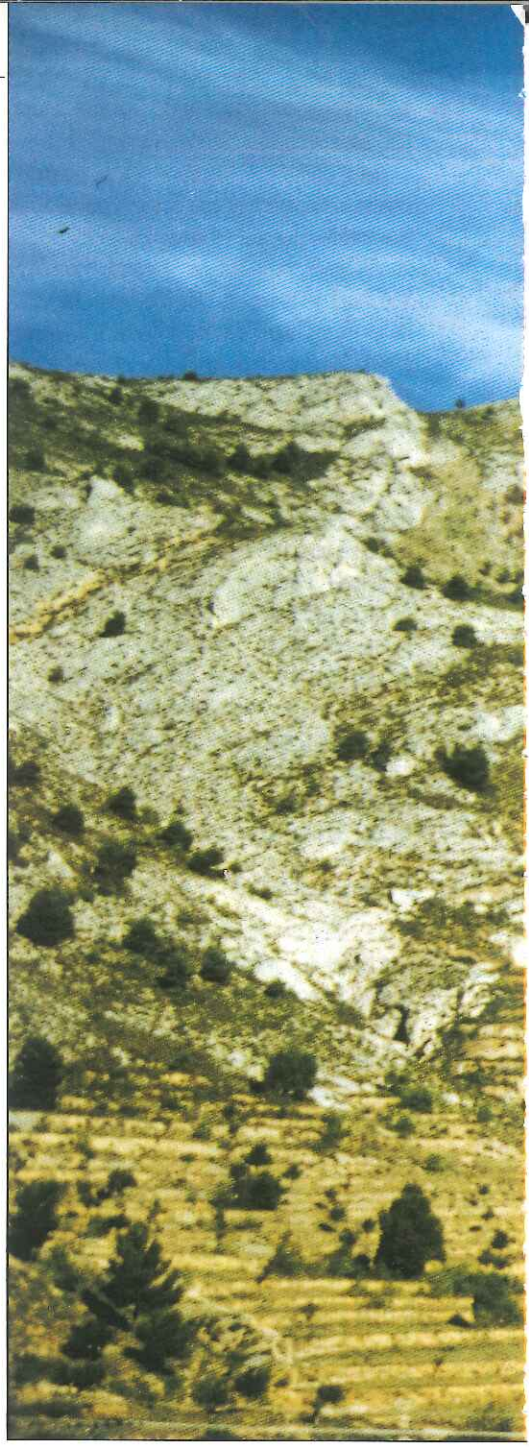
El resto, debe circunscribirse al ámbito puramente administrativo y la administración debe reforzar sus medios de control e inspección. Porque, a mi juicio, los problemas ambientales en España no provienen, con carácter general de insuficiencia de regulación, sino de incumplimiento de regulación. Por ello, una modificación normativa no puede alterar el estado actual de la cuestión. ■

Año tras año extensas superficies de nuestro territorio están siendo sometidas a intensos procesos de erosión; como ejemplo paradigmático, la provincia de Almería.
Foto: J. J. Durán.

RIESGOS GEOLOGICOS Y PLANIFICACION AMBIENTAL

ARIANE ALVAREZ SECO
Dirección General de Protección Civil. Madrid

FRANCISCO JAVIER BURILLO PANIVINO
Dirección General de Industria y Energía.
Diputación General de Aragón. Zaragoza.



El análisis de riesgos geológicos, constituye un aspecto fundamental de la ordenación y protección del medio ambiente, la cual, a su vez, y desde el punto de vista administrativo, se inscribe en el marco de la planificación territorial. La identificación y caracterización de los procesos y de las zonas vulnerables, los recursos afectados, la probabilidad de ocurrencia de los distintos fenómenos catastróficos y las posibles medidas de predicción, prevención y corrección a tomar, establecen las bases para una valoración económico-ambiental de los riesgos.

La herramienta básica de la planificación ambiental es la cartografía, y ésto, es especialmente cierto cuando hablamos de riesgos geológicos. El primer paso es un buen conocimiento del medio físico que nos rodea, de los recursos y procesos geológicos, biológicos y climáticos del sistema (régimen de precipitaciones, geomorfología, tectónica, hidrología, suelos, vegetación, etc...), de manera que nos permita establecer una zonificación del riesgo. Esta fase, como iniciativa de la Administración Pública, corresponde a multitud de organismos como Universidades, CSIC, ITGE, ICONA, CEDEX, Dirección General de Puertos y Costas, Confederaciones Hidrográficas, etc...; se añaden, incluso, empresas públicas (ENRESA o RENFE, por ejemplo), y, ade-

Falla activa durante el cuaternario en el borde oriental de Sierra Mariola, muy cerca de Alcoy (Alicante), ciudad que ha sufrido varios terremotos históricos de importancia.

más, organismos autonómicos (Agencias del Medio ambiente u otros); así como estudios de entidades locales (Diputaciones y Ayuntamientos); todos ellos realizan, bien por cuenta propia, o la mayor parte de las veces a través de empresas consultoras privadas, estudios muy diversos en cuanto a su contenido y metodologías.

Las acciones mitigadoras de los desastres naturales en general, resultan beneficiosas no sólo desde el punto de vista humanitario, sino también como inversión económica si comparamos su coste con las pérdidas ocasionadas y los obstáculos que imponen al desarrollo económico (UNDRO, 1979). Inundaciones, terremotos y movimientos del terreno, son los riesgos geológicos de mayor impacto económico y social, tanto registrado como previsto, en nuestro país.

La labor de los especialistas en ciencias de la tierra, ya fundamental en la fase de conocimiento del medio físico y caracterización de zonas, va más allá y toma una especial relevancia en los aspectos de evaluación y mitigación de los riesgos gológicos. Un sucinto repaso del enfoque de estudio de cada uno de los riesgos mencionados, puede darnos una idea de la trascendencia del componente geológico en ese tipo de trabajos:

Las inundaciones, afectan de manera muy significativa al territorio español, con consecuencias a veces catastróficas por lo ▶

Falla de actividad cuaternaria reciente en la Cuenca de Alcoy (Alicante), afectando a depósitos recientes. Foto: F. J. Burillo.

que respecta a vidas humanas, bienes y terrenos agrícolas (País Vasco 1983 o Málaga 1989, por ejemplo).

La información básica para abordar el estudio de las inundaciones es la relativa a la morfología, geología, régimen de precipitaciones y análisis hidrológico.

La geomorfología interviene en la forma de respuesta de la precipitación, ya que la forma de la cuenca, condiciona el tiempo de concentración del agua en los puntos conflictivos, así como las áreas inundables según el caudal de avenida. Además, la geología (estructura y litología sobre todo), influye claramente en la configuración de las redes de drenaje y en la distinta permeabilidad de los materiales, la cual determina el volumen de escorrentía.

La caracterización de las precipitaciones es también importante y tiene un sentido esencialmente meteorológico (lluvias máximas para tiempos determinados, tipo de lluvia, meses más lluviosos), aunque también se pueden considerar aspectos morfológicos (orografía).

El análisis hidrológico incorpora como algo fundamental un estudio estadístico/probabilístico de las inundaciones; el parámetro a tener en cuenta es el «período de retorno» (intervalo medio con el que se produce un evento de determinada intensidad). Dentro de la delimitación de zonas inundables características, se determinan, al menos, las avenidas probables para los períodos de retorno de 5, 25, 100 y 500 años; existe, pues, una necesidad de documentación sobre inundaciones históricas y sus efectos, y en caso de ser ésta insuficiente, sobre datos de campo referentes a estratigrafía, sedimentología y cronología de los depósitos fluviales. Los datos así obtenidos se correlacionan con los caudales máximos de los puntos de desagüe de las cuencas y/o subcuencas.

Además de la buena gestión del medio físico en función del riesgo potencial de inundación, son también importantes las actuaciones preventivas de carácter «estructural» y aquellas orientadas a mitigar el riesgo una vez que éste se ha confirmado. Este papel lo asumen ahora, principalmente, el Instituto Nacional de Meteorología, la Dirección General de Obras Hidráulicas y, por supuesto, la Dirección General de Protección Civil; ésta última, realiza una labor preventiva y coordina actuaciones de todos aquellos organismos o cuerpos imprescindibles para cualquier tipo de catástrofe, a través de planes de emergencia, con medidas de alerta y evacuación, basados en el contenido técnico de unas Directrices elaboradas «ad hoc» y en las características peculiares del entorno de aplicación. Algunas Comunidades Autónomas (Andalucía, por ejemplo), disponen de un servicio propio de Protección Civil que se superpone con el estatal.

Para los terremotos, los aspectos de predicción (determinación del lugar y momento exacto en que va a suceder un evento), no están todavía lo suficientemente desarrollados; la investigación actual sobre predicción sísmica se basa, esencialmente, en medidas geodésicas de deformaciones en la corteza, existencia de zonas sin actividad momentánea en áreas sismogenéticas («gaps»), estudio de terremotos precursores y variaciones de algunas propiedades geofísicas del subsuelo (magnetismo, conductividad eléctrica, etc.). Los conocimientos de geodiná-

mica general de las áreas sismogenéticas y sus rasgos estructurales, a distintas escalas, son fundamentales para determinadas tareas de predicción sísmica.

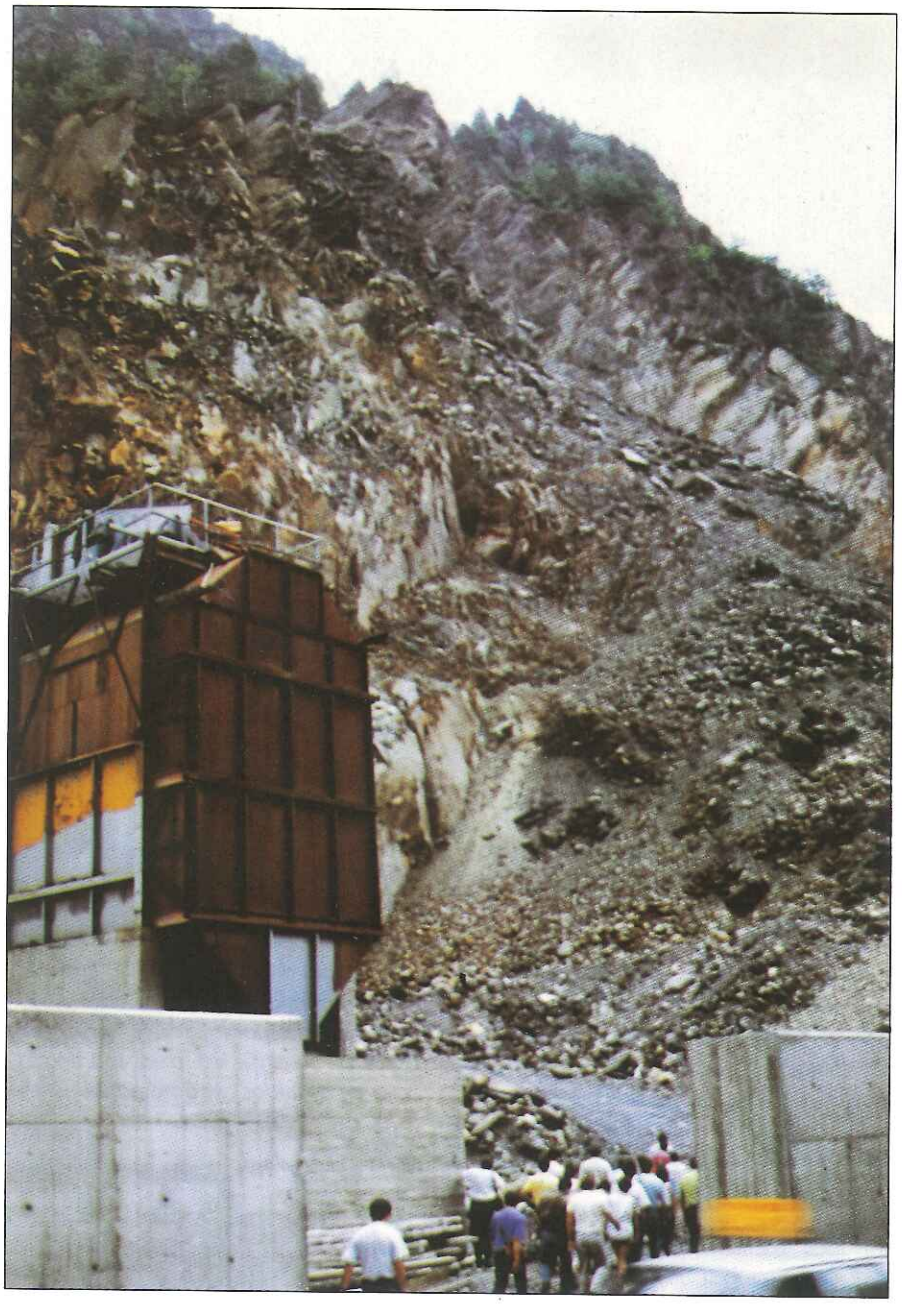
La zonación cartográfica necesaria, se realiza, por un lado, a escala general, de carácter regional o superior (macrozonación) y, por otro, a escala detallada, de ámbito urbano o municipal (microzonación).

En la macrozonación representamos el parámetro sísmico (intensidad, aceleración, etc.), de manera probabilista o determinista, alcanzando el estudio su mayor fiabilidad cuando el modelo aplicado cuenta con la demarcación de distintas regiones sismotectónicas o sismogenéticas en el área de interés; esto exige un buen conocimiento geológico de la zona (estructura geológica a distintos niveles, geodinámica, neotectónica, etc.). Además la necesidad de ampliar las series de datos históricos nos lleva al campo de la paleosismicidad, el cual recurre a métodos diversos, todos ellos geológicos, que se resumen en el análisis de la tectónica cuaternaria de un área y los desplazamientos relativos de las fallas.

La microzonación atiende a los efectos locales del terreno durante el evento sísmico; éstos, tienen relación con elementos geomorfológicos y estructurales, como la topografía, las fallas o la existencia de cuencas sedimentarias relativamente recientes. También se pueden cartografiar los posibles riesgos inducidos (deslizamientos, desprendimientos, licuefacción de suelos, etc...). La cartografía base servirá, de acuerdo con metodologías empíricas o de modelización teórica, para la confección de un mapa de detalle que refleja un parámetro determinado útil para el diseño antisísmico (la aceleración sísmica del suelo, por ejemplo), así como para la elaboración de planes de ordenación municipal o de emergencia de Protección Civil.

Las labores de seguimiento y registro de los sismos corresponde, a nivel estatal, al Instituto Geográfico Nacional, gerente de la Red Sísmica Nacional. Existen además algunas redes locales, entre las que destaca la Red Sísmica de Andalucía, controlada por el Instituto Andaluz de Geofísica y Prevención de Desastres Sísmicos, organismo dependiente de la Junta de Andalucía y de la Universidad de Granada. Entre los organismos citados, se establece una relación real en términos de competencia.

En cuanto a los movimientos del terreno, éstos poseen algunas particularidades que los diferencian de otros riesgos:



Desprendimiento de Massana. (Principado de Andorra).

a) engloban gran diversidad de fenómenos difíciles de clasificar y sintetizar, con distinto carácter con respecto a la rapidez del fenómeno (deslizamientos, desprendimientos, avalanchas, hundimientos, etc...),

b) no existen datos estadísticos para la mayor parte de movimientos ni series temporales largas, lo que hace muy difícil un análisis probabilístico,

c) La repartición espacial del fenómeno no es uniforme y depende de factores, a veces, muy locales.

De acuerdo con lo expuesto, la evaluación del riesgo por movimientos del terreno, es compleja y debe estar basada en la confección de mapas que combinan diversos factores: grupos litológicos de

Obra de contención del deslizamiento de Pont de Bar (Alt Urgell); este movimiento de ladera está condicionado por la erosión fluvial del río Segre en el pie del talud, sobre todo en avenidas extraordinarias.

comportamiento geomecánico homogéneno, pendientes, estructura geológica, tipología de movimientos, procesos dinámicos que cambian las condiciones del sistema (erosión, drenaje, sismos, precipitaciones, etc...). El mapa de riesgo derivaría de la resolución de una ecuación teórico-empírica que evalúa el riesgo en función de una combinación de los factores básicos cartografiados (esencialmente geológico-geomorfológicos) según un peso dado para cada uno de ellos.

La mitigación de los riesgos naturales, sobre la cual queda todavía mucho por hacer en nuestro país, requiere, en primera instancia, una serie de decisiones de tipo político, orientadas a la Ordenación Territorial, Protección Civil, y a una estrategia económica y de seguros adecuada. Sin esas decisiones políticas, los estudios científico-técnicos no tienen una aplicación real y efectiva.

En primer lugar, es necesario el desarrollo de un marco legal adecuado, que prevea aspectos de competencias y coordinación de los distintos órganos de la Administración Pública, de la normalización de los estudios y su carácter vinculante, de la inspección y sanciones sobre el cumplimiento de la norma y de la información a los ciudadanos. En segundo lugar, se impone la creación o adaptación de unos órganos administrativos que desarrollen y promocionen los aspectos legislados en materia ambiental de una manera imparcial y objetiva, independiente de cualquier tipo de interés sectorial (económico, político, corporativista, etc...). En tercer lugar, los órganos deben contar con equipos multidisciplinares de técnicos, en los que los geólogos tenemos un papel imprescindible; la labor técnica, debe interrelacionarse con la de los gestores de la planificación territorial y urbana.

Es esencial también determinar una descentralización eficaz de la planificación ambiental, con dotación de presupuestos adecuados, sobre todo a unas Comunidades Autónomas que, aún con las transferencias en materia de medio ambiente que prevée nuestra Constitución y los Estatutos de aquellas, no siempre disponen de los recursos materiales y humanos necesarios. Comunidades Autónomas y entes locales (Diputaciones Provinciales y Ayuntamientos), deben de colaborar y tomar la iniciativa en las cuestiones que nos ocupan, sobre la base de un marco legal y administrativo único que coordine los intereses de ámbito estatal y las acciones internacionales; éste podría tener su reflejo en la creación de un Ministerio de Medio ambiente que aglutinase las competencias de la Administración Central, o en su defecto, en una autonomización y ampliación de la capacidad de la actual Secretaría General de Medio Ambiente.

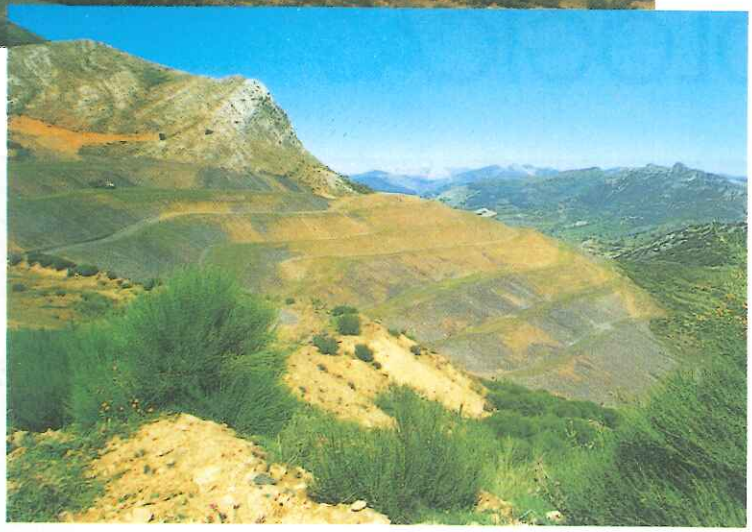
En definitiva, la gestión ambiental, y por añadidura la de los riesgos naturales, en todos sus pasos, ha de encontrar su fundamento en un proceso esencialmente administrativo, garante de lo que es la consecución de un bien común, y que integre grupos de profesionales (técnicos y gestores) debidamente cualificados. ■

Referencias

UNDRO (1979). Natural Disasters and Vulnerability Analysis. *Report of Expert Group Meeting*. 48 p.

CAVOSA

DIVISION MEDIO AMBIENTE



— **ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL Y MEDIDAS CORRECTORAS**

— **RECUPERACION Y ESTABILIZACION DE MARGENES, VERTEDEROS TALUDES y ESCOMBRERAS**

- **obras estructurales**
- **revegetaciones: hidrosiembras y plantaciones**

— **JARDINERIA Y CAMPOS DEPORTIVOS**

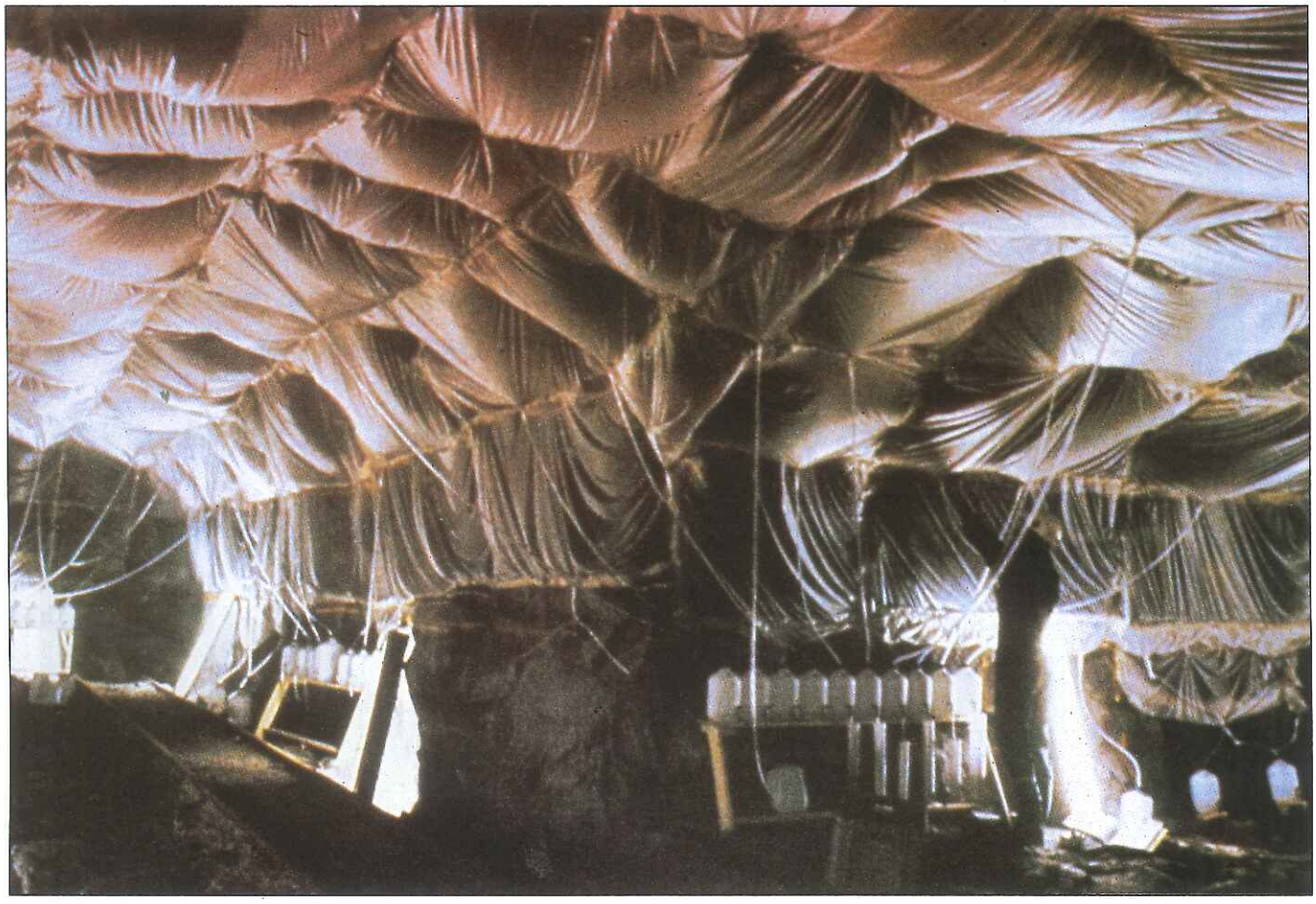
— **REPOBLACIONES, TRATAMIENTOS SELVICOLAS Y VIAS FORESTALES**

NOS IDENTIFICAMOS CON EL ENTORNO NATURAL DE SU OBRA

Ayala, 10 - 28001 MADRID
Tel.: 435 70 40
Télex: 46837 CAVO E
Fax: 431 51 96

CONSULTENOS: ESTAMOS A SU LADO EN LA DEFENSA DEL MEDIO AMBIENTE

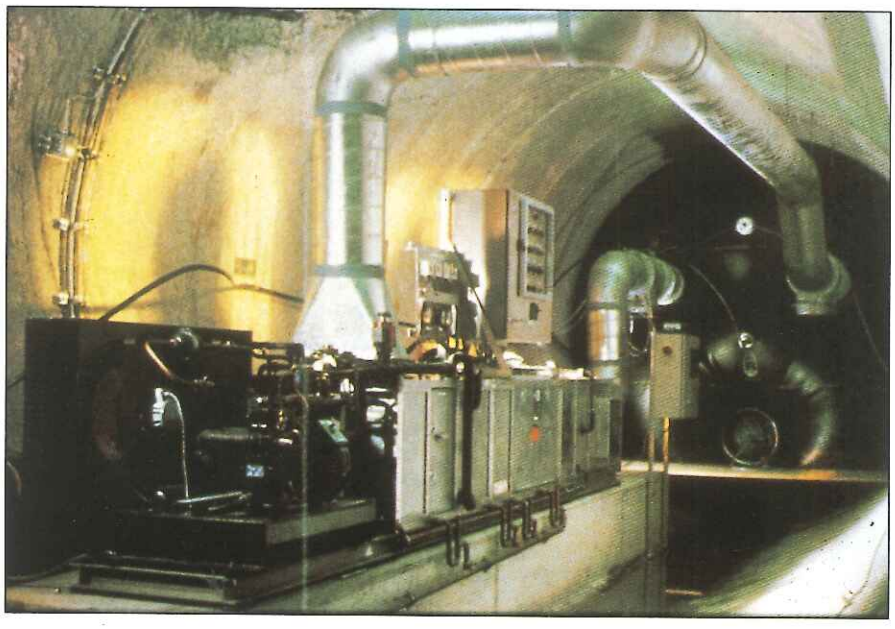
EL ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS RADIACTIVOS EN FORMACIONES GEOLOGICAS



Ensayos migración de radionúclidos. Laboratorio de Stripa (Suecia).
Foto: ENRESA.

SE puede afirmar que uno de los mayores problemas con que se enfrenta el uso de la energía nuclear es el planteado por los residuos que se producen en el desarrollo del Ciclo de Combustible, principalmente en las centrales nucleares, debido a que por las características de este tipo de residuos es necesario proteger al hombre y al medio ambiente de las radiaciones emitidas por estos y por un período superior al de la duración de su actividad que varía entre días y miles de años según en radionúclido de que se trate.

La gestión de los residuos, no había recibido hasta la década de los 70 la misma atención que se había dado a la generación de la energía, desde la



Ensayos hidrogeológicos. Laboratorio de Grimsel (Suecia).
Foto: ENRESA.

prospección del mineral de uaranio hasta la fabricación de los elementos combustibles.

Sin embargo, desde principios de los años 70 el problema de la gestión de los residuos ha sido planteado muy seriamente y la ciencia y tecnología han tenido que actuar con urgencia para encontrar soluciones.

Es importante tener en cuenta que hemos de enfrentarnos al problema, al margen de cual sea el futuro de la energía nuclear, porque el problema de la evacuación de los residuos no desaparecería si se clausuraran todas las centrales nucleares.

En primer lugar creo que es necesario definir qué entendemos por residuo radiactivo:

«Residuo radiactivo es cualquier material que contiene o está contaminado con radionúclidos en concentraciones o niveles de actividad superiores a los establecidos por las autoridades competentes y para el cual no está previsto ningún uso».

La procedencia de los residuos puede ser de muy diversas fuentes que pueden resumirse en las siguientes:

- Procedentes de la minería del uranio.
- Procedentes de plantas de enriquecimiento.
- Procedentes de la fabricación de combustible.
- Procedentes de los reactores.
- Procedentes del combustible gastado y reproceso.
- Procedentes de usos industriales, medicina e investigación.
- Procedentes del desmantelamiento de instalaciones.

Evidentemente son los residuos de alta actividad procedentes de las centrales nucleares los que plantean mayores problemas para su almacenamiento. Habiéndose elegido la opción de almacenamiento en formaciones geológicas profundas como la más válida.

Las rocas seleccionadas para este fin son fundamentalmente la sal, en formaciones potentes, o las rocas cristalinas, del tipo del granito; ambos tipos de rocas, además de reunir buenas condiciones permiten que en ellas se realicen y mantengan las excavaciones necesarias a grandes profundidades. Las buenas condiciones de impermeabilidad han hecho pensar, también, en las arcillas a pesar de la dificultad que puede presentar su excavación a gran profundidad.

El papel de la geología en el tema de la selección de emplazamientos para el almacenamiento de residuos radiactivos es, sin duda, de suma importancia, estando implicadas en el tema la mayoría de las disciplinas geológicas.

El aislamiento de los residuos se consigue estableciendo entre estos y el hombre o la biosfera una serie de «barreras» cuyo requerimiento básico de seguridad es que, en caso de fallar, las cantidades de radionúclidos que pueden escaparse al medio ambiente sean tan pequeñas que el efecto sobre éste y las personas o animales sea inapreciable.

La primera «barrera química» se construye inmovilizando el residuo en una matriz sólida, estable y duradera.

La segunda «barrera física» es el contenedor o recipiente adecuado donde se colocan los residuos para evitar su contacto con el exterior.

La tercera «barrera de ingeniería» es el lugar o instalación donde se coloca el contenedor. Su diseño incluye estructuras, blindajes, sistemas de absorción y medios de disipación de calor.

La cuarta barrera o «barrera geológica» la constituye el medio geológico en donde se sitúan los residuos. Su misión es retardar o detener el aceso de los radionú-

Almacenamiento temporal de Residuos de Alta Actividad. Mina Climax. Nevada (USA)
Foto: ENRESA.

Almacenamiento de Residuos de Baja y Media Actividad. Handford-Site. Washington (USA).
Foto: ENRESA.

clidos al hombre, cuando fallen las tres barreras anteriores.

Vamos a concentrarnos en la «barrera geológica» puesto que es la última y más importante.

La finalidad de las barreras es impedir que llegue a establecerse un flujo de agua a través del almacén, o minimizar, si este flujo se produce, el transporte de radionúclidos procurando que en su recorrido lo haga a través de un ambiente mineral capaz de retener, por sorción, a dichos radionúclidos el máximo tiempo posible para que vaya disminuyendo su toxicidad antes de alcanzar la biosfera.

Esto que sería relativamente fácil si sólo se considerase un período de tiempo de decenas de años, es difícil de conseguir de modo seguro cuando este tiempo se extiende a muchos miles de años.

El estudio de estas barreras naturales entra de lleno en el campo de la Geología, pero sobre todo, la consideración de los enormes períodos de tiempo implicados, exige conocimientos y criterios geológicos con los que prever los fenómenos y agentes naturales que pueden ocurrir

Instalación de encapsulado de combustible de centrales nucleares en el Nevada Test Site (USA).
Foto: ENRESA.

durante ese tiempo y prevenir los cambios de tales agentes puedan determinar en la faz de la Tierra.

Sobre el buen funcionamiento de esta barrera la naturaleza proporciona la evidencia de Oklo (Gabón). En este lugar, hace 1.700 ó 1.800 millones de años, la circulación del agua subterránea en una formación muy rica de uranio determinó que tuviesen lugar una serie de reacciones nucleares, comportándose el conjunto como un reactor durante 500.000 años. El resultado fue la producción de unas 10 toneladas de productos de fisión y 1,5 toneladas de plutonio, habiéndose comprobado que prácticamente todo el plutonio y los elementos pesados, así como la gran mayoría de los productos de fisión, han permanecido en el lugar donde se originaron, a pesar de las corrientes de aguas subterráneas.

Por último, cabe argumentar que esa barrera geológica podría ser modificada o destruida por sucesos catastróficos, tales como seísmos, erupciones, glaciaciones e impactos de meteoritos. En tal sentido, debe señalarse que la prevención contra seísmos y erupciones volcánicas se consigue mediante un adecuado estudio geológico que permite la selección óptima del sitio.

La demostración que el almacenamiento es seguro, es conceptual y consistirá en comprobar que los procesos geológicos normales (erosión, disolución, diapirismo, levantamientos y subsidencias, terremotos, cambios climáticos, etc.), incluso en su máxima manifestación concebible para el lugar no tengan consecuencias peligrosas, con un fallo repentino en la contención de los residuos.

El lugar de emplazamiento elegido debe reunir condiciones que hagan posibles unos supuestos de homogeneidad, con posibilidad de toma de datos «in situ» y de la equiparación de éstos con los resultados de ensayos de laboratorio, hasta la transformación de estos datos en parámetros numéricos para el estudio de los modelos matemáticos que sirvan para predecir el comportamiento del lugar elegido frente a los condicionantes ambientales, generales y locales, así como los de diseño del almacén proyectado.

Este proceso requerirá armonizar trabajos de investigación de orden teórico, de laboratorio y de campo de un gran número de disciplinas pertenecientes a las ciencias geológicas, a la ingeniería, seguridad nuclear, ecología, etc. Por lo que será necesario el concurso de todos los organismos y empresas relacionadas con el tema para resolver este importante problema. ■

martillos hidráulicos LIFTON

demoledores LIFTON

venta y alquiler URBAR ingenieros s.a.

avda. de la zurriola, 6
tel. (943) 27 77 00
fax (943) 27 79 71
20002 **san sebastián**

delegaciones en todas las comunidades autónomas

LA EROSION: UNA APROXIMACION AL ESTADO DE LA CUESTION

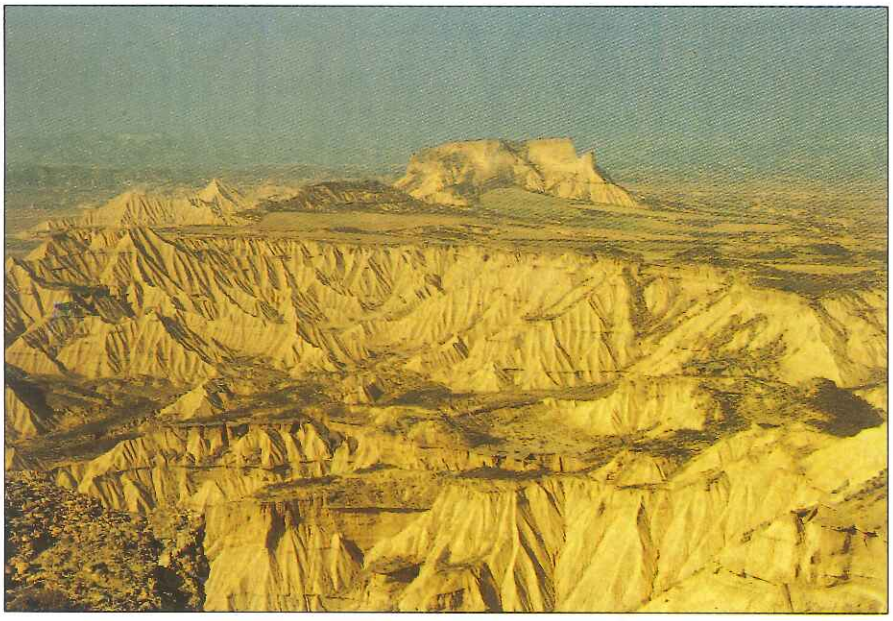
JOAQUIN DEL VAL
INGEMISA.Bilbao.

Cárcavas muy activas, con presa para retención de sedimentos en su pie. Sierra de Ayllón (Guadalajara).

La erosión constituye uno de los problemas ecológicos y ambientales más importantes en nuestro país, suponiendo además una muy importante repercusión económica. Aunque los datos al respecto son variables, algunas estimaciones consideran que de un 25 por 100 a más de un 30 por 100 de la superficie de España sufre fenómenos de erosión fuerte y una erosión moderada o apreciable afectaría a otra importante extensión (entre un 30 por 100 y más de un 40 por 100). La valoración económica del fenómeno resulta sumamente compleja, derivada de la dificultad de asignar un coste a un recurso, el suelo, cuya pérdida se puede considerar a corto o medio plazo como irreversible. Por otra parte, la erosión incide directamente en el recurso «agua», contribuyendo a su degradación y limitación (aterramiento de embalses y canales, contaminación, etcétera.), además de incrementar la magnitud de otros riesgos, como las inundaciones (que a su vez aceleran la velocidad de los procesos erosivos).

Si bien la erosión es un proceso de carácter natural, ligada a la dinámica de los sistemas biogeológicos, es destacable la incidencia del hombre sobre los mismos, llegando a modificarlos profundamente. En estas condiciones se puede hablar de una erosión acelarada, debida a las actuaciones antrópicas, que alteran, e incluso eliminan, la cubierta vegetal y el suelo. Este tipo de erosión, acelerada, que se superpone a la natural es el factor más importante de deterioro de los suelos productivos. A lo largo de esta exposición nos referiremos a la erosión en términos «actualistas», es decir, en cuanto al proceso de deterioro ecológico y ambiental.

Hasta bien entrada la década de los años setenta, los casi únicos sistemas de aproximación al estudio de la erosión que hubo en España fueron de carácter ingenieril (orientados principalmente a la pérdida de productividad de suelos en ambiente agrícola o bien a las obras, estudios y correcciones en cabeceras de cuencas hidrológicas y en cauces fluviales). A raíz de la Conferencia sobre Desertización de Nairobi, en 1977, es cuando se empiezan a incorporar, unos años después, las técnicas geológicas y geomorfológicas en su estudio. Ello fue debido a la búsqueda de planteamientos más globales, no exclusivamente productivistas, y a la necesidad de incorporar métodos y ramas de la ciencia que explican numero-



Formas de intensa erosión en clima semiárido. Las Bardenas (Navarra).

sos aspectos del medio natural. A ello había que añadir la creciente preocupación social y política por los distintos temas medioambientales, así como el interés de las autoridades encargadas de la elaboración de los Planes Nacionales de Investigación Científica, donde la erosión es, actualmente, uno de los objetivos científico-técnicos prioritarios para ayudas de investigación dentro del Programa Nacional de conservación del Patrimonio natural y procesos de degradación ambiental.

Es evidente, por otra parte, la necesidad de tener en cuenta todas las perspectivas de estudio (hidrológica, climática, gomorfológica, edafológica y botánica) para la prevención, análisis y corrección del riesgo de erosión: un solo enfoque puede conducir a importantes errores si éste es utilizado como único elemento de referencia. En cualquier caso, los avances presumiblemente más importantes se producirán en los campos de investigación fronterizos y en aquellos trabajos que logran aunar equilibradamente especialistas, técnicas y métodos procedentes de todos ellos.

Las investigaciones y trabajos recientes sobre erosión se pueden clasificar, de forma genérica, en tres grandes grupos:

a) Los destinados a establecer una zonificación de riesgos o bien evaluaciones del estado de erosión a través de cartografías.

b) Los estudios en relación con el uso y gestión del territorio en los que no aparecen cartografías o, al menos, no es el objetivo principal.

c) Los estudios de carácter fundamental o de investigación básica, independientes de cualquier finalidad.

Dentro del primer grupo, que incluiría todos los trabajos de cartografías de erosión, se han realizado —o bien están actualmente en curso— mapas de pequeña escala para la mayoría de las regiones españolas, si bien con diferentes criterios y metodologías. A mediana y gran escala (iguales o mayores de 1/50.000) son, proporcional y absolutamente, mucho menos numerosos. En todos ellos, los Sistemas de Información Geográfica jugarán un papel cada día más importante.

Los estudios en relación al uso y gestión del territorio sin presentar mapas de erosión (o no siendo éste su objetivo primordial) presentan finalidades y aplicaciones muy variadas: agrícolas, hidrológicas, mineras, constructivas, etc...

Los estudios básicos de investigación abarcan desde el papel de los diferentes factores de control de la erosión (climáticos, neotectónicos, antrópicos, etc...), durante el Holoceno, hasta estudios de dinámica actual y de condiciones de erosionabilidad, la mayoría con una carga importante de experimentación en campo y laboratorio.

Entre los programas más importantes y ambiciosos de investigación y aplicación sobre el estudio de la erosión y mejora de tecnologías para combatirla figura el LUCDEME (Lucha contra la Desertización en el Mediterráneo). No obstante, son cada vez más las instituciones, tanto centrales como autonómicas, que incluyen en sus actividades inversiones al respecto. ■

Los bancales, si están bien conservados y realizados, se constituyen en sistemas eficaces de protección al suelo frente a la erosión. Alcoy (Alicante).

AGUA Y MEDIO AMBIENTE

JUAN JOSE DURAN BALSERO

Vocal de Medio Ambiente del Ilustre Colegio Oficial de Geólogos.

Los acuíferos Kársticos son muy importantes en España, por su extensión y el volumen de agua subterránea contenido. Nacimiento del Río Mundo, Albacete. (Fot. J. J. Durán).

EL «PLANETA AGUA»

LA Tierra no es el nombre más afortunado para el tercer planeta del sistema solar. El 71 por 100 de su superficie está ocupado por una combinación química de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, en fase líquida, conocida comúnmente bajo la denominación de «agua».

No es extraño pues que, vista desde el espacio exterior, la Tierra haya sido calificada más certeramente como el «Planeta Azul», debido al color dominante de la enorme masa acuática que constituyen los mares y océanos del globo, apenas disimulado por el restante 29 por 100 correspondiente a continentes e islas.

Podría decirse, pues, que el agua es la sustancia más característica de nuestro planeta. Ya los filósofos milésicos de la Grecia clásica llamaron la atención sobre la enorme importancia del agua. El propio Mileto (s. VI a.n.E.) hizo recaer en ella el «principio» de todas las cosas. Antes y después, las grandes civilizaciones del planeta, nacieron y florecieron ligadas al agua, sobre todo a los grandes ríos. Así ocurrió en Mesopotamia, en torno al Tigris y al Eufrates, cuna quizá del mítico Diluvio

Universal, y del origen de la agricultura. Algo similar ocurrió en torno a los ríos Nilo, Indo y Amarillo.

Desde el punto de vista biológico, también la historia de la vida arranca del agua. Hace más de 4.000 millones de años, las primeras células vivas tuvieron su origen en un medio acuático. Hoy, el agua continúa siendo soporte fundamental de los organismos vivos. El hombre está constituido, en un 65 por 100 de su peso, por agua con un pequeño porcentaje de sales disueltas. Los océanos contienen el 10 por 100 de la biomasa viva del planeta, y el resto depende estrechamente del agua dulce presente en los continentes.

En definitiva, el agua en la tierra está presente en la Atmósfera, en la Geosfera, en la Biosfera, y llega a constituir por derecho propio la denominada Hidrosfera.

AGUA SUBTERRANEA Y AGUA SUPERFICIAL

Del total del agua planetaria existente, aproximadamente el 94 por 100 es marina; del 6 por 100 restante, las tres cuartas partes están «inmovilizadas» en los suelos permanentemente helados de las regiones frías del planeta —*permafrost*— y en los glaciares; en éstos, el 99 por 100 del hielo que contienen está en la Antártida y en Groenlandia. Del resto de agua dulce, casi toda ella es subterránea, existiendo un ínfimo porcentaje repartido entre lagos, humedad del suelo, ríos y vapor del agua atmosférico (< 0,1 por 100).

En total, 520.000 Km^3 anuales de agua están en continua evaporación y precipitación, a través del llamado Ciclo del Agua. Sin embargo, de esta enorme cantidad, solamente quedan 9.000 Km^3 al año disponibles para el hombre. No obstante, este volumen es, en principio, suficiente para abastecer a toda la humanidad actual, e incluso a una población mayor. El problema surge con las desiguales distribuciones del agua disponible y de la población. También las desigualdades económicas y tecnológicas contribuyen a acrecentar el problema. A nivel mundial, un 40 por 100 de la población dispone únicamente de agua muy escasa y en precarias condiciones higiénico-sanitarias. Sólo un 20 por 100 tiene satisfechas plenamente las necesidades de agua, y aún así con numerosos problemas, como veremos a continuación.

En España, por ejemplo, la precipitación oscila entre 2.500 mm/año y 250 mm/año, dependiendo de las regiones. La media anual de lluvia puede cifrarse en torno a los 600 litros por metro cuadrado.

La superficie total de nuestro país es de unos 500.000 Km^2, de los cuales aproximadamente unos 200.000 Km^2 son permeables, es decir están formados por materiales acuíferos, susceptibles de contener y transmitir agua subterránea.

La alimentación anual de aguas superficiales en España, es de unos 110.000 Hm^3/año; la de aguas subterráneas alcanza los 24.000 Hm^3/año.
De estos últimos se utilizan casi 5.000 Hm^3/año, y en conjunto entre 25.000 y < 8.000 Hm^3/año.

Las zonas húmedas poseen una importancia ambiental excepcional, sobre todo en lo relativo a conservación de la avifauna. (arriba: Laguna de Fuentedepiedra, Málaga; abajo: Albufera de Mallorca).

LOS PROBLEMAS DEL AGUA

Pese a todas estas cifras, y como ya quedó dicho anteriormente, la realidad es problemática. El agua es un bien escaso en muchas zonas y en cualquier caso, es algo a cuidar. La calidad y la cantidad de agua disponible es un problema ambiental de primera magnitud, y en el caso de España, posiblemente el más importante. El Agua y el Medio ambiente tienen mucho en común.

En España, por ejemplo, pese a ser mayor el volumen anual de agua disponible que el usado, un 12 por 100 del total bombeado de aguas subterráneas es procedente de acuíferos sobreexplotados, y destinados a los regadíos de la vertiente mediterránea. Efectivamente, en nuestro país, la agricultura es la actividad que más agua subterránea consume (unos 3,5 Km^3/año); supera con creces a la destina-

La contaminación de las aguas superficiales y subterráneas es uno de los mayores problemas ambientales existentes. (Fot. J. J. Durán).

da a abastecimiento humano (aproximadamente 1 Km^3/año), y a la industria (menos de 0,5 Km^3/año). Los tres sectores económicos del país dependen de la cantidad y calidad del agua.

El sector primario y su futuro depende fuertemente de la conservación del agua. La erosión y la repoblación forestal, la conservación del suelo y la productividad agrícola, son problemas ligados a la calidad del agua de los ríos y acuíferos subterráneos.

La pesca, en un país como España, eminentemente costero, tiene un mal futuro si no se acomete una política inteligente de gestión del medio litoral. La preservación del medio ambiente costero y de la plataforma litoral, es vital de cara al mantenimiento de una actividad pesquera productiva; por otro lado, una parcela importante del sector terciario (el turismo) depende de la calidad de las aguas litorales, y es absolutamente decisiva en la economía española.

La actividad industrial, al igual que la agrícola-ganadera, posee una doble relación con el agua: ésta es base fundamental para su desarrollo y aquéllas contribuyen *per se* fuertemente a la degradación hídrica. Es muy importante acometer seriamente el control de los vertidos industriales a ríos y acuíferos. Es preciso atajar la contaminación *antes* de que esta alcance las aguas: los costes de descontaminación son mayores (y a veces, esto es imposible) que los de prevención de la contaminación.

Un caso muy especial es el de las ciudades. La producción de residuos sólidos y líquidos es enorme en las sociedades desarrolladas. El control de los efluentes líquidos y su depuración, es estrictamente necesario, así como la ubicacion adecuada de los vertederos de residuos sólidos.

También la educación del consumidor es importante. Los países industrializados consumen entre 300 y 500 litros de agua/día *per cápita;* muchos de estos litros son puro derroche, sobre todo en las ciudades y en las grandes urbanizaciones. En España, la cifra, pese a todo, no es excesivamente alta, en torno a los 350 litros/día *per cápita,* si bien la industrialización es menor.

El rosario de problemas ambientales del agua no acaba ni muchos menos con lo hasta aquí expuesto: el incremento del contenido en DDT y PCB en los mares interiores, la contaminación por lluvias ácidas, la salinización de los suelos, el agotamiento por sobreexplotación de los acuíferos, la eutrofización de las aguas superficiales, el alarmante aumento de los nitratos en las subterráneas, los accidentes de los petroleros y los vertidos en zonas litorales, y un sinfín más de ellos de todas las magnitudes imaginables, son otros tantos ejemplos.

EL FUTURO DEL AGUA: LA GESTION AMBIENTAL

Todo ciudadano desea tener agua limpia y abundante al abrir alguno de los grifos de su hogar. De igual manera es deseo de todos disponer y disfrutar de lugares como Doñana, las Tablas de Daimiel, o cualquiera de las otras zonas húmedas de extraordinario interés ambiental de nuestra geografía.

Ambas situaciones no son extremos o alternativas de ningún dilema científico o social existente. Las dos responden a la misma pregunta: ¿Queremos una adecuada gestión ambiental del Agua?. Si la respuesta es positiva, el agua saldrá por los grifos y discurrirá plácidamente por los caños de las marismas del Guadalquivir. Ahora bien, para ello es preciso realizar esfuerzos en numerosos sentidos, desde el nivel político hasta el de los usuarios, pasando por los aspectos científicos, técnicos y administrativos.

Hoy, superado el dilema desarrollo *versus* medio ambiente, ha de calar en todos los niveles la necesidad de actuar desde la gestión de la demanda y la racionalización del consumo. La utilización conjunta de aguas superficiales y subterráneas; el desarrollo de tecnologías limpias, no contaminantes; el incremento de la eficiencia de las técnicas de riego son algunas de las herramientas posibles para contribuir a resolver los problemas planteados.

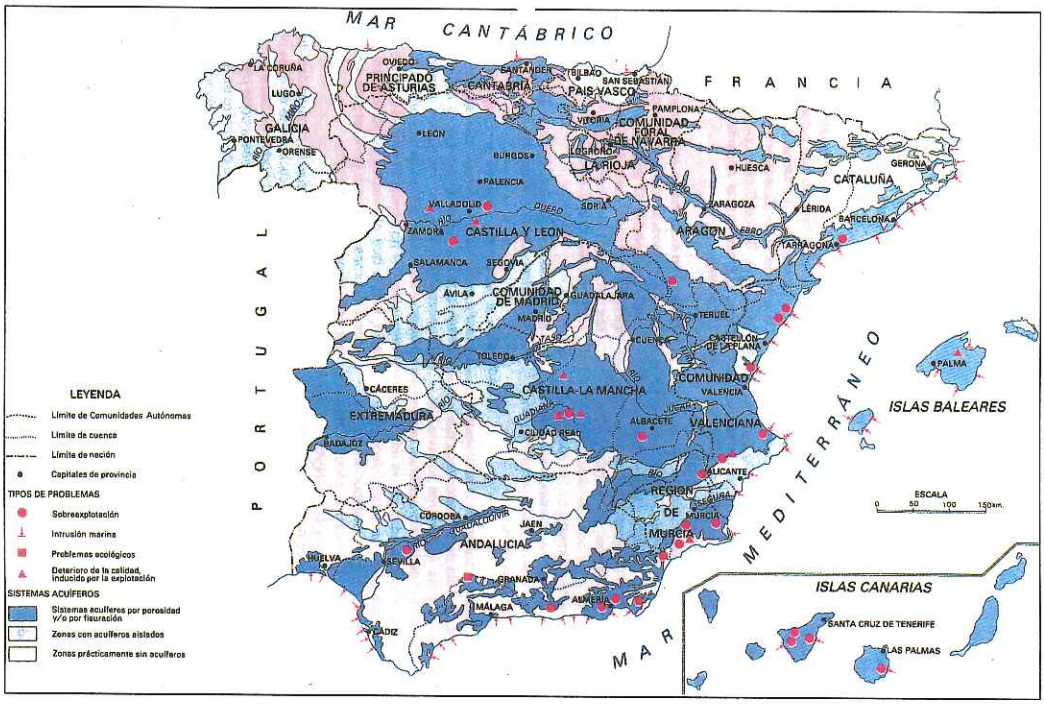
La mejor organización administrativa en materia de Agua y Medio Ambiente, el necesario esfuerzo investigador sobre los recursos hídricos existentes y sobre todo, la Educación Ambiental en materia de uso, conservación y respeto del agua como bien público, son otros pilares básicos para el desarrollo de una Política Hídrica verdaderamente eficaz y eficiente.

Hoy en día, posiblemente, el último reducto de agua virgen existente en el planeta sea la enorme masa de hielos antárticos, y se está debatiendo aún su preservación o la explotación de los fantásticos recursos naturales del continente helado. Lo que se decida hacer con la Antártida, será un buen fiel de la balanza para saber quién gana la batalla. La especie humana agradecerá que los ganadores sean los defensores de una adecuada gestión ambiental del incoloro, insaboro e inodoro, aunque precioso líquido: el agua. ■

Problemática del agua subterránea

Problemas	De cantidad	De calidad
Por explotación intensiva	Descenso de niveles Problemas ecológicos Afección a embalses de superficie	Intrusión marina Intrusión por lixiviación de diapiros salinos Comunicación entre niveles acuíferos de diferente calidad por sondeos
Independientes de la explotación	Sequía Obras de drenaje Revestimiento de acequias Repoblación forestal	Mala calidad natural Contaminación puntual: ● Usos urbanos ● Usos industriales ● Usos agrícolas y ganaderos Contaminación difusa: ● Usos agrícolas ● Infiltración desde cursos superiores contaminados

Problemática del Agua Subterránea.
(Según NAVARRO, FERNÁNDEZ-URIA y DOBLAS, 1989).



Localización de problemas derivados de la explotación de aguas subterráneas en España.
(Según NAVARRO, FERNÁNDEZ-URIA y DOBLAS, 1989).

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA DE INTERES

1. MAURITS, J. W. (1989). Los recursos hídricos, amenazados. *Investigación y Ciencia*, Nov. 1989, pp. 54-62. Barcelona.
2. NAVARRO, A. FERNÁNDEZ URIA, A. y DOBLAS, J. A. (1989). *Las Aguas Subterráneas en España. Estudio de síntesis.* ITGE. 591 pp. + 12 mapas. Madrid.
3. SGOP (1990) Unidades hidrogeológicas de la España peninsular e Islas Baleares. Síntesis de sus características y mapa a escala 1:1.000.000. *Informaciones y Estudios del SGOP*, 52, 32 pp + 1 mapa. Madrid.
4. VARIOS AUTORES (1990) El Agua. *Mundo científico*, número especial (104). 111 pp. Barcelona.
5. VARIOS AUTORES (1991) *El Agua en España.* Instituto de la Ingeniería de España. Comité de la Energía y Recursos Naturales. 186 pp. Madrid.

ALGUNAS INTERFERENCIAS Y DIVERSOS RESULTADOS DEL ESTUDIO REFERIDO A EFECTOS Y EVOLUCION DE SUSTANCIAS CONTAMINANTES PRODUCIDAS POR ACCION ANTROPICA

F. XAVIER MONTSERRAT i REBULL
Dirección de Aguas Subterráneas y Geología Ambiental.
Instituto Tecnológico Geominero de España. ITGE, Madrid.

Introducción

En el estudio del ciclo del agua en general y en el particular de las aguas continentales, más allá de su dinámica propia o superpuesta a ésta, se impone la necesidad de tener en cuenta la acción antrópica, en lo que se refiere a aspectos de calidad de las aguas, sobre todo en áreas de fuerte y diferenciada actividad humana.

En este trabajo precisamente se han estudiado aspectos concretos de focos antrópicos con posible interacción con la calidad natural del ciclo en su estadio continental. Se ha contemplado así el comportamiento de unos lixiviados procedentes de vertederos de residuos sólidos urbanos, la propagación hídrica de inyección artificial de aguas procedentes de una depuradora, así como la inyección concreta de unos solubles motivados por abonos agrícolas.

Objetivos

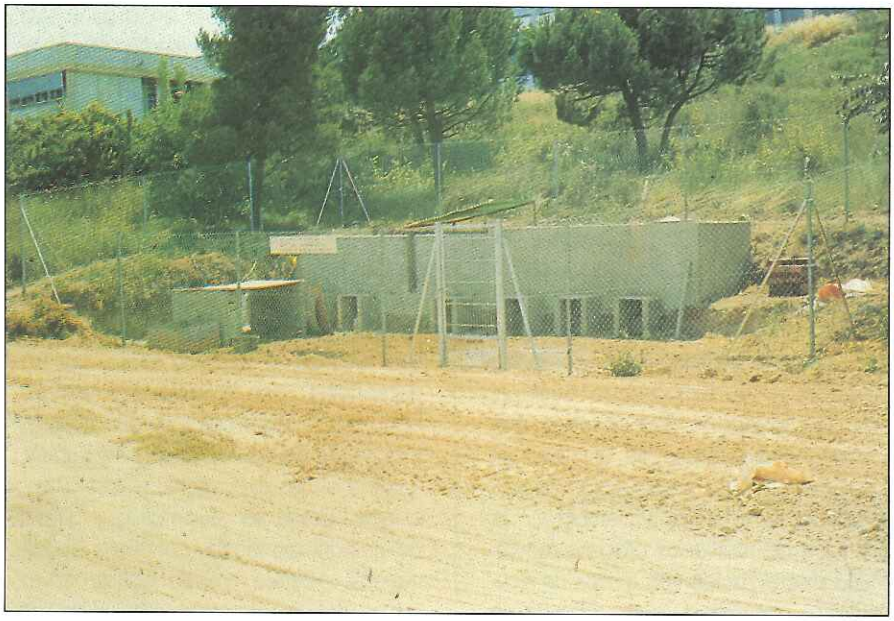
Los objetivos propuestos en este estudio han sido el identificar el comportamiento de algunos de los focos más habituales de alteración de la calidad de las aguas continentales en general y de las subterráneas en particular.

Para ello se ha escogido como fenómeno a estudiar, la evolución de los lixiviados producidos por vertedero de residuos sólidos urbanos y las directrices de su posible reducción o sustancias inocuas o no contaminantes, para lo cual se han sometido a diferentes experiencias a distintos niveles.

Por otra parte se han considerado las agua residuales urbanas procedentes de depuradora, al ser introducidas en un acuífero libre, valorando su persistencia y desplazamiento en este medio acuífero.

Finalmente se ha estudiado el comportamiento de sustancias nitrogenadas desde que se introducen en superficie hasta que alcanzan la zona saturada de un acuífero también libre, así como su modificación química y variaciones de concentraciones en el tiempo.

Todo ello para alcanzar una visión y conocimiento de los mecanismos de estos posibles focos de alteración de ca- ▶



Estación experimental a escala lisimétrica.

lidad en relación con partes concretas del ciclo del agua.

Metodología

La literatura referida a procesos contaminantes en sentido amplio y en especial a procesos de tratamiento, es en general bastante extensa. No sucede lo mismo con lixiviados —residuos líquidos— de vertederos de residuos sólidos urbanos, de los que más allá de análisis de muestras no mucho se puede encontrar. En este trabajo se estudiaron los lixiviados procedentes de los vertederos en sí mismos y se sometieron a diferentes métodos o procesos simples que permiten su eliminación o la mejora de calidad. Estos métodos se dedujeron de las propiedades y comportamientos del líquido contaminante o lixiviado sometido a una experimentación en el laboratorio y en lisímetros. Estos resultados han ofrecido la posibilidad, en determinados aspectos, de su aplicación a escala real. Así, se confeccionó un plan de trabajo que se ha cumplido superadas ciertas dificultades de orden hidrológico, consistente en el diseño y construcción a escala real de un sistema cerrado de lixiviados donde aplicar los métodos o procesos simples mencionados.

Asimismo, la labor de investigación ha permitido precisar los procesos y consecuencias que se producen en el recorrido de aguas residuales urbanas desde la superficie de un aluvial hasta la zona saturada de este medio acuífero, mediante el estudio y acotación de los fenómenos hidroquímicos que intervienen y la modelización del flujo y transporte de solutos, todo ello en un acuífero aluvial determinado con vertido de aguas residuales urbanas en superficie y con posterioridad a su tratamiento en una depuradora convencional.

Por lo que respecta a la investigación de la repercusión de fertilizantes agrícolas en la calidad de los recursos hídricos y su evolución en el subsuelo, se han deducido una serie de consecuencias a partir de la explotación de los datos acumulados obtenidos en muestreos periódicos pero continuados, en diversas captaciones de agua.

A lo largo del trabajo se efectuaron desde determinaciones químicas varias a partir de muestras de agua y de extractos de suelos a tratamientos en general, lo que ha comportado la toma de alrededor de 550 muestras, con la determinación de unas 35 variables.

Resultados y conclusiones generales

Los resultados obtenidos a través de las experiencias efectuadas con lixiviados procedentes de vertederos de residuos sólidos urbanos, han permitido tipificar en líneas generales y más allá de cada caso concreto, el comportamiento de dichos líquidos en aspectos físicos y químicos fundamentales: tasa y circunstancias de su evaporación, segregación crioscópica, filtración, reacción con oxígeno, influencia del elemento fósforo como nutriente, permanencia de sus contaminantes en un medio poroso; con resultados cuantitativos expresados en tablas y figuras.

Estos resultados ofrecen unas directrices de tratamiento de estos lixiviados, así como permiten afirmar que son eliminables con procesos en el fondo de relativa fácil aplicación.

Sistema de balsas para el tratamiento de lixiviados a escala real.

La incorporación de aguas —residuales urbanas— procedentes de depuración en un acuífero libre comporta, dentro de posibles amplios márgenes de variación de concentración, la introducción de substancias inéditas o no, cuya propagación o dispersión se ha podido seguir: Así, cabe destacar que se ha comprobado un importante desplazamiento del ion amonio en espacio y tiempo, una propagación de fosfatos y materias orgánicas poco más allá del entorno inmediato de su introducción, un relativo incremento de la presencia de cloruros en el acuífero aunque sin tendencia al aumento; todo ello bajo las condiciones hidrogeológicas concretas descritas. Asimismo, señalar diversos fenómenos detectados en el recorrido de estas aguas desde su vertido hasta su incorporación a la zona saturada, como son: una inhibición de la demanda bioquímica de oxígeno en el lugar de vertido a causa de la presencia de detergentes y/o materias orgánicas poco biodegradables; una eutrofización del cauce fluvial donde circulan estas aguas con anterioridad a su infiltración; una mayor propagación y presencia de sustancias que coinciden con períodos en los que el balance hídrico es claramente negativo, además de una relación entre los episodios pluviométricos de notable intensidad y el descenso de los indicadores hidroquímicos analizados; la formación de unas condiciones pH-Eh en el medio acuífero que no permiten la nitrificación del amonio.

A partir de estas observaciones y del conocimiento general del medio se ha establecido un modelo de simulación que permite preveer tanto el avance de una variable hidroquímica como su reducción en el tiempo si se anula el foco que la aporta. Este modelo proporciona una información útil para el conocimiento de la propagación de sustancias en el acuífero, sin embargo, la obtención de resultados precisos requiere una discretización con mallas de considerable densidad que dificulta e incrementa de forma significativa el trabajo a realizar en su aplicación.

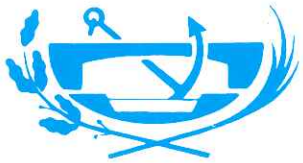
En otro ámbito fenomenológico se ha estimado el nivel de concentración de nitratos que alcanza un acuífero libre –como el descrito– en circunstancias de entrada cuantificada. En estas circunstancias se ha comprobado que: una zona no saturada de unos 11 m. a 13 m. de espesor se ve atravesada por esta substancia, con una respuesta rápida –del orden de algunos días– en la zona saturada, bajo un aporte medio de aguas de lluvia y riego en torno a 950 l/m^2/año.

Cabe señalar la fuerte oxidación actuante desde la superficie y a través de la zona no saturada que convierte las substancias amoniacales (procedentes de amonio mineral y estiércol) en nitratos. Asimismo, resaltar que en un balance interanual la concentración en nitratos que alcanza el acuífero es en general ascendente, por lo tanto acumulativa. Pero, con lluvias propias de año húmedo este efecto de acumulación desaparece, siempre en las circunstancias reseñadas, lo que parece ser sintomático y propio de las particularidades climáticas mediterráneas. Además, puede resultar interesante desde el punto de vista de planteamientos metodológicos, la relación efectuada entre el nitrógeno depositado en superficie procedente de fertilizantes y la evolución en el tiempo de contenido en nitratos de la zona saturada, que permite obtener un orden de magnitud del peso del nitrógeno que el terreno puede retener sin que se origine su lixiviación e incorporación al acuífero, en las condiciones hidrológicas concretas descritas. ■

Envíos por Correo
Banco de Datos
Manipulados
Ensobrados
Clasificados
Franqueo

Pídanos presupuesto

ENSOBRADOS CLASIFICADOS URGENTES, S.A.
EL PROVENCIO, 33 - 28043 MADRID. TEL. 388 40 04



cimbra

REVISTA DE LA INGENIERIA TECNICA DE OBRAS PUBLICAS

LA REVISTA DE MAYOR DIFUSION DE LOS SECTORES DE LAS OBRAS PUBLICAS Y CONSTRUCCION.

Más de 25.000 ejemplares mensuales.

ASEGURESE MENSUALMENTE DE RECIBIR LA MAS AMPLIA INFORMACION SOBRE LOS SECTORES:

- CONSTRUCCION.
- OBRAS PUBLICAS.
- EDIFICACION CIVIL.
- FABRICANTES.
- MEDIO AMBIENTE.
- REPORTAJES.
- MANTENIMIENTO.
- SEGURIDAD.
- SERVICIOS.
- ECONOMIA.
- TECNOLOGIA Y APLICACION.
- PRODUCTOS.
- VEHICULOS INDUSTRIALES.
- INSTALACIONES.
- ENERGIA.
- NOTICIAS.
- DIRECTORIO DEL COMPRADOR.

BOLETIN DE SUSCRIPCION

REMITIR A:
Editorial
BALANCE

Javier Ferrero, 18
28002 Madrid
Tel.: 91-413 49 14
Fax: 91-519 38 92

☐ **SUSCRIPCION ESPECIAL,** 50.000 PTS. AÑO, CON DERECHO A INSERTAR EN EL DIRECTORIO 10 ANUNCIOS PUBLICITARIOS, (25 x 60 mm.).

☐ **SUSCRIPCION NORMAL,** UN AÑO, 3.000 PTS.: 10 NUMEROS.

Nombre de la empresa _____
Representada en este acto por D. _____
Actividad _____ CIF o DNI _____
Calle _____ Tel. _____
Población _____ Fax _____
Provincia _____ C.P. _____

CONFORME
(Firma y sello de la empresa)

Formas de pago:

☐ Cheque bancario adjunto .....
☐ Giro postal nº .....
☐ Contra reembolso

PLAN DE REVITALIZACION DE ARANJUEZ (I Parte)

Actuación en el puente de Barcas.

J. Mª DEL CERRO GARCIA-ESTEBAN
Ingeniero T. de Obras Públicas

El Plan de Revitalización de Aranjuez es un conjunto de actuaciones cuya finalidad prioritaria es el desarrollar las potencialidades productivas de dicho municipio.

Para poder llevar a cabo este Plan, se suscribió un convenio entre la Comunidad Autónoma de Madrid y el municipio de Aranjuez, cuyo instrumento de financiación es el Plan Trienal 89-91 con una inversión de 4.942 millones de pesetas.

Este desarrollo de las potencialidades productivas se encauza siguiendo las siguientes líneas de actuación:

- Plan de dotación de suelo industrial para industrias basadas en la Investigación y el Desarrollo.
- Desarrollo del sector servicios a través de planes concretos de revitalización comercial.
- Recuperación de espacios tradicionales y entornos naturales, la ordenación de sus espacios públicos y el incremento y renovación de sus infraestructuras.

Complementariamente, todas las actuaciones tienen en cuenta el Plan Director de la red de abastecimiento de agua potable. Un proyecto, con una inversión de 1.200 millones de pesetas, que pretende la renovación de toda la red de agua del municipio y su homologación a los standares de calidad en materiales y conducciones del Canal de Isabel II.

Del total de las inversiones, unos 5.000 millones de pesetas, aproximadamente unos 1.800 millones serán dedicados a obras de infraestructura y a obras de ordenación de los espacios públicos y entornos naturales.

Al conjunto de actuaciones previstas en el Plan de Revitalización merecen especial mención las obras correspondientes a la transformación de la antigua travesía de la carretera nacional N-IV a su paso por Aranjuez, dejando de ser una vía rápida de tráfico para transformarla en una nueva zona urbana con la recuperación de sus usos tradicionales.

Estas actuaciones en la travesía se centran en tres puntos:

- Carrera de Andalucía con una inversión de 186 millones de pesetas.
- Plaza de San Antonio con 550 millones de pesetas.
- Entorno del Puente de Barcas con 235 milones de pesetas.

LA CARRERA DE ANDALUCIA

1. ANTECEDENTES HISTORICOS Y PLAN DE ACTUACION

La calle de la carrera de Andalucía (antigua travesía de la Carretera Nacional N-IV) tiene su origen en 1746 cuando

Remodelación de la glorieta de acceso al puente de Barcas.

Fernando VI tomó la decisión de encargar el plano de ordenación de Aranjuez al arquitecto italiano Santiago Bonavía. En él se recogía el antiguo camino de Andalucía que atravesaba el río Tajo por el puente de Barcas, conduciéndose por el lado Este de la Plaza de San Antonio y por el paseo arbolado que de ella salía y que se denominó calle de la Carrera de Andalucía.

Al borde Oeste de la plaza se planteó otra calle paralela a la que se dio el nombre de calle de la Florida.

Con la llegada de Carlos III a la corona, y viendo el lamentable estado de los caminos, dicta en 1761 un Real Decreto con instrucciones sobre las obras de caminos rectos que facilitasen el comercio ordenado y que se comenzase por el de Andalucía, cuya primera obra fue la del «Puente Largo» sobre el río Jarama.

En 1776 se crea la Real Junta de Correos y Postas de España y las Indias, convirtiéndose Aranjuez en Carrera de Postas por confluencia de los caminos que iban a Andalucía, Madrid, Vaciamadrid, Fuentidueña e Illescas, haciendo de Aranjuez un punto clave de las comunicaciones de Madrid con el Sur.

Aprovechando la existencia de esas dos calles paralelas (Carrera de Andalucía y La Florida) y el aumento progresivo del tráfico hacia Andalucía, se produjo el desdoblamiento de los sentidos de la carretera a su paso por la ciudad.

Esta travesía tiene un recorido rectilíneo de pendiente homogénea y casi constante y de sentido único que junto con el fuerte volumen de tráfico que existía, transformaba estas calles en travesías peligrosas, constituyendo dos barreras urbanas, produciendo un progresivo deterioro de la calidad ambiental y monumental.

La entrada en funcionamiento de la autovía de circulación y por consiguiente la desaparición del tráfico de paso de la carretera de Andalucía por el casco de Aranjuez ha supuesto la dotación de una unidad arquitectónica y urbana que posibilita nuevos usos y relaciones de los ciudadanos entre sí y con el entorno.

La actuación en la Carrera de Andalucía, prevista en el Plan de Revitalización de Aranjuez, comprende más de 1.500 m. de recorrido y 15.000 m² de superficie con un presupuesto de 186 millones de pesetas, pretende habilitar las antiguas características de esta zona urbana y garantizar su uso actual, donde los usos peatonales representarán el 70 por 100 del total de la superficie.

De esta forma, las comunicaciones urbanas e interurbanas quedarán modificadas sustancialmente, habiéndose diseñado un sistema de accesos a Aranjuez en torno a dos ejes principales:

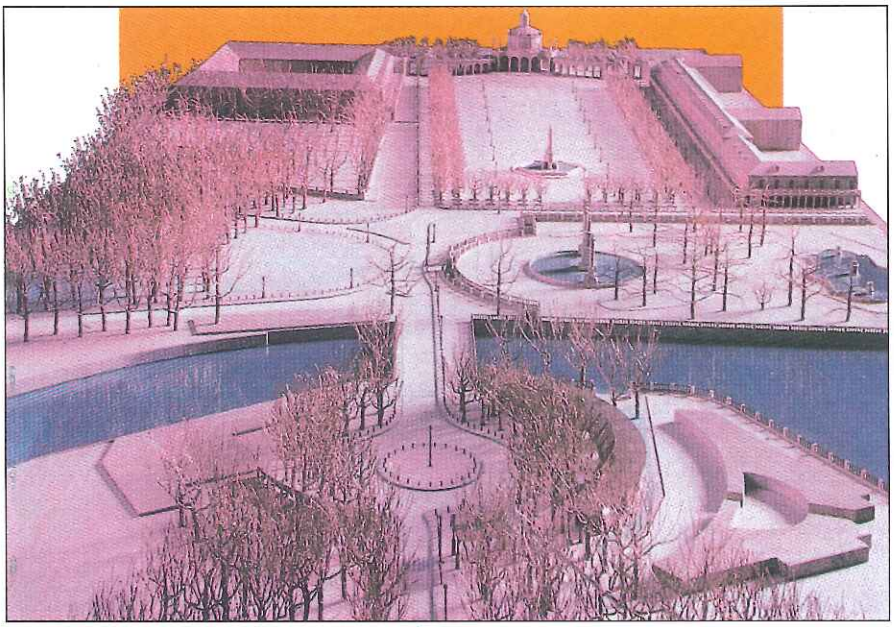
1. Los accesos Sur-Aranjuez que será la vía de comunicación hacia las zonas industriales desde la variante E-5 a través de una vía perimetral que enlaza con las carreteras comarcales y regionales, conformando una vía de circulación rápida que encauzará el tráfico pesado, alejando su impacto negativo sobre el casco histórico-artístico y sobre los jardines. Otro acceso desde la zona Sur lo constituye el eje de penetración de la antigua carretera de Toledo hasta el casco urbano de la zona monumental.
2. La remodelación de la Glorieta de acceso al Puente de Barcas, introduce la concepción de comunicación especializada, propiciando el tráfico turístico por la zona Norte de la ciudad (antiguo acceso de la N-IV dirección Andalucía).

2. ESTADO ACTUAL

En la actualidad, y como consecuencia de la transformación de la Carretera de andalucía en vía rápida de tráfico, existen una serie de alteraciones del diseño primitivo de la vía, como son:

— Modificación del nivel de la calza ▶

Estado actual de la plaza de San Antonio y el entorno del puente de Barcas antes de la ejecución de las obras.



Maqueta de las actuaciones previstas en la plaza de San Antonio y el entorno del puente de Barcas.

Carrera de Andalucía. Estado de las obras en la zona de entrada a la plaza de San Antonio, observándose la ejecución de las excavaciones de la zona de la calzada y la excentricidad de la misma con respecto al arco de entrada.

da para homogeneizar la pendiente de la vía, quedando los paseos laterales más bajos y por lo tanto dificultando las conexiones con las calles transversales. Este efecto se ha agravado con las sucesivas reposiciones del firme de la calzado.

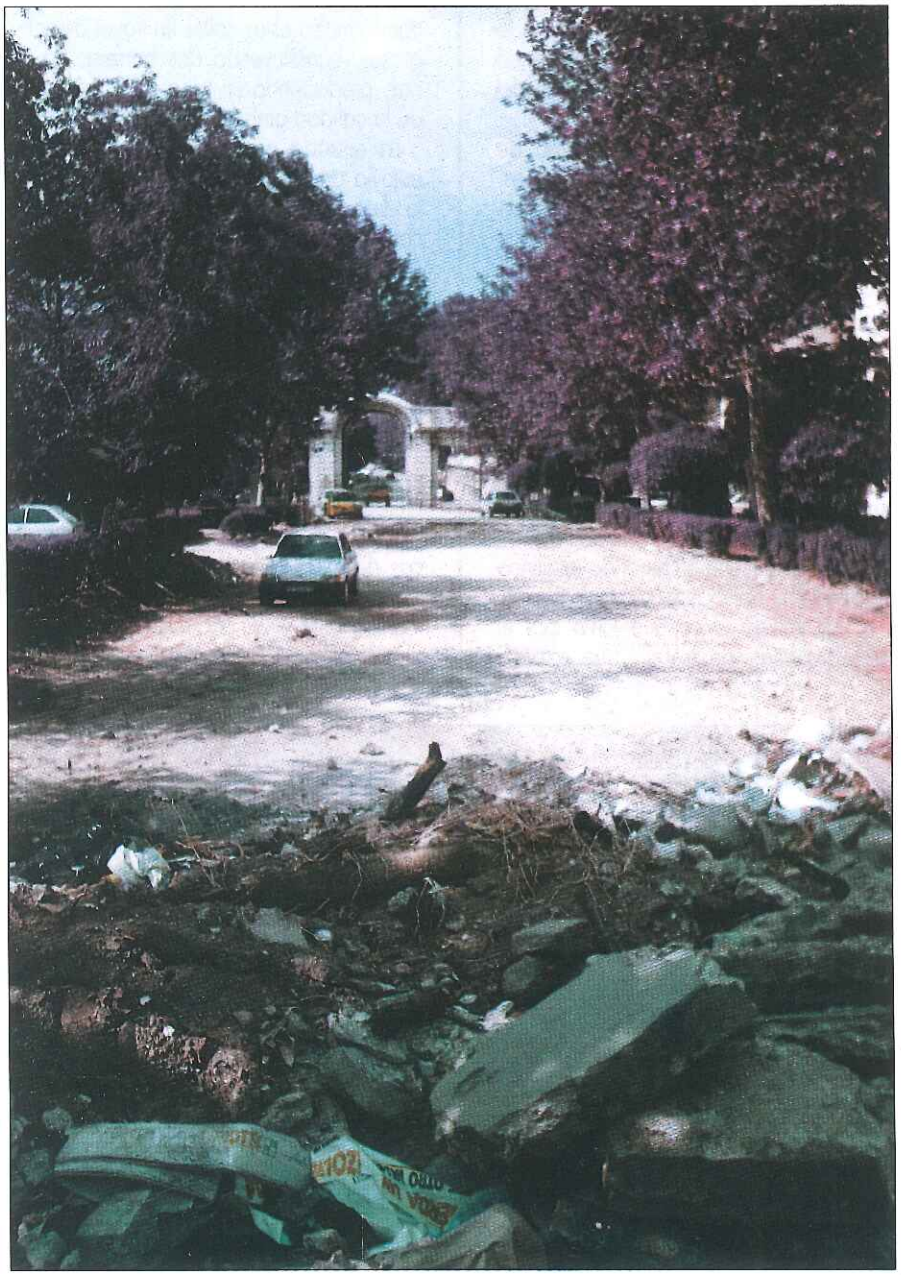
Este desnivel existente entre la calzada y las aceras de las fachadas de viviendas laterales, que en algunos casos sobrepasa los 70 cms., provocó graves inundaciones en septiembre de 1990 al formarse en los paseos laterales, sobre todo en el lado este, un verdadero canal de aguas con fuerte pendiente.

— Colocación de la calzada a distancia constante de una de las fachadas sin adaptarse al trazado de la calle, con fachadas ligeramente divergentes, provocando la progresiva desigualdad de las aceras laterales y que también obliga a una desviación de la calzada para enfilar el arco central de entrada a la Plaza de San Antonio mediante una curva peligrosa.

— Degración de los bordes de la calzada con cunetas sin tratamiento y en desnivel.

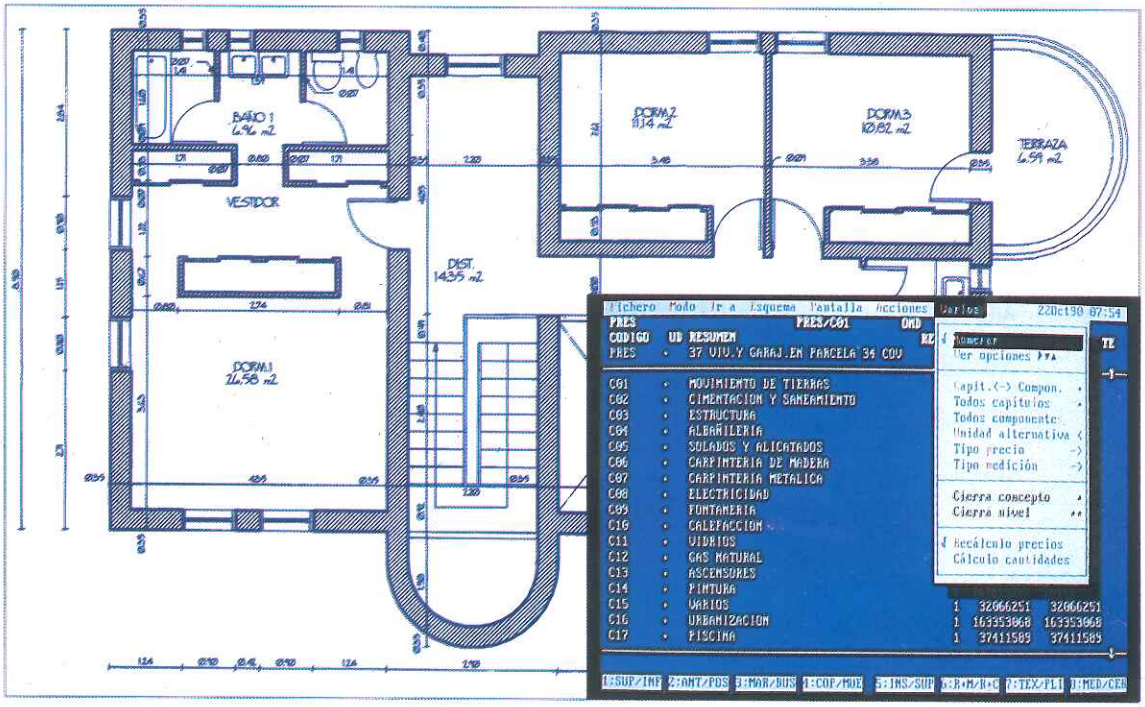
— Pérdida de continuidad de las alineaciones laterales de árboles al seguir el trazado de la calzada y desaparición de los paseos peatonales laterales.

— Implantación de barreras de seguridad (biondas), señales de tráfico, semáforos, paso inferior de peatones, alumbrado específico de carretera, etc., que acentúan el efecto de barrera urbana y el deterioro ambiental.



Nuevo Presto

Mediciones y Presupuestos para Arquitectura e Ingeniería



Estructura Jerárquica

Acepta la estructura tradicional de capítulo, partida, y auxiliar-material, o bien el esquema de la Comunidad de Madrid, el del ITEC y cualquier otro hasta 25 niveles de descomposición.

Tamaño ilimitado de archivos

Con PRESTO no hay límite en el número de capítulos por obra, de partidas por capítulo ni de materiales y líneas de medición por partida. Tampoco hay límite en el tamaño del texto de descripción de cada concepto ni en el pliego de condiciones asociado a él.

Listados Programables

PRESTO es una potente herramienta que permite utilizar cualquiera de los más de 50 listados preprogramados que incluye el programa, modificar estos para adaptarse a condiciones más específicas y programar listados completamente nuevos.

Compatible

Está preparado para trabajar con la mayoría de las bases de precios de la construcción existentes en el mercado (CENTRO-91, ITEC, IVE, EMEDOS, ANDALUCIA, GOBIERNO VASCO, e incluso la nueva base de datos de la COMUNIDAD DE MADRID), y todos aquellos que soporten el formato de intercambio estándar. PRESTO permite recuperar ficheros y obras que provienen de otros programas de mediciones y presupuestos, como Presto clásico, GO y otros.

Multiusuario

Varios usuarios pueden consultar, modificar o imprimir la misma obra simultáneamente desde distintos puestos conectados en red.

Si desea recibir más información rellene sus datos, fotocopie esta página y envíela a SOFT.

D. .....

Empresa. ..... Cargo. .....

Dirección. .....

Teléfono. ..... Fax. .....

SOFT
biblioteca de programas

Santísima Trinidad,32-5º.
28010 MADRID.
Tel: (91) 448 35 40.
Fax: (91) 448 40 50

CAPITULOS Y PORCENTAJES DEL PRESUPUESTO TOTAL

CAPITULOS		%
I	DEMOLICIONES	3,09
II	MOVIMIENTO DE TIERRAS	6,40
III	SANEAMIENTO	1,80
IV	HORMIGONES	12,46
V	ALBAÑILERIA Y SOLADOS	0,07
VI	CANTERIA	61,63
VII	PAVIMENTOS	1,66
VIII	RED DE RIEGOS	1,27
IX	ALUMBRADO	6,81
X	AMUEBLAMIENTO URBANO	0,71
XI	JARDINERIA	2,00
XII	VARIOS	2,10

▶ 3. OBRAS A EJECUTAR

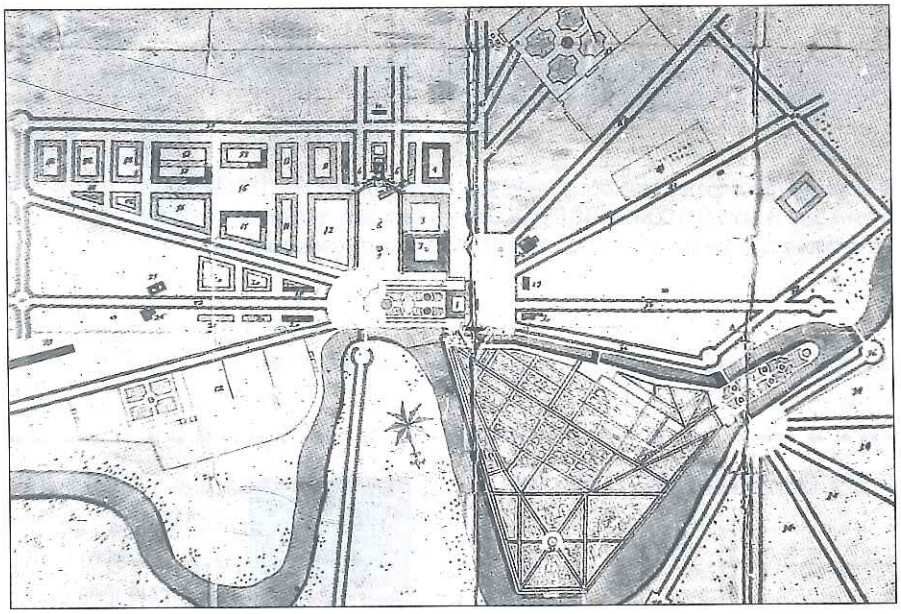
En líneas generales las obras a ejecutar tienen como fin último eliminar todos aquellos elementos que configuran la vía rápida, transformándola en una vía residencial, potenciando su utilización peatonal.

Para ello se configura un trazado simétrico con una vía de tráfico central en prolongación del arco principal de entrada a la plaza de San Antonio con paseos laterales arbolados.

Al mismo tiempo se reduce el nivel de la calzada central a una altura intermedia entre las dos aceras laterales, con una pendiente constante de forma que se suavice el desnivel con las aceras y a su vez facilite la conexión con las calles transversales.

La calle se compondrá de tramos semejantes desarrollados en cada manzana.

Por delante de las fachadas se dispondrán aceras de 2,40 m. de anchura que se ensanchan en el área central de las manzanas a segmentos circulares para estancia peatonal de 5,50 m. de anchura, pavimentados con baldosas de piedra caliza abujardada tipo «Colmenar». Las aceras se pavimentan con baldosas de piedra artificial china de granito entre dos bandas de baldosas de piedra caliza abujardada de 40 x 40 cms.



Santiago Bonavía, plano de Aranjuez 1746 (página 8)

Estas aceras se separan de la calzada por medio de jardines con alcornoques de piedra caliza de anchura variable de 4 a 5 m. en función de la distancia entre fachadas, en cuyo interior se incluirá una hilera de arbolado de forma que absorban los desniveles de las cotas de las aceras y las irregularidades del trazado de la calle.

A continuación se disponen unas miniaceras de 1 m. para acceso de los vehículos aparcados, que separan la calzada de las jardineras con baldosas de granito labrado tipo «Cervantes» de 40 x 40 x 3,5 cms.

La calzada tendrá una anchura de 6,0 m., que se reduce a 5,0 m., al enfilar el arco central de la plaza, con aparcamientos laterales en línea de 2,0 m., de ancho.

La calzada y los aparcamientos tendrán un pavimento de aglomerado asfáltico con una subbase de arena de miga de 10 cms. de espesor y una base de hormigón H-125 de 30 cms. de espesor en la calzada y 20 cms. en los aparcamientos.

La calzada y los aparcamientos estarán separados mediante un bordillo de granito embutido en el asfalto, de forma que queden señaladas las bandas de los aparcamientos.

Los cruces de las calles se pavimentan con adoquines de granito para controlar la velocidad de los vehículos.

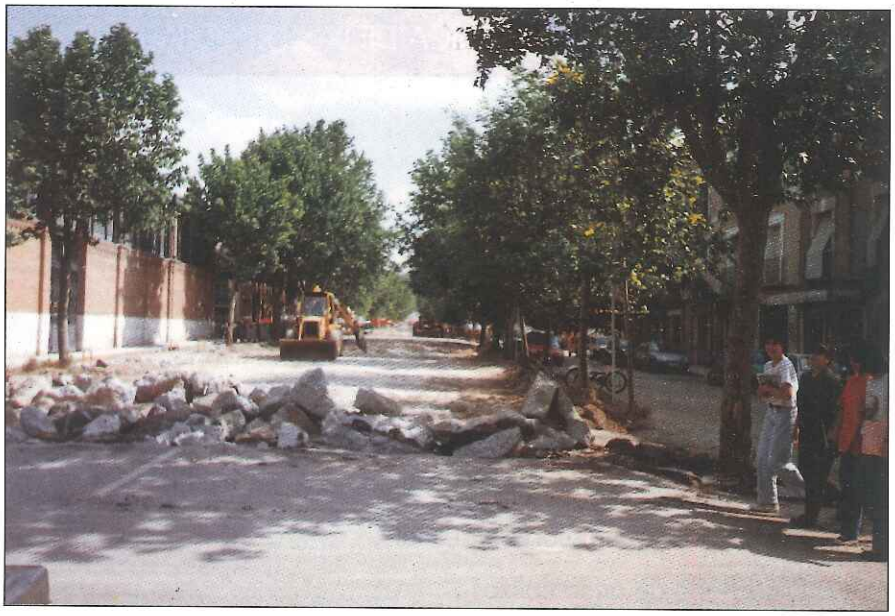
En los bordes de los cruces de las calles se situarán los pasos peatonales pavimentados de adoquín con alternancia de las franjas de los pasos de cebra con adoquines calizos y graníticos.

Como antesala a la plaza de San Antonio se rediseñan los actuales jardinillos con ampliaciones laterales del área ajardinada, abriéndose curvilíneamente hacia los arcos del pórtico, con superficies pavimentadas con zahorra artificial en sus bordes.

También se ha tratado de respetar todo lo posible el arbolado actual conservándose cerca del 85 por 100 de los árboles, trasplantándose los que se encuentren en buen estado, ya que la alineación del lado Oeste será introducida más al lado de las fachadas a la misma distancia de la del lado Este.

Se plantarán 342 árboles «platanus» de los cuales 229 serán nuevos de

Demolición del pavimento y la base de hormigón de la calzada. Puede observarse la diferencia de nivel de la calzada respecto a los paseos laterales.



Ejecución de obras en la Carrera de Andalucía.

Excavación en calzada. Puede observarse la desigualdad existente entre los dos paseos laterales.

FICHA TECNICA DE LAS PRINCIPALES UNIDADES DE OBRAS

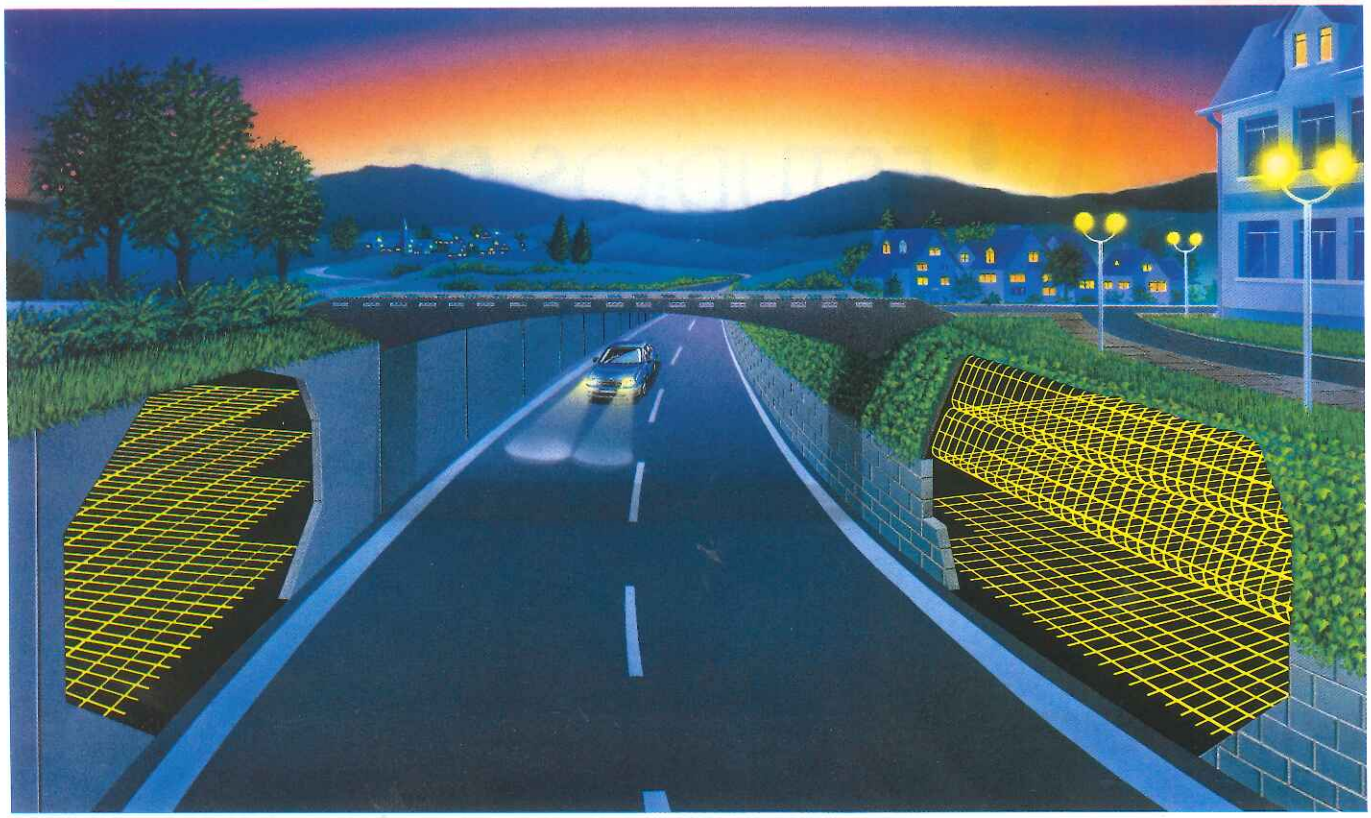
DEMOLICIONES	
Pavimento bituminoso	7.028 m²
Aceras	1.713 m²
MOVIMIENTO DE TIERRAS	
Excavación en terreno compacto	6.834 m³
Perfilado, nivelación y compactado de caja de explanación	6.477 m²
Arena de miga en subbase de vial	540 m³
Encachado de árido calizo	946 m³
Tierra vegetal en jardineras	1.106 m³
HORMIGONES Y SOLERAS	
Hormigón en soleras	1.536 m³
CANTERIA	
Adoquinado de granito	1.991 m²
Adoquinado de piedra caliza	479 m³
Bordillo piedra caliza	3.579 ml.
Pavimento baldosa abujardada de granito	3.031 m²
Pavimento de baldosa de piedra caliza	2.256 m²
PAVIMENTOS	
Mezcla asfáltica en ca-iente 8 cms. espesor	3.417 m²
JARDINERIA	
Cesped semillado	2.764 m²

14/16 cms. de diámetro y 113 serán de reposición.

En cuanto a la iluminación, se colocarán 2 tipos de farolas, unas colocadas en los bordes de las jardineras hacia la calzada y en los extremos de las zonas estanciales que proporcionan iluminación ambiental. Estas farolas denominadas tipo «Villa» están compuestas por un candelabro de hierro fundido de 3,20 m. de altura y un farol troncopiramidal de 77,44 cms. con lámpara de vapor de mercurio de 125 m. color corregido con capa fluorescente de itriovanadio, tono lujo. Las otras farolas que se colocarán serán de mayor altura (60 m.) y mayor potencia (400 y 250 w) marcando los cruces de las calles. Serán de tipo «Carandini» compuestas por una columna de acero galvanizado y luminaria con lámparas de 250 y 400 w del tipo antes mencionado en las farolas de la «Villa».

También se procederá a la demolición del paso subterráneo para peatones. ■

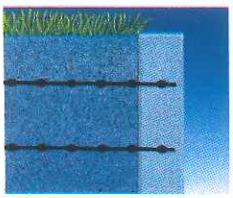
La Historia de los Productos **Tensar.** Parte 6.



Wagner, Ufer und Compagnie. Frankfurt.

Más cosas que saltan a la vista

Cuando Ud. viaja por las modernas autopistas, puede ver muros de retención con una amplia gama de acabados exteriores. Detrás de muchos de ellos se encuentra el mismo tipo de refuerzo a base de un material polimérico: las geo-redes **Tensar.** Las geo-redes **Tensar** se entrelazan al terreno, ofreciendo una serie de grandes ventajas. Se maximiza la resistencia a soportar cargas que actúan durante largos periodos. Se mejora la estabilidad de toda la estructura.



Indepediendemente del tipo de acabado exterior, las geo-redes **Tensar** realizan el papel de agente soportante.

Más opciones

Ud. posee un mayor número de opciones para lograr unas soluciones mediante diseños imaginativos. Virtualmente puede utilizar cualquier tipo de material para el exterior: madera, piedra natural, paneles de hormigón, hierba e, incluso, la propia geo-red.

Más economía

El sistema de construcción es sencillo, rápido y económico. No es necesario emplear áridos de relleno caros, se pueden utilizar los materiales existentes cerca de las obras. Durante la instalación se emplean técnicas y maquinaria estándar.

Más efectividad

La resistencia que posee a la acción de productos químicos y al deterioro biológico ha sido testificada por una eficiencia probada en estructuras construídas por todo el mundo. Además, las geo-redes **Tensar** SR han logrado las correspondientes certificaciones por parte del Institut für Bautechnik y del British Board of Agrément que autorizan su empleo en estructura con una vida útil prevista de 120 años.

Les rogamos que para más información acudan a:

GEOLINER

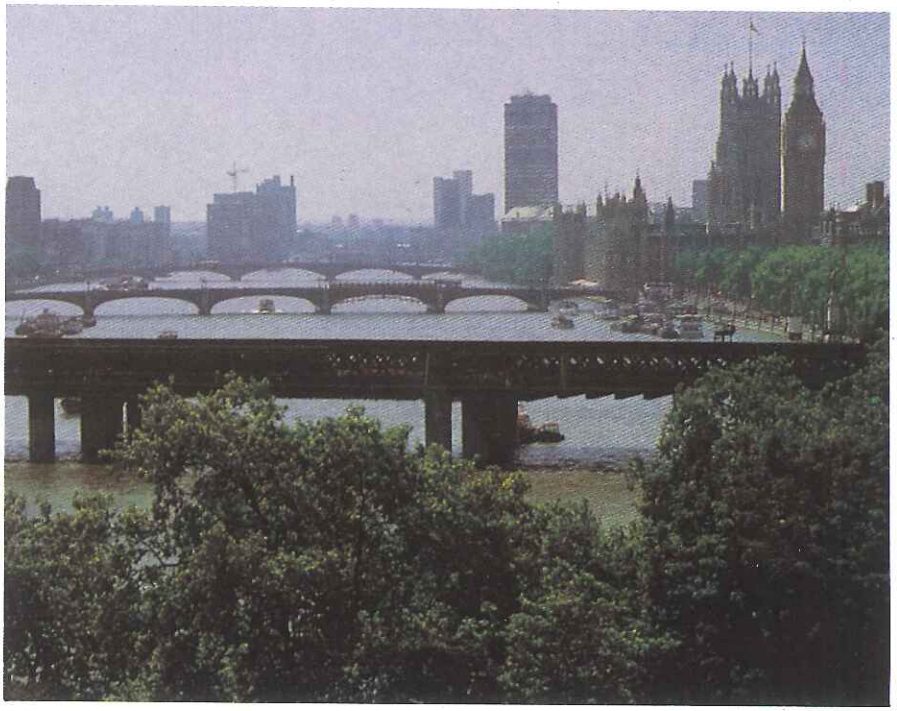
Geoliner Systems S.A.
C/Chile Nº 1, Izda., 2º – 2
28220-Majadahonda
(Madrid), España
Tlf.: 6 39 67 11, 6 39 68 50
6 38 64 20
Fax: 6 39 24 82

Tensar®

Tensar y 'Netlon' son marcas registradas de Netlon Limited en la República Federal Alemana y otros países.

EIA: ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

UNA OBRA DEBE COMPATIBILIZAR FINALIDAD Y EFECTOS



JOSE MANUEL G. TORGA

LOS holandeses tienen motivos para estar sensibilizados sobre los problemas del medio ambiente. Por una parte, la situación del país con respecto al mar, combinada con la llanura de sus tierras, plantea el problema de la salinización del suelo; por otra, al estar atravesado por los cursos inferiores de grandes ríos europeos –Rhin, Mosa y la desembocadura del Escalda– la contaminación de las aguas fluviales se ha acusado en mayor medida.

Holanda madrugó para la defensa de elementos variados del medio ambiente y así, en 1928, ya disponía de la *Ley de belleza natural*, otorgando alicientes fiscales a los propietarios de bosques que asumieran determinados compromisos sobre el mantenimiento de su heredad. Después mediante una serie de leyes sectoriales, para defender la higiene del suelo, del agua, del aire, etc., Holanda fue hacia una *Ley marco ambiental*.

Esa concienciación progresiva en los países más avanzados, ha conducido a una visión global de las cuestiones ambientales. Algo compatible con la profundización en cada uno de los aspectos concretos del conjunto.

DIRECTIVA COMUNITARIA

A la visión evolucionada e integradora corresponde la implantación de los estudios de impacto ambiental (EIA). Como reflejo de una directiva comunitaria europea de 1985, son consagrados esos estudios, por ley, en España, el año 1986, y perfilados, reglamentariamente, en 1988.

Los equipos interdisciplinares para la realización de los estudios de impacto ambiental reunirán, con los profesionales específicos de la obra determinante, a ecólogos, botánicos, zoólogos, hidrólogos, edafólogos, paisajistas...

Será necesario evaluar los efectos previsibles sobre los ecosistemas en los escenarios afectados por un determinado proyecto, entre la gama de obras que requieren esos estudios previos para ser aprobadas, algo que varía, según los ámbitos de aplicación legal.

Autopistas, ferrocarriles, puertos, aeropuertos, grandes embalses, centrales térmicas, refinerías, extracción de minerales a cielo abierto, instalaciones químicas integrales, así como las instalaciones para el tratamiento y eliminación de residuos tóxicos y peligrosos; esos y otros proyectos entran en la previsión de los sometidos al requerimiento de estudio de impacto ambiental.

Al conjunto de estudios y sistemas técnicos que permiten, en los casos citados a título de ejemplo, y en los demás fijados por las normativas legales, prever los efec-

tos que la realización de un proyecto o de una actividad causará sobre el medio ambiente, responde la evaluación del impacto ambiental. Las conclusiones del estudio permitirán contrastar su viabilidad, y sus posibles opciones para seleccionar la más idónea. Resulta paradójico, en cambio, y se presta a arbitrariedades, el que la Administración pueda exceptuar, si lo estima oportuno, de la obligación establecida para un supuesto general del EIA.

En Cataluña, donde la autopista de Garraf suscitó sus más y sus menos entre la Generalidad y la Comunidad Europea, la aplicación de soluciones correctoras se ha presupuestado en doscientos millones de pesetas para reforestación, una cantidad igual para afrontar la contaminación acústica en Castelldefels, y otro tanto, hasta el monto de seiscientos millones, para medidas diversas.

RESULTADOS

Dentro de Cataluña también, se muestra como prueba de logros de resultados tangibles de un estudio de impacto ambiental lo logrado en la obra que comunica directamente Barcelona con el Vallés, bajo la sierra de Collserola, mediante en túnel de Vallvidrera y accesos.

La incidencia sobre el teatro de operaciones viene indicada por cifras significativas: la remoción de 2.000.000 de metros cúbicos de tierra de desmonte y 1.400.000 en terraplén.

El responsable de ese EIA ha sido Cristófol Jordá. «Nosotros –ha dicho– hemos optado por repoblar los taludes con especies autóctonas, lo cual comporta una inversión inicial más elevada, pero este coste se compensa rápidamente y la solución final es más económica».

Se ha pensado en los murciélagos, colocando en los respiraderos de los colectores rejas que les permitan el paso. Se ha previsto el de anfibios y reptiles por los colectores tubulares. Habrá arbustos y frutales que atraigan a pájaros y mamíferos a áreas próximas al trazado, y no a las inmediaciones de éste, cosa que resultaría problemática. El jabalí y el zorro disponen de pasos inferiores que permiten sus desplazamientos nocturnos. Para evitar el peligro que tienen las ardillas de ser atropelladas, se ha concebido un paso transversal, dejando sin solución de continuidad el alineamiento de las cabinas del peaje. Todas esas y otras muchas medidas contribuyen a paliar las consecuencias indeseables de una obra necesaria.

USOS Y EFECTOS

Como escriba, en *La Vanguardia* David Segarra, en un amplio trabajo sobre el tema, «una buena carretera cumplirá igualmente su misión, tanto si se integra al máximo en el territorio como si se convierte en una herida lacerante allí por donde pasa; sin embargo, sus efectos sobre el medio y sobre la psicología ambiental de sus habitantes serán bien distintos en uno y otro caso.»

La falta de esos estudios previos crea problemas y descontentos a mayor o menor escala. Ocurrió con el pantano de Riaño, un proyecto arrastrado más de medio siglo, desde la Dictadura de Primo de Rivera, y ejecutado sin claro conocimiento de sus resultados ambientales para el medio físico, biológico y humano. Ocurre, a nivel reducido, con el muelle del pueblecito de Espasante, en el confín de Galicia, cuyos pescadores cuentan las pegas encontradas, no sólo en conversaciones directas sino, incluso, a través del medio televisivo. El impacto, o se estudia y se resuelve, o se sufre. ■

ARC SIPRA S.p.A. APPLICAZIONI RETTILINEE E CONDOTTE

GRUPPO IRI FINSIDER

DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO PARA ESPAÑA DE GEOTEXTIL bidim®

TUBERIA PREFABRICADA DE ACERO ONDULADO Y GALVANIZADO PARA PASOS INFERIORES EN:

CARRETERAS
AUTOPISTAS
CAMINOS AGRICOLAS
OBRAS HIDRAULICAS
FF.CC.
E INFINIDAD DE APLICACIONES

DISTRIBUIDOR PARA ESPAÑA Y PORTUGAL:
CONUTEC, S.A.
COMERCIAL DE NUEVAS TECNOLOGIAS, S.A.
Tels.: 811 27 56 – 811 27 09
FAX: 8 11 28 08

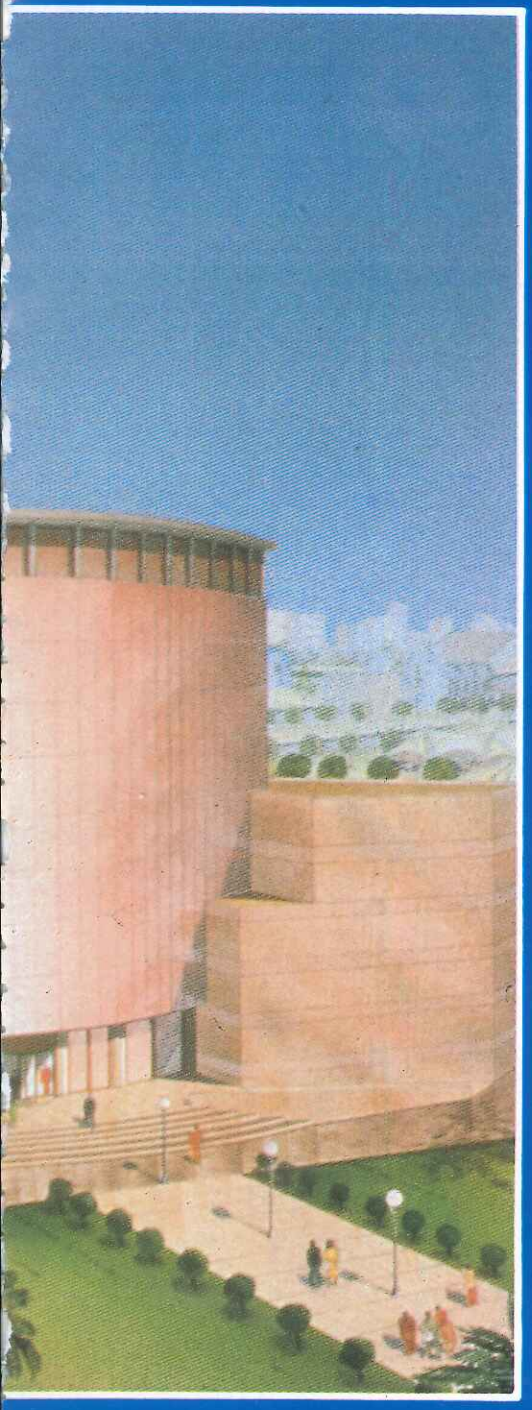
POLIGONO INDUSTRIAL ALPARRACHE – PARCELA 69 – 28600 NAVALCARNERO (Madrid)

Un año antes de su apertura, el 20 de abril de 1992, el 65 por 100 de las obras que son responsabilidad de la Organizadora, está ya construido, y sólo resta un 3 por 100 pendiente de contratación.

ABRIL. El recinto estrena nuevos transportes con la puesta en marcha del monorrail y el telecabina. Finaliza el Jardín Americano y comienzan a instalarse las primeras pérgolas vegetales. Algunos de los grandes edificios están ya bajo cubierta.

El *telecabina* recorre ya, a 20 metros de altura, el recinto de La Cartuja. Las cabinas, un total de 117 unidades con capacidad para ocho personas cada una, realizarán un trayecto de 2 kilómetros en cada sentido y permitirán entrar en el recinto desde Sevilla. El telecabina de Expo'92 es el primero del mundo con climatización: un sistema de acondicionamiento por evaporación bajará la temperatura del orden de ocho grados centígrados respecto al exterior. Para ello, cada cabina va equipada con un panel fotovoltáico en el techo (aportado por Isofotón) que extrae la energía eléctrica necesaria a partir de la radiación solar.

El *monorrail*, en fase de pruebas, realiza un recorrido de 3.200 metros en torno a la zona del lago y pabellones internacionales. El sistema consta de seis trenes



SEVILLA '92

EXPO'92

Un año antes

El 65 por 100 de las obras responsabilidad de la Sociedad Estatal está ya construido

con una capacidad de 4.200 pasajeros a la hora.

En el trazado del monorrail se han instalado 144 pilares y 1.000 toneladas de estructura metálica.

Tanto el telecabina como el monorrail forman parte del sistema secundario de transporte y ambos han sido diseñados para ofrecer a los visitantes del 92 viajes de ocio y entretenimiento.

NUEVOS JARDINES

Como un adelanto de la abundante vegetación que sorprenderá a los visitantes del 92, el recinto estrena también nuevos jardines: El Jardín del Agua y de los orígenes del suelo, que forman parte del Parque del Guadalquivir —ya finalizado—, y el Jardín Americano.

Este último, con una superficie de 2 Ha., incluirá en abril la casi totalidad de las plantaciones definitivas. Las especies seleccionadas formarán parte de diversos jardines como ell de cactáceas, el de acuáticas, la rocalla, el arboretum o el de plantas agrícolas y ornamentales...

El Jardín Americano reúne alrededor de 700 especies diferentes. La mayor parte proceden del Programa «Raíces» a través de donaciones de numerosos países iberoamericanos. Muchas de estas especies se utilizan por primera vez en España.

Dentro del Jardín Americano, el umbráculo-invernadero, finalizado este mes, aloja a las especies que necesitan protegerse de las radiaciones solares en verano y del frío en invierno.

En abril empezarán a instalarse las primeras pérgolas vegetales que cubrirán en los espacios públicos una superficie de más de 50.000 m^2. Las pérgolas sirven de soporte a 27.000 plantas de 20 especies diferentes seleccionadas por su rápido crecimiento, su abundante sombre y por coincidir su época de floración con los meses en que se celebra la Exposición.

Expo'92 crece según los plazos previstos y en los próximos doce meses pabellones, edificios de espectáculos, accesos y espacios públicos –más de 650.000 m² de superficie construida– quedarán finalizados y a punto para su estreno el 20 de abril del 92.

Tres grandes edificios del recinto quedarán cubiertos antes de que finalice el mes. En el **Pabellón de la Navegación** se habrán instalado las grandes vigas curvadas de madera que salvan una luz de 40 metros. Sobre esta cubierta, que recrea la quilla invertida de un barco, se extenderán las láminas de cobre que adquirirán con el tiempo un tono verdoso característico.

Empezará también a dibujarse la silueta del **Pabellón del Futuro** contodos los arcos de la cubierta y el primer arco de la fachada que mira a Sevilla, y muy cerca, en el **Auditorio** las grandes vigas metálicas de 108 metros de longitud volarán ya sobre el graderío y el escenario.

En el Monasterio de la Cartuja, que rehabilita la Junta de Andalucía, desaparecerán los andamios que en los últimos meses han cubierto la fachada de la **Capilla de Afuera**, en 1992 el Pabellón Real de la Exposición. Podrá apreciarse así la restauración que ha llevado a cabo Expo'92 para recuperar los dibujos geométricos en estuco y reparar las erosiones de los muros.

La *central telefónica* Carguja II y la **Central de limpieza** se añaden desde abril a los edificios de servicios ya finalizados. En el 92, la Central Telefónica Cartuja II entrará en funcionamiento en caso de avería de la Central I garantizando así que nunca fallen las comunicaciones.

En la *Central de Limpieza* se agruparán todos los medios para la recogida de las basuras del recinto. La recogida –unas 23.000 toneladas en los 6 meses– será selectiva, lo que permitirá el tratamiento de al menos una parte de los residuos. La Central cuenta para ello con dos compactadoras.

Los preparativos de la Exposición no habrán avanzado en abril sólo en lo que concierne al recinto. Este mes se habrá contratado la producción de todos los elementos expositivos de los cuatro pabellones temáticos que construye Expo'92: Siglo XV, Navegación, Descubrimientos y Futuro. Los guiones, bandas sonoras, iluminación, sonido, escenografía o mobiliario... estarán ya en marcha. Simultáneamente se iniciará la producción del programa informático que en el Planetario digital permitirá realizar un viaje fantástico a través del universo.

En la Guayana francesa, el equipo encargado de rodar la película para el Omnimax estará filmando el lanzamiento de un Ariane.

MAYO. Con la inauguración del Teatro de la Maestranza se abre el primer escenario para los espectáculos del 92. Finalizan las estructuras de los primeros pabellones internacionales y se definen las puertas de Itálica y Triana.

En Sevilla, junto a la Torre del Oro, el *Teatro de la Maestranza*, que acogerá los espectáculos de ópera del 92, abrirá sus puertas el segundo día de mayo. Las primeras figuras de la escena internacional estrenarán en los meses de mayo y junio este teatro cuya construcción es resultado del esfuerzo conjunto entre la Diputación de Sevilla, el Ayuntamiento, la Junta de Andalucía, el Ministerio de Cultura y Expo'92.

La Maestranza –obra de los arquitectos A. del Pozo y L. Martín de Terán–, recoge en su diseño todos los avances técnicos incorporados en las últimas generaciones de salas multiuso. Tiene una capacidad para 1.800 espectadores y el escenario es el de mayores dimensiones de España (18 x 9,5 m.). En el aspecto de la acústica destaca la posibilidad de cambiar el tiempo de reverberación en función de las necesidades del espectáculo, una operación que podrá realizar el director desde el foso de orquesta.

En el 92, la Maestranza acogerá los espectáculos de ópera y conciertos de grandes orquestas.

Ya en el recinto de la Cartuja, la colocación de la cubierta mostrará la imagen más característica del *palenque*. Una estructura tensada de fibra de poliéster de 8.000 m² será el techo de este escenario en el que se celebrarán muchos de los espectáculos del 92.

Otra extructura textil, ésta sobre la

PECSA perforaciones

PERFORACIONES Y EXCAVACIONES CASTELLANA, S. A.

GRUPO IGASPE, S. A.

Perforaciones horizontales en suelos duros y difíciles.

Mayor precisión en longitudes mayores de 20,00 metros.

Por utilización de sistemas hidráulicos.

La perforación horizontal en zonas urbanas tiene las siguientes ventajas:

1ª Tráfico inalterable.
2ª No hay que romper ni reponer pavimentos.
3ª Rapidez de ejecución.
4ª Menores molestias.
5ª Sin huellas de obras.

Todo son ventajas.

Perforaciones urbanas.

Pídanos presupuesto o estudio de viabilidad sin compromiso

PECSA perforaciones

PERFORACIONES Y EXCAVACIONES CASTELLANA, S. A.

Alejandro Morán, 55
Teléf. 525 11 87-Fax 525 11 24
28025 MADRID

En este dossier se recoge el calendario de las obras más significativas en el recinto, y se distribuye su finalización de abril de 1991 a marzo del 92.

Puerta de Itálica, al Norte del recinto, quedará también instalada en mayo. La cubierta «Diadema» cubrirá 3.500 m² de superficie para proteger del sol a los visitantes.

En el acceso desde el barrio de Triana, la *Plaza Sur* ejemplifica el tratamiento de los espacios públicos en Expo'92. La plaza es un espacio circular de 14 m de diámetro rodeado en parte por una fuente-cascada circular. El agua, la vegetación y la iluminación forman una unidad en esta plaza cuidadosamente urbanizada. El área de pabellones internacionales tendrá este mes sus primeros ocupantes. Los *pabellones del Caribe* y del *Medio Oriente*, construidos directamente por Expo'92, se levantarán ya en sus parcelas.

El Pabellón del Caribe ocupa una parcela de 5.500 m² y agrupa a Jamaica, Bahamas, Barbados, Trinidad-Tobago, y a la Organización de Estados del Caribe Oriental.

El *Pabellón de Medio Oriente*, en una parcela de 3.500 m², reúne a algunos estados árabes de Medio Oriente.

JUNIO. Las obras en el recinto de La Cartuja marcan un nuevo record: A partir de este mes 300 grúas y 8.000 trabajadores participarán cada día en la construcción de Expo'92.

El Pabellón de los Descubrimientos, uno de los mayores pabellones del recinto, tendrá terminada su estructura en las primeras semanas de este verano. Un impresionante esqueleto metálico, en el que se han utilizado 3.000 toneladas de acero, forma el cuerpo de este edificio con cerca de 12.000 m² de superficie construida.

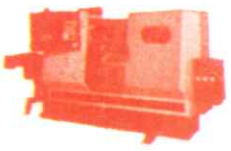
El edificio incluye una espectacular sala de proyecciones Omnimax —la primera que se abre en España— en la que se exhibirá una película sobre los descubrimientos realizada expresamente para Expo'92.

En 1992 este Pabellón, proyectado por el arquitecto Javier Feduchi, contará a los visitantes cinco siglos de hallazgos e innovaciones. Utilizando las más modernas técnicas expositivas —láser, proyecciones, luz y sonido...— el Pabellón hará un recorrido desde los primeros viajes científicos al Nuevo Mundo hasta los avances tecnológicos de nuestro tiempo.

Al este del recinto, una cubierta textil de 6.200 m² marca los límites de la *Puerta de la Barqueta*. Dos grandes estructuras tensadas y un mástil de 55 metros de altura conforman esta «Oleada» que pone en práctica la última tecnología en este tipo de construcciones. La cubierta proyectará una gigantesca sombra para proteger del sol a los visitantes que utilicen este acceso para entrar en el recinto.

Para garantizar un funcionamiento ordenado y fluido de los accesos a *las puertas Norte y Sur*, Expo'92 finalizará en junio una serie de obras en ellas. Junto a los aparcamientos de estas entradas se acotarán espacios destinados a recibir a los taxis, autobuses urbanos e interurbanos y lanzaderas. En estos espacios se delimitan zonas de descarga de pasajeros, zonas de espera y zonas de carga para los visitantes que abandonan la Exposición. La ordenación permite que no se produzcan cruces entre vehículos y pasajeros. ■

BLA, S.A.L.
Industrias



BASES REGULABRES EN BARRA PERFORADA PARA ANDAMIOS
FRESA - TORNO - CONTROL NUMERICO - UTILLAJE
MECANICA DE PRECISION

Isla de la Palma, 21
28700 S. Sebastián de los Reyes (Madrid)

Teléf.: 652 03 12
Fax: 652 03 12

REVESTIMIENTOS DE TEXSA

cotegran

Cotegran. Impermeabilización y Creatividad en un solo concepto

Medianeras realizadas con Cotegran acadabo con la Proyección de Arido.
Barrio de Alza, Grupo Los Boscos , San Sebastián (Guipúzcoa)

Ligantes Cotegran	*Acabados*
Cotegran RP-B *Cotegran 90* *Cotegran Fibra*	*Proyección de árido*
Cotegran Piedra *Cotegran Piedra 90*	*Piedra Abujardada*
Cotegran RP-L	*Raspado - Labrado*
Cotegran RP-P	*Gota - Tirolesa*

texsa

MORTEROS MONOCAPA IMPERMEABLES Y DECORATIVOS PARA FACHADAS

Barcelona (93) 331 40 00
Madrid (91) 754 11 12
Sevilla (954) 35 99 00
Valencia (96) 185 16 25
Vigo (986) 23 34 92
Vizcaya (94) 499 45 22

40 delegaciones en España.
Presente en 50 países.

Cuando «Barcelona 92» prepara a marchas de gigantes las Olimpiadas del 92 esta revista ha creído conveniente exponer en una serie de reportajes las diferentes instalaciones de la Ciudad Olímpica así como la revolución urbanística que para La Ciudad Condal va a suponer estas instalaciones modelo todas ellas de buen gusto, funcionalidad y exponente de la arquitectura ultramoderna.

Las cuatro áreas: la de Montjuic, Diagonal, Vall D'Hebrón y Parc de Mar, en las que estarán distribuidas las distintas modalidades deportivas e instalaciones de las Olimpiadas van a transformar, están ya transformando la faz de Barcelona de tal modo que si esta Ciudad era modelo de una ciudad moderna por sus dotaciones y concepción urbanística, a partir de ahora las comunicaciones, los transportes, los parques de los barrios en que se alberga la ciudad Olimpica y las distintas instalaciones deportivas van a verse rejuvenecidos y magníficamente dotados con todas las obras de mejora que se han realizado pensando en las Olimpiadas pero sin olvidar que, tras el 92, Barcelona seguirá viviendo y sobresaliendo en el conjunto de ciudades relevantes de Europa.

LAS Olimpiadas de Barcelona 92 repartirán las actividades de los 25 deportes del programa olímpico y los tres de demostración en cuatro áreas bien diferenciadas, situadas dentro del núcleo urbano de la ciudad y una serie se subsedes fuera de él, que han sido elegidas por su vinculación a deportes concretos.

Las cuatro áreas barcelonesas están perfectamente intercomunicadas por el cinturón periférico que rodea la ciudad. Ello ha permitido la recuperación de las zonas peores dotadas de la capital.

11 DEPORTES EN MONTJUIC

Las áreas de Montjuic, Diagonal, Vall de Hebrón y Parc de Mar se encuentran dentro de una circunferencia de diez kilómetros de diámetro, donde el tiempo de desplazamiento entre una y otra no superará en ningún caso los 20 minutos.

El Area de Montjuic será la que acapare mayor atención durante los Juegos del 92, sobre todo porque en ella está situado el Anillo Olímpico, con el Estadio que servirá de marco al atletismo, el deporte rey de los mismos. Además de ello, la montaña de Montjuic tiene una gran tradición deportiva, de ocio y cultura.

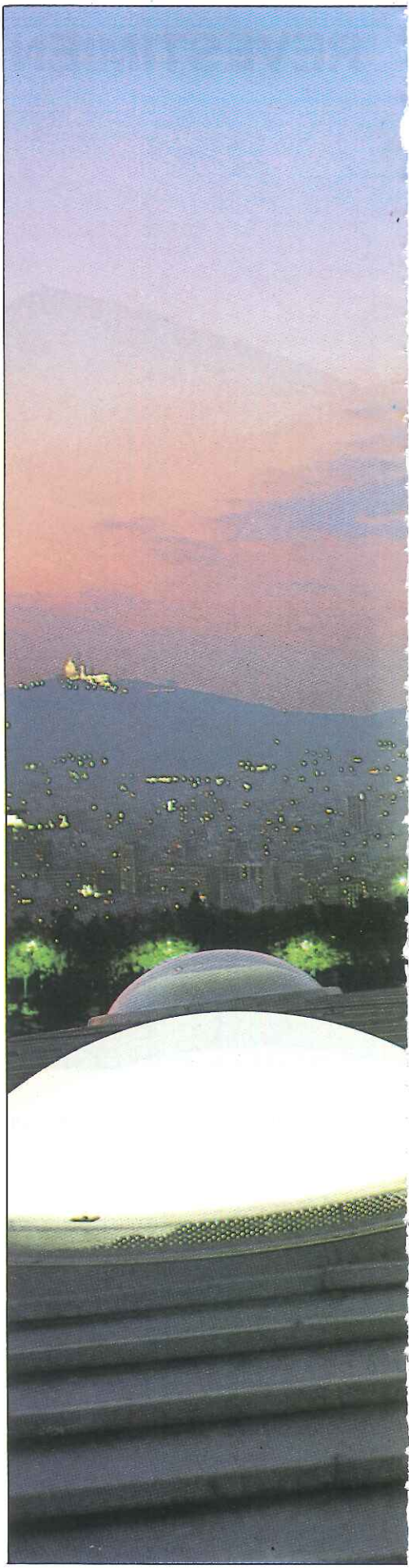
Serán once los deportes que aquí se realicen; si bien alguno sólo lo harán en determinadas fases. El estadio será el escenario de las ceremonias de inauguración y clausura del acontecimiento, así como de toda la competición de atletismo y de la final individual de salto de obstáculos de Hípica. Gracias a la remodelación que se ha llevado a cabo y contando con la ampliación provisional de su aforo, durante las próximas olimpiadas podrá albergar a 70.000 espectadores.

En total, el Area de Monjuit contiene ocho instalaciones y tres circuitos, uno de los cuales, el del maratón sólo está incluido en parte, ya que el resto se realizará por las calles y avenidas de Barcelona, sin que por el momento se conozca exactamente el itinerario a seguir.

En Monjuic existirán además otras instalaciones, como el Palau Municipal d'Exports, donde se disputará la competición de gimnasia rítmica y las fases preliminares de voleibol. En el Palau de la Metal-lúrgia se desarrollarán las pruebas de esgrima y las que existen de esta misma modalidad en el Pentatlón moderno. La piscina municipal será escenario de los saltos y el waterpolo y el Pavelló de Espanya Industrial, donde se celebrarán las pruebas de Halterofilia y el Frontó Colom, situado en la parte baja de las Ramblas donde se harán diversas pruebas de pelota, que es deporte demostración en los próximos Juegos.

REVOLUCIONARIA LA CONSTRUCCION DEL PALACIO DE SAN JORGE

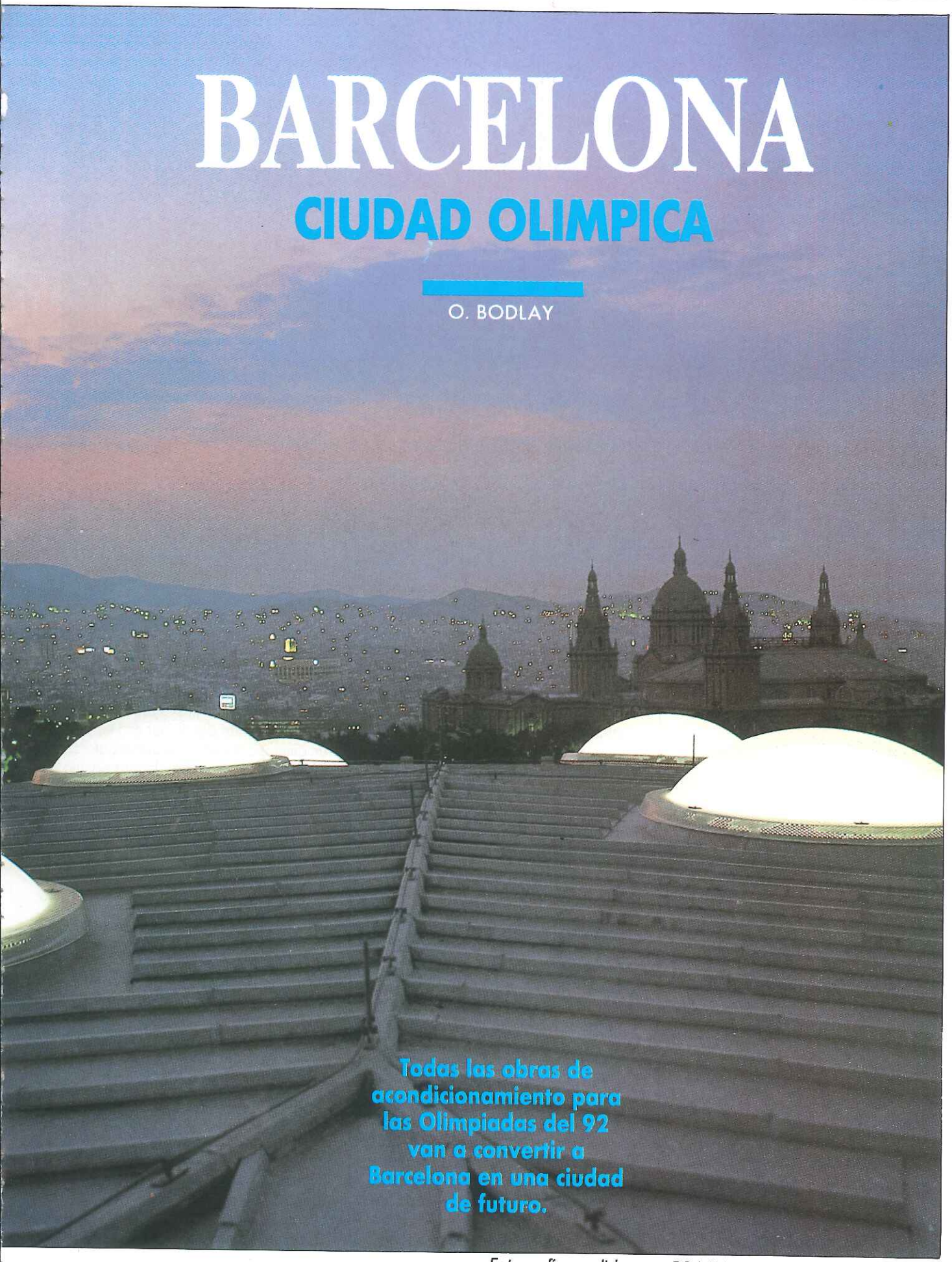
Dentro del Anillo Olímpico está también el Palau Sant Jordi, obra del arquitecto japonés Arata Isozaki, este palacio está construido y llamado a ser una obra arquitectónica revolucionaria, tanto por las técnicas empleadas para su realización, como por el tipo de materiales empleados. En este palacio se desarrollarán las competiciones de gimnasia masculina y femenina, así como las semifinales y finales de voleibol y las finales de balonmano. ▶



BARCELONA

CIUDAD OLIMPICA

O. BODLAY



Todas las obras de acondicionamiento para las Olimpiadas del 92 van a convertir a Barcelona en una ciudad de futuro.

Fotografías cedidas por DRAGADOS Y CONSTRUCCIONES, S. A.

El área de Montjuic contará con un anillo olímpico modelo de la arquitectura mundial actual.

De esta construcción destaca su gran capacidad, que puede albergar a 17.000 espectadores, que lo hacen apto para acoger, una vez pasados los acontecimientos deportivos del próximo año, cualquier tipo de manifestación cultural. Hay que señalar, dentro de su diseño y construcción su espectacular cubierta, elevada mediante grúas hidráulicas a 45 metros de altura.

Las piscinas Bernat Picornell están también dentro del Anillo. Será donde se realicen las competiciones de natación y las finales de waterpolo. Aquí se ha construido una piscina de competición al aire libre, de 50 por 25. Estas mismas dimensiones tendrá la piscina cubierta para calentamiento. Existe además otra piscina al aire libre, más pequeña, de 25 por 21, que no funcionará durante los Juegos, ya que la grada está dispuesta sobre ella.

Todas estas piscinas se construyeron en 1968 para que sirvieran de sede a los Campeonatos de Europa de natación, saltos y waterpolo en 1970 y para formar parte de las instalaciones de los posibles Juegos Olímpicos de 1972, para los cuales la Ciudad Condal también se presentó como candidata, si bien no fue elegida.

Ahora se ha ampliado considerablemente su primitiva capacidad que no llegaba a los 2.000 espectadores y que ahora va a superar una capacidad de 10.000. Este magnífico complejo contará asimismo con un nuevo cuerpo de servicios integrado por un bar con terraza, un gimnasio y vestuarios que separarán las piscinas al aire libre de otra piscina destinada al precalentamiento.

Cabe destacar que estas piscinas se construyeron en 1968 con dos objetivos prioritarios: ser la sede de Los Campeonatos de Europa de Natación saltos y waterpolo del 1970, y formar parte del grupo de instalaciones del proyecto de los Juegos Olímpicos de 1972, a los que también se presentó Barcelona aunque con resultados negativo.

RICARDO BOFILL Y SU PABELLON DEL INEFC

Barcelona 92 contará con una importante muestra de la arquitectura moderna. Nos estamos refiriendo al Pabellón del INEFC cuyo diseñador ha sido el arquitecto catalán Ricardo Bofill. Este pabellón forma parte de las instalaciones que constituirían el denominado Anillo Olímpico. Comenzó a construirse en

Ditch Witch

taladros horizontales dirigidos

Instale el servicio deseado: agua, luz, gas, teléfono, etc. sin desperfectos en superficie, en todo tipo de terrenos, incluso roca. 200 metros o más de longitud, de 50 a 400 mm de diámetro.

Distribuidor exclusivo para España:

Riegos Programados s.a.

Carretera Majadahonda , 40 - Teléf 633 07 11- Fax 633 25 55
28660 BOADILLA DEL MONTE (Madrid)

Ricardo Bofill ha dejado en el pabellón del INEFC un auténtico alarde arquitectónico de funcionalidad y buen gusto.

▶ 1988 y acogerá en un futuro a la futura Universidad del Deporte, al Instituto Nacional de Educación Física de Cataluña pero que durante los Juegos Olímpicos será sede de las competiciones de Lucha.

Cabe destacar que todas estas instalaciones que hemos citado estarán unidas por la Gran Avenida del Estadio y una gran plaza denominada Plaza de Europa ubicada justo encima de un gran depósito de agua con capacidad para más de 60.000 metros cúbicos. Bordearán a dichas instalaciones el Parc de Migdia que es una extensa zona arbolada de 54 hectáreas que servirá de recorrido de la carrera a campo través, correspondiente al pentatlón moderno.

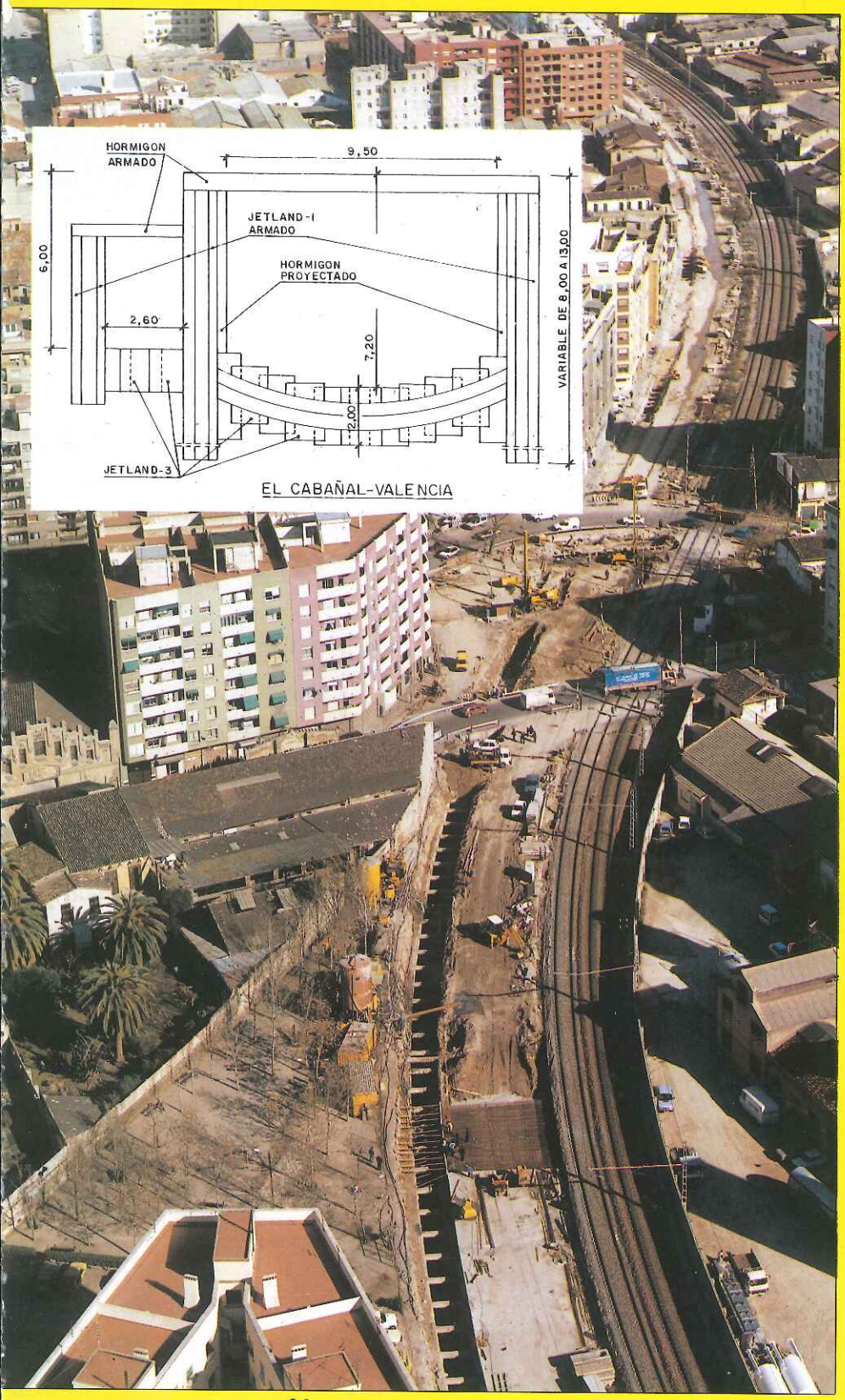
OTRAS INSTALACIONES DEL AREA DE MONTJUIC

Por otra parte, debe destacarse que, además de los diferentes escenarios del Anillo Olímpico, el área de Montjuic contará con otras instalaciones, como el Palau Municipal d'Esports, donde se disputará la competición de gimnasia rítmica y las fases preliminares de voleibol; el Palauy de la Metal-lúrgia, en el que se desarrollarán las competiciones de esgrima y para las pruebas de esgrima del pentaltón moderno; la Piscina Municipal, escenario de los saltos y el waterpolo; el Pavelló de l'Espanya Industrial, que, aunque se encuentra en el barrio de Sants, se incluye dentro del ámbito del área de Montjuic y servirá para celebrar las competiciones de halterofilia, y el Frontó Colom, situado en la parte baja de las Ramblas, que acogerá una parte del programa de competiciones de pelota, deporte de demostración de Barcelona'92.

Por otra parte, hay que mencionar el CMC, el Centro de Medios de Comunicación, con una superficie de 30.791 metros cuadrados totalmente construidos, que será el núcleo principal de trabajo para miles de periodistas, reporteros gráficos y audiovisuales que cubrirán la información de los Juegos de Barcelona'92, y que estará situado dentro del recinto de la Feria de Barcelona, a 5 minutos del Estadio Olímpico de Montjuic. ■

TECNILAND, S.A.

TECNOLOGIAS DEL SUELO



ACTIVIDADES

- JETLAND® , Sistema JET GROUTING®
- PILOPLAST®
- PILOTES
- MICROPILOTES
- INYECCIONES
- ANCLAJES
- BULONES
- DRENAJES
- TABLESTACADOS
- GUNITADOS
- PARAGUAS PARA TUNELES

PANTALLAS Y SOLERA TAPON REALIZADAS MEDIANTE LA TECNICA JETLAND 1 Y 3 Jet Grouting EN EL SOTERRAMIENTO DE «EL CABAÑAL» Y «COLECTOR IBIZA» VALENCIA.

TECNILAND, S.A. DIRECCION: NUMANCIA Nº 1, 08029 BARCELONA TELEFONO : 430 09 33 TELEFAX : 430 65 42
DELEGACIONES: LA CORUÑA - MADRID - MALAGA - SANTANDER - SEVILLA - VALENCIA

OPTIMIZACION DE LA PRODUCTIVIDAD Y MINIMIZACION DE HOLGURAS EN EL PERT/CPM

JOSE BENDICHO JOVEN
INGENIERO T. DE OBRAS PUBLICAS

El problema que se presenta al desarrollar un modelo de simulación, con redes PERT/CPM, la ejecución de una obra, en la que la descomposición de las actividades son trabajos repetitivos, y, en los cuales es necesario definirlos para la programación final, es analizado en este artículo para la distribución de medios, evitación de esperas, retrasos o en todo caso minimizarlos para finalizar la obra en el plazo estimado.

INTRODUCCION

Entre los problemas que presenta el desarrollo de un modelo de simulación, en un Proyecto (Obra) por medio de redes PERT/CPM, analizaremos el de la descomposición de los trabajos integrantes del Proyecto (Obra), antes de incorporarlos en la red.

1-0.1. El problema se acentúa cuando los trabajos son repetitivos, como ocurre con la mayoría de las obras públicas —carreteras, canales, redes de alcantarillado, conducciones de agua y de fluidos— en general.

1-1. Finalizadas la red y la descomposición de trabajos, estimaríamos los rendimientos para cada una de las actividades. Estos rendimientos, llamados «rendimiento medio» de un equipo de operarios y/o maquinaria, son los que marcaran los tiempos de ejecución de cada actividad hasta la terminación del Proyecto (Obra).

1-1.1 Los rendimientos en obra serán variables por ubicuidad del trabajo que se ejecuta, medios disponibles, fenómenos atmosféricos, etc., y sobre todo, comienzos y terminaciones de obra.

1-2. De los «rendimientos medios» estimados hemos obtenido los tiempos más tempranos y los tiempos más tardíos, de comenzar y finalizar cada actividad, excepción de los correspondientes al camino crítico.

1-2.1 Las actividades de la red, excepto las del camino crítico, tienen dos tiempos de iniciación y dos tiempos de terminación.

1-3 Entre estos tiempos existen unas holguras o juegos de las actividades no críticas que los aprovecharemos al máximo, durante la ejecución de la obra, sin agotarlas, puesto que, en caso contrario, puede ocurrir que agotando la holgura de una actividad aparezcan otros caminos críticos.

EXPOSICION

2-0 Toda actividad —fig. 1— está definida por los nudos inicial (i) y el final (j) así como por:

T_E — tiempo más bajo de iniciación

T'_E — tiempo más alto de iniciación

T_L — tiempo más bajo de terminación

T'_L — tiempo más alto de terminación

$t_{(i-j)}$ — duración de la actividad (i-j) con el «rendimiento medio» estimado.

Q — cantidad de trabajo de la actividad, en unidades de obra: m^3 de excavación, m^3 de hormigón, Tm. de acero, etc.

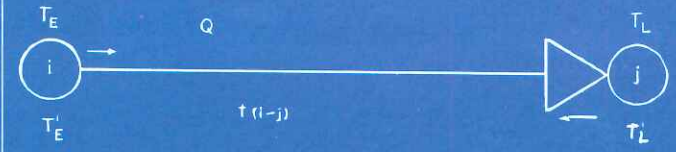


Fig. 1

2-0.1 La holgura o Juego total de la actividad es:

$$H_T = T'_L - T_E - t_{(i-j)}$$

2-1 El «rendimiento medio» es el trabajo realizado, en unidades de obra, por unidad de tiempo: hora, día, semana, etc. De la fig. n.° 1 tenemos:

$$R_{(i-j)} = \frac{Q}{t_{(i-j)}} \qquad (1)$$

donde $R_{(i-j)}$ es el «rendimiento medio» estimado para la ejecución de la actividad (i-j).

2-2 Si sobre unos ejes rectangulares llevamos en el eje de las ordenadas, la cantidad de trabajo, y en el eje de las abcisas, los tiempos que limitan la actividad (ver figura 1), quedan reflejados en la fig. 2.

2-2.1 En el campo de la actividad tenemos tres vectores:

$$(t_{(i-j)},Q);\ (T_L-T_E,Q)\ \text{y}\ (T'_L-T_E,Q)$$

de modo que

$$t_{(i-j)} \leq t_1 \leq t_2$$

siendo

$$T_L - T_E = t_1 \text{ y } T'_L - T_E = t_2$$

para la misma componente Q - cantidad de trabajo - los rendimientos son:

$$R_{(i-j)} = \frac{Q}{t_{(i-j)}} \; ; \; R_1 = \frac{Q}{t_1} \text{ y } R_2 = \frac{Q}{t_2}$$

de modo que

$R_{(i-j)}$ R_2

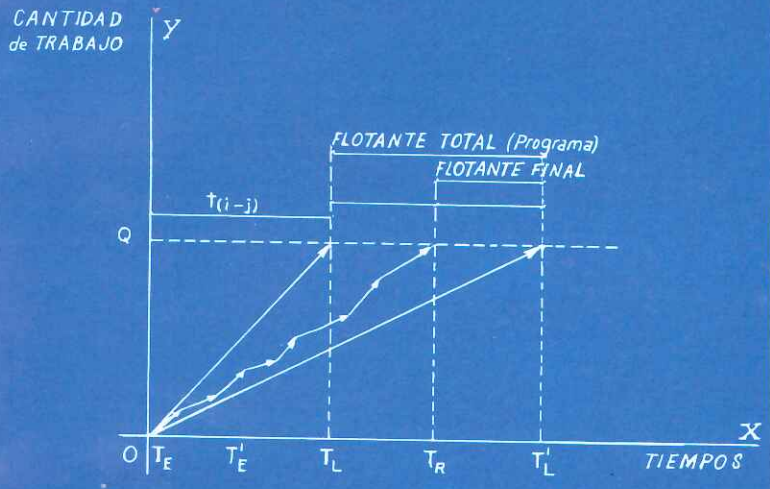


Fig. 3

2-2.2 En caso de no obtener el $R_{(i-j)}$, «rendimiento medio» estimado, durante la ejecución de obra, debemos finalizar la actividad en un tiempo óptimo, t_0, de modo que

$$t_{(i-j)} \geq t_1 \geq t_0 \geq t_2$$

el rendimiento, R_0, es

$$R_0 = \frac{Q}{t_0}$$

o bien

$$t_0 = \frac{Q}{R_0}$$

2-3 En el caso que se verifique

$$t_{(i-j)} = t_1 = t_0 = t_2$$

la actividad es del camino crítico.

2-4 La cantidad de trabajo Q y el tiempo en ejecutarlo, t, es un vector cuya dirección y sentido son el rendimiento medio y el avance de la obra.

2-4.1 Al ejecutar una actividad o trabajo, en obra, los rendimientos son variables como hemos visto en 1-1.1 y los tiempos de ejecución son, también, variables para una misma cantidad de trabajo, Q

$$R_1 \; ; \; R_2 \; ; \; R_3 \; ..... \; ; \; R_n$$

por tanto se verifica

$$t_1 = \frac{Q}{R_1} \; ; \; t_2 = \frac{Q}{R_2} \; ..... \; t_n = \frac{Q}{R_n}$$

y sumando estas igualdades

$$\sum_{a=1}^{n} t_a = Q \sum_{a=1}^{n} \frac{1}{R_a} \qquad (2)$$

2-4.1-2 Tomando el tiempo medio de la expresión anterior (2)

$T_m = 1\,n\,n\,\Sigma\,a{=}1\;t_a$

por tanto

$t_m = Q\,n\,n\,\Sigma\,a{=}1\;1\,R_a$

y por otro lado

$t_m = Q\,R_m$

igualando

$Q\,R_m = Q\,n\,n\,\Sigma\,a{=}1\;1\,R_a$

de donde

$1\,R_m = 1\,n\,[\,1\,R_1 + 1\,R_2 + ... + 1\,R_n\,]$

2.5 En nuestro caso, la actividad de la fig. 1,

$1\,R_0 = 1\,2\,[\,1\,R_{(i-j)} + 1\,R_2\,]$ (3)

en el caso que $t_{(i-j)}=t_i$ como vimos en 2-2.2.

2.5.1 De este modo el problema queda parcialmente resuelto, pues si queremos conocer, en un momento dado, cuál es el avance real de la obra, cuál su evolución, con relación a los tiempos estimados, qué redimientos se obtienen en obra. Este método no lo cumplimenta.

2.6 Si dividimos el tiempo de la duración estimada, de la actividad de la fig. 1, en n partes iguales tenemos:

$$n \cdot t = t_{(i-j)} \qquad (4)$$

la cantidad de trabajo realizado en cada período de tiempo, t, son variables.

$q_1 \; ; \; q_2 \; ; \; ..... \; q_n$

de modo que

$n \Sigma a=1\ q_a = Q$

los vectores que forman la actividad son:

$(t,q_1);(t,q_2)$ ..... (t,q_n)

y los rendimientos

$r_1 = q_1\ t\ ;\ r_2 = q_2\ t\ ;$ ..... $r_n = q_n\ t$

de modo que

$n \Sigma a=1\ r_a = 1\ t\ n \Sigma a=1\ q_a$

o bien

$$n \Sigma a=1\ r_a = 1\ t\ Q \qquad (5)$$

2.6.1 Sustituyendo el valor de t en la expresión (5) nos queda:

$1\ n\ n \Sigma a=1\ r_a = Q\ t_{(i-j)}$

o bien

$$R_{(i-j)} = 1\ 0\ n \Sigma a=1\ r_a = Q\ t_{(i-j)} \qquad (6)$$

la expresión (6) es idéntica a la (1).

2.6.2 Si en la expresión (4) hacemos crecer el valor de n, el valor del tiempo, t, disminuye, de modo que si

n .....∞

el tiempo

$t>0$

y el límite

$$\lim_{t \to 0} \frac{dq}{dt} = T'(q) = \text{rendimiento}$$

por tanto el rendimiento es la tangente a la curva de avance de la actividad, y en el punto, particularización, de tangencia tendremos la cantidad de trabajo ejecutada en ese punto.

2.7 Ante la dificultad de conocer la ecuación de la curva de productividad de la actividad, optaremos por continuar con la ecuación expuesta en (6).

2.7.1 Si el tiempo de duración $t_{(i-j)}$ de la actividad (i) - (j), son meses y los tiempos empleados en la red de trabajos, vienen en semanas, el rendimiento, de la cantidad de trabajo Q por semana es:

$$R'_{(i-j)} = \frac{Q}{4{,}33 \cdot t_{(i-j)}} \qquad (7)$$

por día

$$R''_{(i-j)} = \frac{Q}{5 \cdot 4{,}33 \cdot t_{(i-j)}} \qquad (8)$$

y por hora

$$R''_{(i-j)} = \frac{Q}{8 \cdot 5 \cdot 4{,}33 \cdot t_{(i-j)}} \qquad (9)$$

que equivale a ocho horas de trabajo diario, la semana, son cinco días útiles de trabajo (de lunes a viernes) y el mes tiene 4,33 semanas que corresponden al cociente de 52 semanas-año por 12 meses.

CONCLUSION

3.0 Dibujada la red de actividades, con la cantidad de trabajo y estimación de los tiempos de ejecución de cada una de ellas, obtenemos, los tiempos más bajos de iniciación y de terminación, comenzando desde el origen hasta el final, es decir, de izquierda a derecha. Los tiempos más altos de iniciación y terminación los obtenemos de derecha a izquierda, o sea, del final al principio, como se señala en la fig. 1, con unas flechas pequeñas.

3.0.1 Estos tiempos de ejecución de las actividades que en el primer recorrido de izquierda a derecha, llegan a los sucesos, con la mayor suma acumulada y en el segundo recorrido de derecha a izquierda llegan a los sucesos con la menor suma acumulada nos marcarán el camino crítico y las holguras de las demás actividades que aprovecharemos durante la ejecución de la obra.

3.1 En general tenemos que

$t_{(i-j)} \quad < \quad T_L - T_E$

y la holgura total de la actividad

$H_T = T'_L - T_E - t_{(i-j)}$

3.1.1. Si

$t_{(i-j)} \quad \leq \quad T_L - T_E = t_1$

Significa exceso de medios, que pueden distribuirse a otras actividades.

3.1.2 Si

$$t_{(i-j)} = T_L - T_E = t_1$$

Los medios son los adecuados para ejecutar la actividad.

3.1.3 Cuando por cualquier circunstancia imprevista en la programación o por causas señaladas en el apartado 1.1.1 se alargue el tiempo de ejecución de la actividad, de modo que:

$$t_{(i-j)} \quad > \quad t_1$$

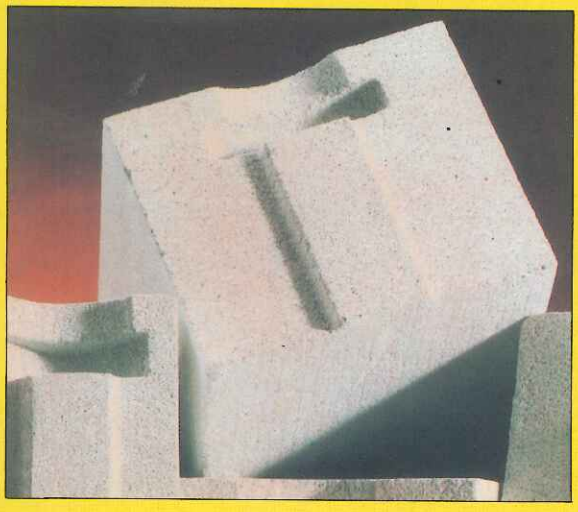
Planifique y Construya

con YTONG®

CALIDAD DE VIDA

Un producto de 1ª categoría por su:

- *Facilidad de colocación*
- *Elevada resistencia a compresión*
- *Gran aislamiento acústico*
- *Excelente aislamiento térmico*
- *Totalmente incombustible, y resistente al fuego*



Las edificaciones ejecutadas con **YTONG** *proporcionan a sus usuarios un ambiente confortable y seguro.*

Si desea mayor información, enviennos el cupón adjunto.

Nombre/Empresa .....
Actividad .....
Dirección .....
Código Postal ..... Teléfono .....
Población .....
Provincia .....

YTONG ESPAÑA, S.A.

Avda. Portugal, 3, ptl. 3, 2° A
28023 MADRID (Pozuelo)
☎ (91) 352 32 38
✆ (91) 352 70 96

se nos presentan los casos siguientes:

3.1.3.1 De la programación partimos que:

$$t_{(i-j)} = t_1$$

debemos obtener un tiempo, t_0, de modo que los rendimientos los controlemos por medio de la expresión encontrada en (3) en la cual

$$R_0 = \frac{2\ R_{(i-j)}\ R_2}{R_{(i-j)} + R_2} \qquad (10)$$

y particularizada en las subdivisiones del tiempo encontramos las expresiones (7), (8) y (9). Estas subdivisiones del tiempo nos marcan los vectores —fig. 3— cuya suya algebraica será el vector

$$(T_R - T_E\ ,\ Q)$$

siendo

$$T_R - T_E = t_0$$

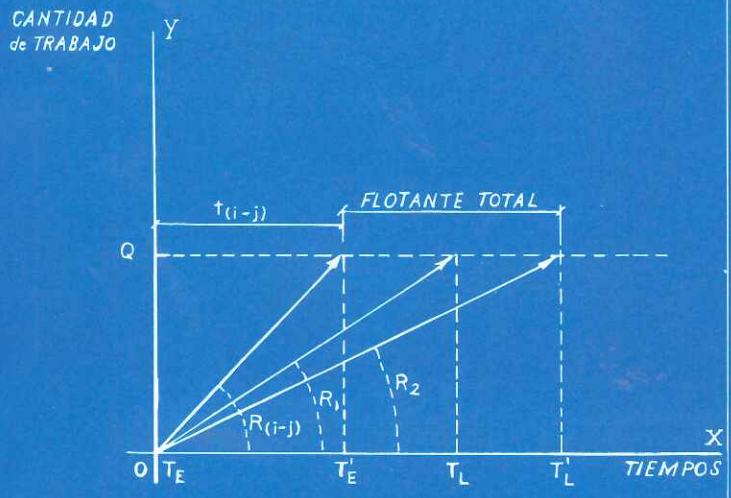


Fig. 2

3.1.3.2 Si de la programación partimos que

$$t_{(i-j)} < t_1$$

de modo que

$$t_{(i-j)} = t_1\ \alpha$$

Si durante la ejecución de la obra, el tiempo $t_{(i-j)}$ programado crece, quiere decir que el rendimiento baja, por tanto, deberemos controlar el rendimiento por la expresión anterior (10), que como hemos visto corresponde a tomar el tiempo medio entre el tiempo estimado en la programación $t_{(i-j)}$ y el máximo tiempo que puede durar la ejecución de la actividad sin retrasar el programa.

$$t_0 = t_{(i-j)} + t_2 - t_{(i-j)}$$

de donde

$$t_0 = 1/2\ (\ t_{(i-j)} + t_2\ )$$

3.2 La holgura total de la actividad es

$$H_T = T'_L - T_E - t_{(i-j)}$$

al alargarse la actividad es

$$H_T = T'_L - T_E - t_0$$

$$H_T = (T'_L - T_E)\,1/2 - 1/2\,t_{(i-j)} \qquad (11)$$

pero

$$t_{(i-j)} \leq T_L - T_E$$

sustituyendo los valores de $t_{(i-j)}$ en (11) obtenemos

$$H_T = 1/2\ (T'_L - T_L)$$

cuando

$$t_{(i-j)} = T_L - T_E$$

y

$$H_T = 1/2\ (T'_L - T_L + \alpha)$$

cuando

$$t_{(i-j)} < T_L - T_E$$

3.2.1 La holgura total de la actividad se convierte en la holgura del suceso final en el caso que:

$$t_{(i-j)} = t_i$$

en el caso que

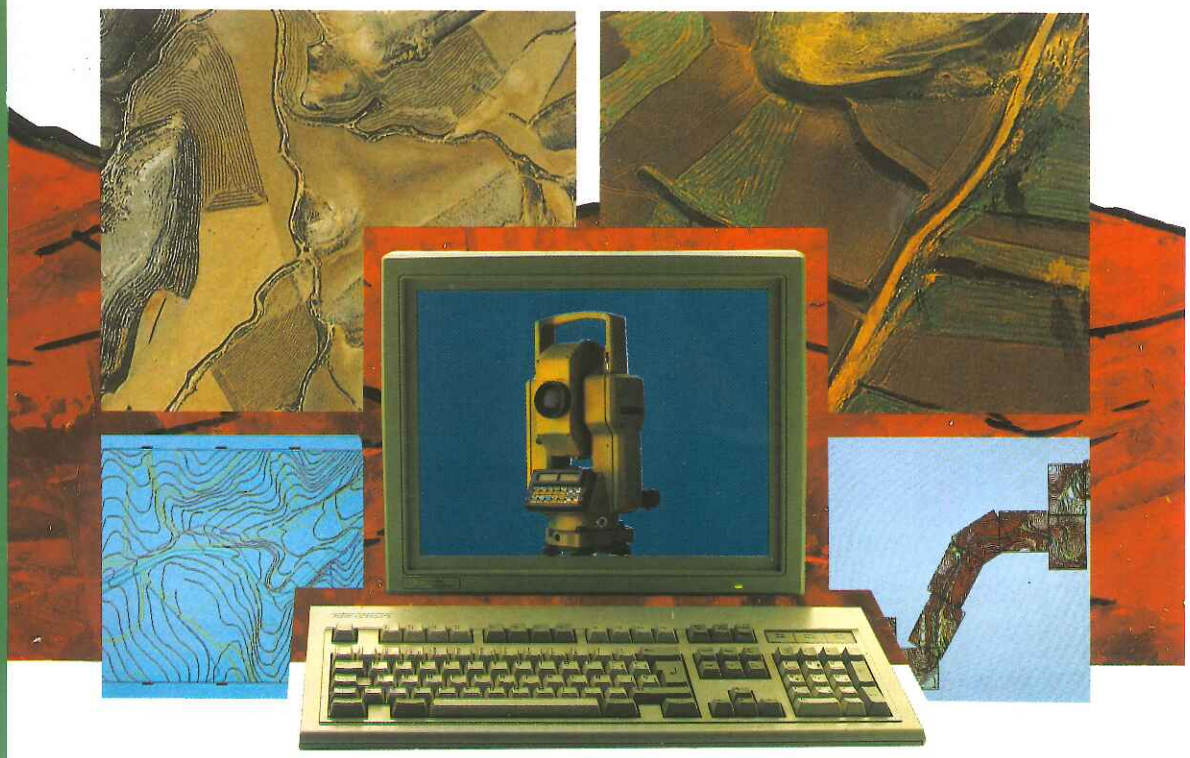
$$t_{(i-j)} < t_i$$

La holgura total de la actividad se convierte en la holgura del suceso final más una cantidad, α, que es la diferencia de los tiempos finales de t_1 y $t_{(i-j)}$.

3.2.2 En caso de no obtener, en obra, los rendimientos estimados en la programación, controlaremos en obra el modo de obtener un tiempo t_0 o menor de modo que la holgura del suceso final de la actividad sea del 50 % como mínimo, lo que nos permitirá una mejor distribución de los medios y una dirección de obra sin los agobios si tenemos muchas actividades críticas o casi críticas. ■

NOVEDAD

TOOL software



LIBRERIA DE PROGRAMAS

TREBOL II CALCULO DE ESTRUCTURAS.

CLIP II TRAZADO DE CARRETERAS Y OBRAS LINEALES.

CIES REDES DE SANEAMIENTO.

HYNET REDES DE SUMINISTRO HIDRAULICO.

TALUD ESTABILIDAD DE TALUDES.

CODEL MEDICIONES Y PRESUPUESTOS EN INSTALACIONES ELECTRICAS.

SISPRE MEDICIONES, PRESUPUESTOS, CERTIFICACIONES, PLIEGO DE CONDICIONES.

TOOLPLAN CAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA.

TOPOTOOL

Cartografía Restituida y Digitalizada

Aplicación que permite modelizar el terreno a partir de cartografía restituida o digitalizada. Permite obtener los perfiles transversales de un éje en planta definido por el programa CLIP II o por un fichero compatible ASCII, así como el perfil longitudinal del mismo o de un eje cualquiera, todo ello de forma automática y rápida; incluir las líneas de una planta de una carretera definida por el programa CLIP II; editar el terreno; localizar puntos de interés en el terreno; generar ficheros DXF para cualquier modificación y su posterior tratamiento por el TOPOTOOL; dibujar planos con marcos, rótulos, cruces de acotación, etc. La captación de líneas puede ser directa, a través de ficheros de restitución digital en múltiples formatos ASCII, o se pueden digitalizar, a partir de planos, pudiendo utilizar cualquier tableta o mesa digitalizadora del mercado.

Serrano, 219, 1.° C - 28016 Madrid - Tels. 458 67 70 - 457 22 15

PRIMER CENTRO ESPAÑOL DE ENERGIA SOLAR

(UBICADO EN TABERNAS ALMERIA)

Plataforma solar de Almería

Acaba de construirse un gran horno solar capaz de alcanzar los 3.000 grados centígrados.

EN el término municipal de Tabernas, pueblecito situado a pocos kilómetros de Almería, se están acometiendo una serie de proyectos que tiene por base la energía solar, entre los que destaca un horno solar, recientemente inaugurado, que alcanzará temperaturas de 3.000 grados. Además se está llevando adelante un proyecto internacional, consistente en una planta piloto para probar la viabilidad de la última generación de colectores solares cilíndrico-parabólicos.

El horno solar de Tabernas consiste en un edificio diáfano, con una altura equivalente a cuatro pisos y en cuyo interior lleva un disco de espejo de más de cien metros cuadrados. Con él se pretenden alcanzar las temperaturas más altas conseguidas hasta ahora a base de cerámicas, que utilizará el transbordador europeo Hermes. Además este horno hará posible estudios sobre gasificación de combustibles sólidos y la destrucción de residuos químicos peligrosos, mediante energía solar.

Para España es importantísimo que la Comunidad Europea se haya decantado por hacer estos experimentos en Almería, dado que supone un tácito reconocimiento de la importancia de la Plataforma Solar almeriense, que tiene garantizadas unas 3.000 horas de sol al año.

OROZCO Y ROMAN

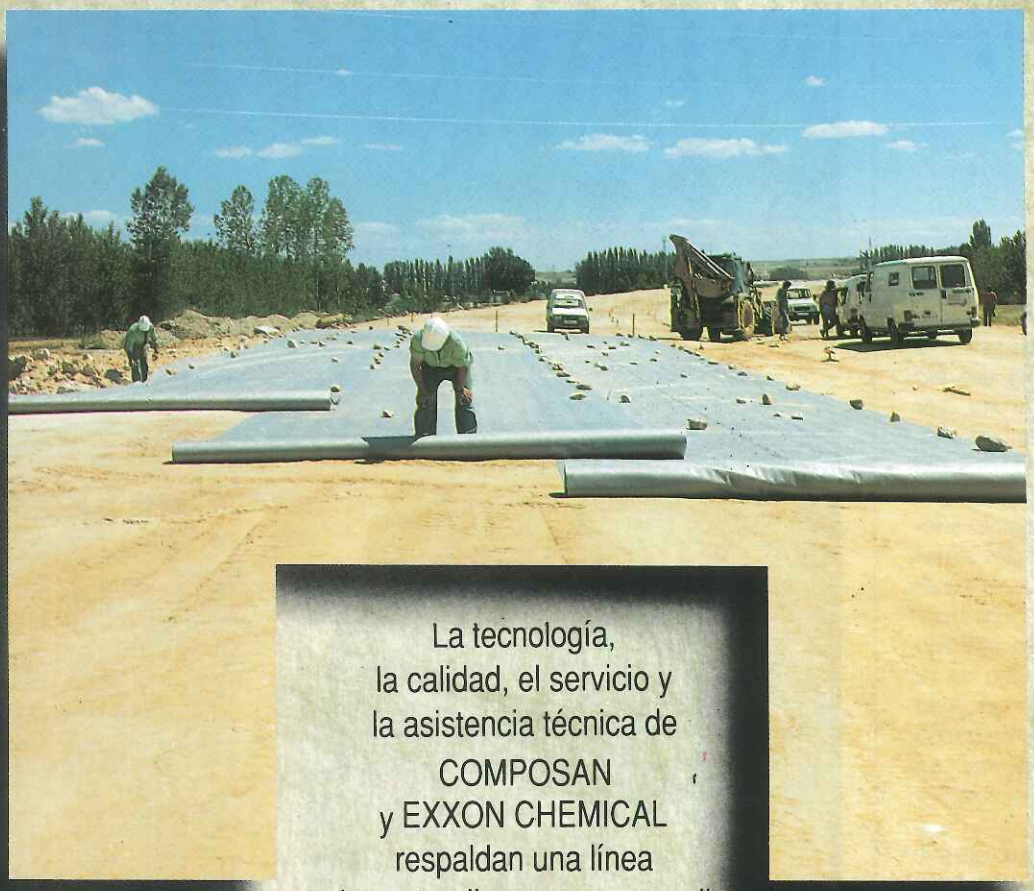
100 MILLONES DE MARCOS PARA ENERGIA SOLAR

Por otra parte, la Compañía Eléctrico-Solar de California LUZ, la empresa alemana Flachsol y el ministerio de Industria y Energía alemán ensayan un nuevo colector solar, que se utilizará para generar electricidad a partir de turbinas de vapor, de forma que la energía pueda ser competitiva con los sistemas tradicionales.

Este experimento, que supone una inversión de 100 millones de marcos, se hace mediante un colector de 12 metros de abertura y un módulo de más de un kilómetro de largo. Las pruebas se efectúan sobre una superficie de 11.000 metros cuadrados en la que se disponen

GEOTEXTILES

PEVSA



La tecnología,
la calidad, el servicio y
la asistencia técnica de
COMPOSAN
y EXXON CHEMICAL
respaldan una línea
de geotextiles que, con amplia
gama de soluciones, cubren
cualquier necesidad en el campo
de la obra civil.

PEVSA

COMPOSAN, S.A.

Carrera de San Jerónimo, 17 - 28014 MADRID
Telf.: 429 51 59 - Télex 27 606 PEVSA - E
Fax: 429 34 30

de un igual número de placas de vidrio y espejos.

El otro sistema se compone de dos campos de colectores de casi el mismo tamaño, pero de diferente tipo: un conjunto de 40 grupos de colectores cilíndrico-parabólicos de disposición horizontal y orientables según un eje y otro de 84 grupos de colectores cilíndrico-parabólicos de disposción vertical y orientables según dos ejes. Cada uno de los campos ha sido construido con colectores de fabricantes diferentes.

La superficie total de los colectores proporciona una potencia de 0,5 MWe. Por lo demás el funcionamiento es semejante al anterior. Por lo que respecta al ciclo termodinámico, el calor captado por los dos campos de colectores se transmite, a través de un fluido caloportante a un sistema de almacenamiento y a una caldera; en ella por la acción del calor un fluido secundario se convierte en vapor y pone en marcha un generador que produce energía eléctrica.

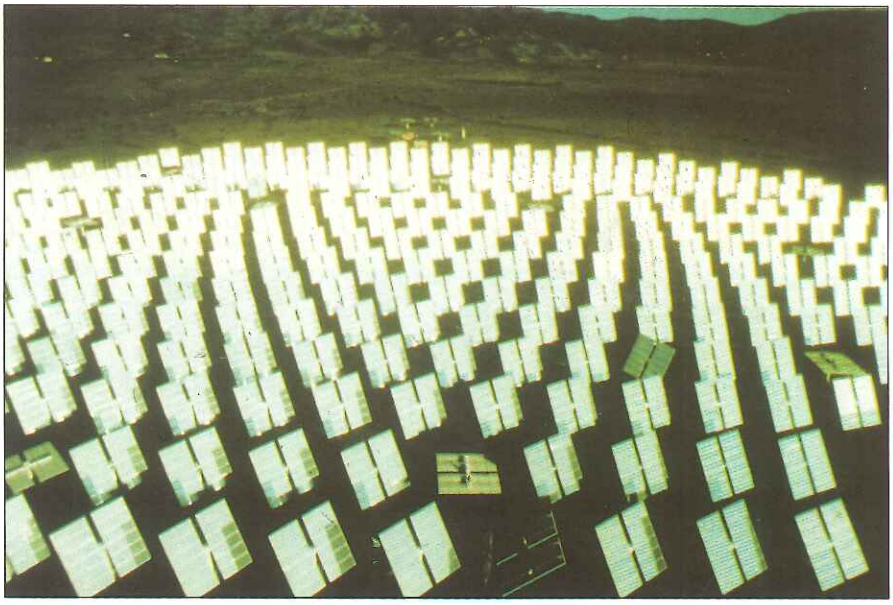
UNA PLATAFORMA SOLAR ULTRAMODERNA

La plataforma solar de Almería ubicada también en Tabernas es un centro de experimentación de la energía que proviene del sol, situado sobre una gran superficie, que supera las cien hectáreas. En ella, aparte de los experimentos citados, se realizan desde hace muchos años otras investigaciones sobre energía solar. Además cuenta con tres centrales solares en funcionamiento, por lo que se puede afirmar que el complejo es la realización más importante que existe en investigación solar en nuestro país y una de las mejores de Europa, afirmación que corroboran numerosas empresas internacionales que vienen a desarrollar aquí sus técnicas, empresas y países tecnológicamente muy avanzados.

Dos de las centrales en funcionamiento pertenecen al proyecto SSPS, o lo que es lo mismo Pequeños Sistemas de Energía Solar, patrocinado por la Agencia Internacional de la Energía y financiado por nueve países miembros. En este sentido el citado proyecto es único en el mundo por la amplitud de la cooperación internacional que se da cita en él y por la distribución de la realización de los distintos aspectos del proyecto entre las naciones que forman parte del mismo.

Su objetivo principal es analizar en detalle dos vías diferentes de utilización de la energía solar para la generación de electricidad de cara a su aplicación, tanto para el suministro de energía eléctrica a la red, como para su empleo en zonas cuya situación geográfica hace que el recurso a los sistemas y técnicas convencionales de suministro de electricidad sea extremadamente caro y dificultoso. Para ello cuenta con dos instalaciones de diferente diseño: un sistema de receptor central y un sistema basado en colectores solares. El objetivo del proyecto es comparar el rendimiento de ambos sistemas

La plataforma solar de este complejo es una de las más importantes de Europa.



Campo de heliostatos de Almería.

Un horno solar de características similares a este de Odeillo (Francia) ha comenzado a funcionar en Tabernas (Almería).

CYPE, al completo.

- Cálculo Espacial de Edificios de Hormigón.
- Cálculo de Edificios con Forjados Reticulares.
- Preestudio de Forjados Reticulares.
- Estructuras Metálicas.
- Cimentaciones Superficiales Aisladas.
- Forjados Unidireccionales.
- Pórticos Planos.
- Instalaciones para Urbanización.
- Programas de Topografía.
- Muros de Contención.
- Condiciones Térmicas del Edificio (KG).
- Mediciones, Presupuestos, Certificaciones y Pliegos de Condiciones (ARQUIMEDES).

Paquete completo de arquitectura

459.000 Ptas.

Solicite tarifa de precios para los distintos módulos.

CYPE INGENIEROS

CYPE INGENIEROS S.A.

AVDA. EUSEBIO SEMPERE 5
03003 ALICANTE
TELS. (96) 522 40 88 - 522 48 53
FAX (96) 512 49 50

ACR

▶ bajo las mismas condiciones ambientales y con la gestión de un mismo operador.

UNESA SE ENCARGADEL MANTENIMIENTODE ESTE COMPLEJO

El importe del diseño, construcción, evaluación de resultados y puesta en funcionamiento del proyecto superó los 5.000 millones de pesetas y UNESA es la sociedad que se ocupa del mantenimiento y administración del proyecto.

El primero de los sistemas posee un campo de heliostatos formado por 93 unidades de casi 40 metros cuadrados cada una. El receptor es de sodio y se encuentra situado en una torre a 43 metros de altura. El sistema de almacenamiento consta de dos tanques de sodio y tiene una capacidad de 1 MWhe. Al revés que el resto de las centrales solares importantes que existen en el mundo, ésta tiene un sistema de potencia basado en un motor de vapor, en lugar de una turbina.

Almería reune las mejores condiciones del Viejo Continente para el óptimo funcionamiento de una planta de energía solar.

Los subsistemas de esta central, cuyo rendimiento interesa estudiar más de cara a futuros proyectos y aplicaciones son el campo de heliostatos y el receptor de sodio situado en la torre. Los primeros son móviles para poder recibir en todo momento la radiación solar con la mejor incidencia posible. Están hechos de forma que resistan vientos de hasta 144 kilómetros hora y movimientos sísmicos, lo mismo que fuertes pedriscos.

El otro proyecto constituye una aplicación de los sistemas de colectores de concentración al aprovechamiento de energía solar para la producción de electricidad. Se compone esta central de dos campos de colectores casi del mismo tamaño, pero de diferente tipo: un conjunto de 40 grupos de colectores cilíndrico-parabólicos de disposición horizontal y orientables según un eje y otro de 84 grupos de colectores cilíndrico-parabólicos de disposición vertical y orientables según dos ejes. Cada uno de los campos ha sido construido con colectores de firmas fabricantes diferentes.

Por lo que respecta a la tercera central solar, ésta presenta la característica importante de estar construida con materiales de fabricación española. El objetivo de esta central no es tanto la fabricación de energía, sino el estudio de los diferentes modos de operar y los materiales a utilizar en el ámbito de la energía solar.

Aunque dicen los expertos en energía convencionales que faltan 50 años para poder sustituir las energías convencionales por las energías limpias, España se prepara para abordar ese reto desde un lugar caluroso y soleado, situado dentro de lo que conocemos como el desierto de Almería. ■

HORNO SOLAR P. S.A.

La plataforma Solar de Almería es una instalación perteneciente al CIEMAT, que constituye el mayor centro europeo de ensayos de aplicaciones de la energía solar térmica.

Es operada conjuntamente por el Instituto de Energías Renovables del CIEMAT y el Instituto alemán DLR.

CARACTERISTICAS GENERALES

Campo de Heliostatos:

- 4 Heliostatos MBB.
- Cada uno de 16 facetas planas no concentradoras tipo sandwich, de 3,35 m².
- Superficie total reflectiva 53,61 m².
- Control de seguimiento solar por ordenador.
- Reflectividad 90%.

Atenuador:

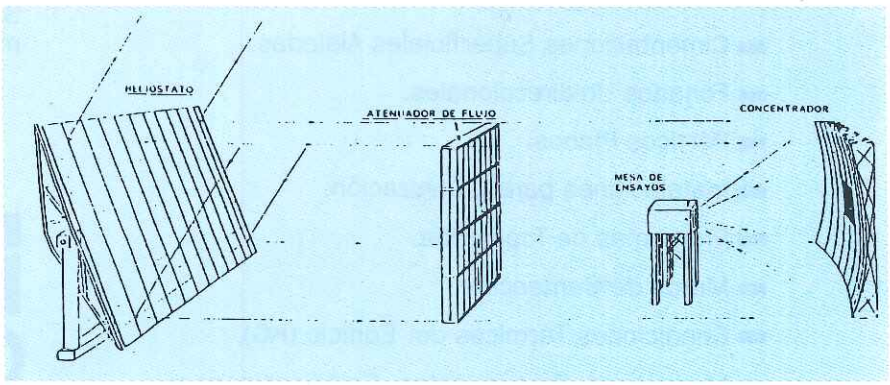
- Dimensiones 11,44 m × 11,20 m.
- Consiste en 30 lamas de 5,60 m × 0,93 m.
- 15.896 posiciones entre 0° (abierto) y 55° (cerrado) con una precisión angular de 0,00346°.
- Mínimo tiempo de cierre 5 seg.

Concentrador:

- Dimensiones 11,01 m × 10,41 m.
- 89 facetas tipo sandwich (0,91 × 1,21 m) con diferentes radios de curvatura.
- Area reflectiva total: 98,51 m².
- Reflectiva = 94%.
- Longitud Focal f = 7,45 m.
- Altura Focal H_1 = 6,09 m.
- Pico de concentración de C_{HCO}= 8000.
- Potencia incidente: 60 kW.
- Tamaño de foco estimado: 12 cm.
- Temperatura estimada del cuerpo negro: T = 3350 K.

Mesa de Ensayos:

- Dimensiones: 0,7 m × 0,6 m.
- Móvil según tres ejes con regulación de velocidad.
- Velocidad máxima 20 cm/seg.
- Desplazamientos: x = 0,92 m, y = 0,66 m (a lo largo del eje óptico), z = 0,50 m.



Pozo de sabiduría.

Hemos puesto todo nuestro saber y nuestro hacer en la fabricación de nuestras bombas.

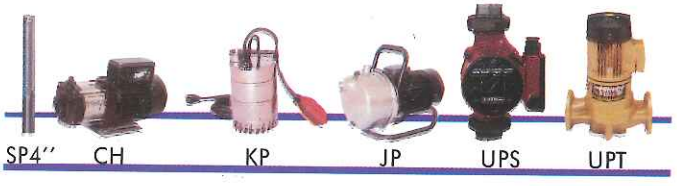
Resultado de ello son las soluciones que hoy le ofrece **GRUNDFOS.**

Bombas con corazón de acero inoxidable, totalmente silenciosas para darle toda la fuerza en el caso del consumo doméstico y aumentar la presión y circulación del agua en el caso de climatización.

Bombas **GRUNDFOS** sumergibles, con grandes aspiraciones también, para extracción de aguas subterráneas.

Para no dejarle tirado en ningún terreno.

Y es que **GRUNDFOS,** más que nunca, le ofrece hoy las más completas soluciones a cualquier tipo de problema que se le pueda plantear.



Un gran nombre para ayudarle a salir a flote.

GRUNDFOS ... la bomba.

Francisco Gervás, 2. (Pol. Ind. Alcobendas) - Tel.: 661 21 12 - Fax: 661 23 63 - Apartado 222 - 28100 Alcobendas (Madrid)

C y G Asociados

LAS CALZADAS ROMANAS EN LA PENINSULA IBERICA

MANUEL ROLANDI SANCHEZ-SOLIS
Geólogo
ARTURO LOPEZ HERNANDEZ
Ingeniero Técnico de Obras Públicas

Ramal de la calzada romana de Segovia a Titulcia y Toletum. Sector próximo a Cercedilla (Madrid).

INTRODUCCION Y ASPECTOS GENERALES

LAS calzadas romanas formaban un conjunto orgánico de grandes vías que tenía por objeto comunicar y abarcar la totalidad del Imperio, y fueron construidas con una concepción básica de servicio a la administración imperial para los largos recorridos y no como un nexo de unión entre poblaciones más o menos próximas.

Las grandes calzadas militares o «calzadas imperiales» constituyen la reliquia más duradera del poder romano y uno de los más claros exponentes de su avanzada ingeniería militar, dado que fueron construidas en su mayor parte por los «militares» e «inmunes» de las propias legiones y bajo la supervisión y dirección de sus «principales».

Por prácticamente todos los territorios del Imperio (Europa meridional y central, ▶

Detalle del empedrado superior de una calzada romana y del canal de desagüe lateral.

Esquema de las principales vías de comunicación de la Hispania romana. (Historia de España del Marqués de Lozoya).

Oriente próximo y Norte de Africa) existió una vasta red de calzadas romanas, que en algunos lugares continúan todavía en uso en la actualidad y en otros muchos han servido como base del trazado de las actuales vías. El diseño de su trazado y de sus características constructivas puede considerarse, por consiguiente, como inmejorable para la época y las condiciones en que se construyeron.

El motivo inicial y principal de su trazado fue básicamente militar, dado que se diseñaron y construyeron como vías de tránsito de las legiones en los territorios ocupados, que enlazaban las plazas fuertes entre sí y entre éstas y los poblados fortificados de las colonias próximas a los «limes», y que permitían a las guarniciones romanas acudir lo más rápidamente posible a cualquier punto del imperio, por lejano que estuviera, donde se necesitara su presencia. Posteriormente, y pacificados los distintos territorios, las numerosas calzadas construidas anteriormente con fines militares pasaron a desempeñar una nueva función no menos importante: el control económico y administrativo de los territorios ocupados, facilitando, al mismo tiempo, el establecimiento a ellos de las primeras comunidades agrícolas.

Gracias a esta extensa y bien diseñada red de comunicaciones, los romanos consiguieron superar la difícil prueba de la Segunda Guerra Púnica y de la expedición de Aníbal en Italia (218-201 a.C.), maniobrando rápidamente con sus legiones por la Galia, la Cisalpiva y por el propio suelo de la península itálica, lo cual permitió, tras las primeras y graves derrotas iniciales (Trebia, 218 a.C., Trasimeno, 217 a.C., Cannas, 216 a.C. y Tarento, 212 a.C.), que los cónsules M. Livio Salinator y C. Claudio Nerón consiguieran vencer a los cartagineses en Metauro (207 a.C.), que Escipión venciera a Magón y Giscón en Ilipa (Alcalá del Río, 206 a.C.) y, por último, que el propio Escipión derrotara totalmente a los cartagineses en Túnez (203 a.C.) y en la decisiva batalla de Zama (202 a.C.), lo que supuso la rendición incondicional de Cartago.

EL TRAZADO DE LAS CALZADAS

No existieron prácticamente obstáculos que no pudieran superar los ingenieros romanos en el trazado de sus calzadas. Existen calzadas que atraviesan pantanos, altas montañas, ríos caudalosos, bordes de acantilados, desiertos inóspitos, etcétera.

Los zapadores de Trajano consiguieron realizar verdaderos alardes de ingeniería, al construir una dificilísima calzada en los acantilados que bordean el río Danubio, y los de Augusto abrir un complicado paso a través de los Alpes en el Gran San Bernardo, a más de 500 m. por encima del límite de las nieves perpétuas, y allí donde años antes había desistido de hacerlo, al considerarlo imposible, su tío, el gran Julio César.

Por todo el imperio surgieron miles de kilómetros de calzadas que unían los principales núcleos urbanos y guarniciones de las diferentes provincias.

Su simple enumeración sería imposible de reflejar en una publicación de esta índole, obligándonos, por tanto, a limitarlas a las más destacables de la península itálica y, lógicamente, a las de la península ibérica.

En el territorio italiano, la red de calzadas estaba muy desarrollada, sobre todo en su mitad Norte, que constituía su salida natural por tierra hacia el resto del Imperio.

El centro neurálgico y punto de partida ▶

Plano de distribución general de las vías romanas en la Península Ibérica. (XI CIGB - ICOLD-73)

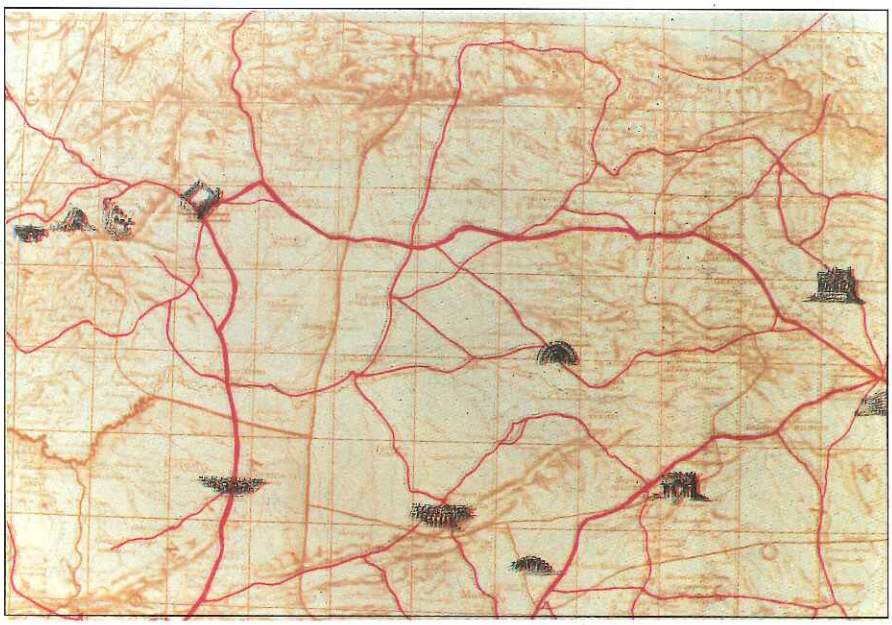
de las principales vías era, lógicamente, Roma, capital de la República, (268 a.C.-14 d.C.) o del Imperio (14 d.C. a 476 d.C.), según los períodos, y desde ella se distribuían de forma radial las siete grandes vías de la «red principal».

En el Norte de la península itálica existían cinco vías o calzadas principales: «Vía Aurelia», «Vía Cassia», «Vía Flamivia», «Vía Emilia», «Vía Postumia», así como multitud de calzadas secundarias.

El Centro de la península se veía atravesada de oeste a este por la «Vía Cecilia» y el sur disponía de la más extensa calzada de Italia, la «Vía Appia», con 160 km. de recorrido, con los que se unía Roma con los dos extremos de la bota itálica, Rhegium, junto al estrecho de Mesina, y Brundisium (Brindisi).

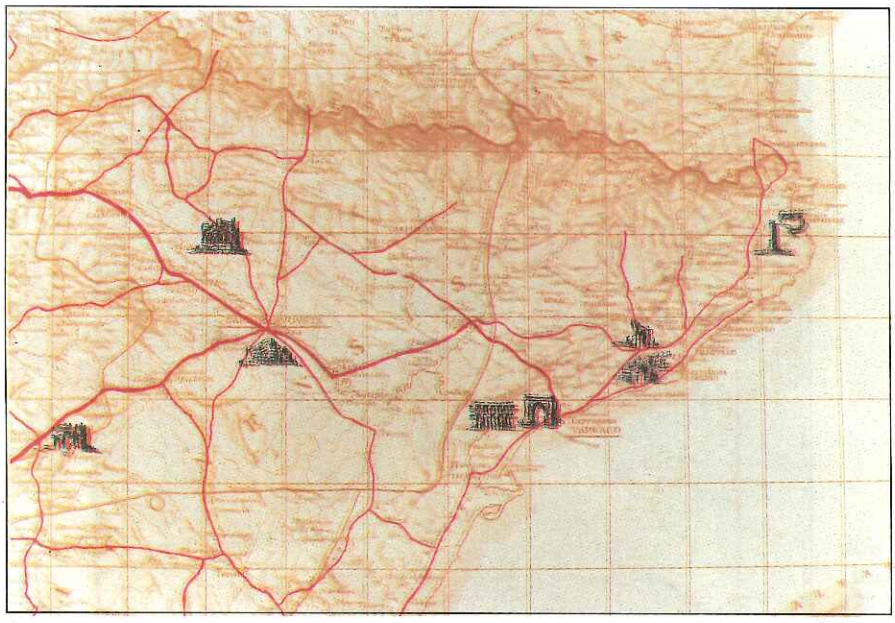
LA RED DE CALZADAS ROMANAS EN LA PENINSULA IBERICA

Con la llegada de los romanos a la Península Ibérica en el año 218 a.C., con motivo del traslado del escenario de la Segunda Guerra Púnica al territorio peninsular, sus generales, y posteriormente procónsules, cónsules, pretores y gobernadores (los hermanos Cneo y Publio Escipión, Tito Fonteyo, Ap. Claudio Nerón, Cornelio Lentulo, Manlio Acidino, Sempronio Tuditano, M. Helvio, Marco Poncio Catón, Sempronio Graco, Postumio Albino, etcétera), se plantearon desde el principio la urgente necesidad de disponer de una amplia y segura red vial que les permitiera desplazarse lo más rápidamente posible por toda la península, con el objeto de pacificar los múltiples pueblos que aún quedaban por romanizar (Ilergates, Edetanos, Turdetanos, Lusitanos, Vacceos, Vetones, Celtiveros, Vascones, Astures y Cántabros), algunos de los cuales no lo conseguirían hasta prácticamente el último cuarto del siglo I a.C.



Trazado de la vía del Ebro (posterior Camino de Santiago) entre Caesaro-Augusta (Zaragoza) y Pallantina (Palencia)

Nudo viario de Tarraco, donde se unían las vías Heraclea o Augusta con la del Ebro.



A pesar de que los romanos utilizaron con enorme frecuencia las vías fluviales y marítimas hispanas, aprovechando que los ríos Ebro, Duero, Tajo y Guadalquivir eran navegables hasta sus cursos altos, así como los cerca de 4.000 km. de costa peninsular que facilitaban el que la mayor parte de los viajes entre Hispania e Italia y entre los distintos puertos hispanos se hicieran por mar, la dificultad de tales comunicaciones durante el invierno obligaron a que el Estado romano pusiera un especial interés en disponer de una amplia y sólida red de comunicaciones terrestres que potenciaría con fines militares y económicos.

Las rutas o calzadas romanas peninsulares se construyeron sobre las ya preexistentes, muchas de las cuales databan de épocas prehistóricas.

Era necesario comunicar las regiones periféricas mediterráneas (las primeras ocupadas por los romanos) con la meseta central celtibérica, con la depresión bética y la Lusitania y, finalmente, la submeseta Norte con la cordillera Cantábrica, tierra de los temibles astures y cántabros, que no terminarían de ocuparse hasta los años 26-19 a.C.).

Carreteras • Ferrocarriles • Costas • Areas Recreativas • Presas • Puertos
Sistemas de Denaje • Márgenes de Ríos • Protección del Medio Ambiente

LA RESISTENCIA NO SE PESA... SE MIDE

- MINIMO PESO CON MAXIMA RESISTENCIA A TRACCION Y PERFORACION
- GRADOS DE RESISTENCIA Y PERMEABILIDAD (CONFERIDOS EN FABRICACION) ADAPTADOS A CADA USO
- PROTEGIDO CONTRA LOS RAYOS UV
- MAS DE 100 MILLONES DE M² COLOCADOS EN TODO EL MUNDO
- SATISFACE NORMAS INTERNACIONALES

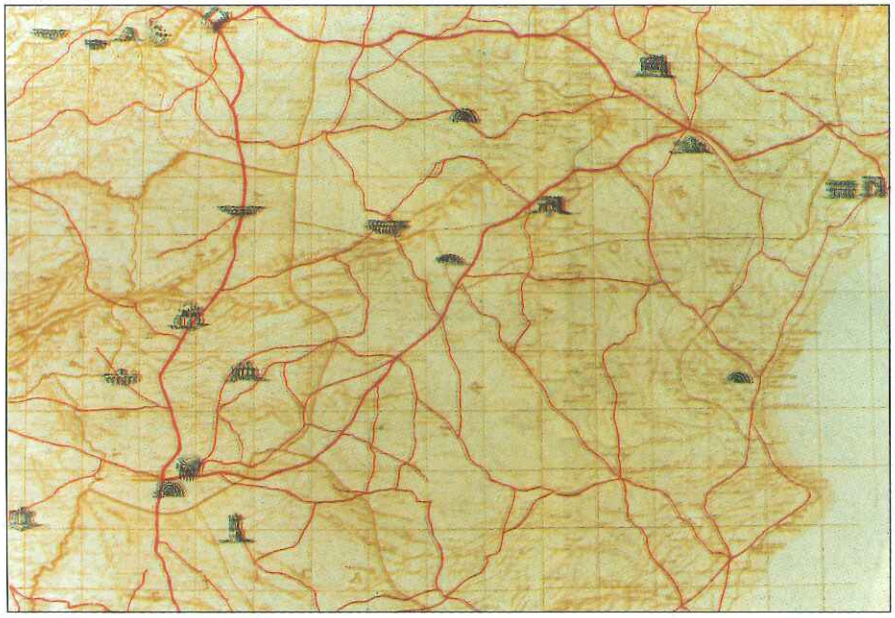
Geotextil tejido LOTRAK

Ofrece resistencia

P S A GRUPO POSTIGO

Explanada, 16 28040 MADRID
Tels.: 554 34 45 - 554 65 17 Fax: 554 34 47

COMUNICACION Y DISEÑO



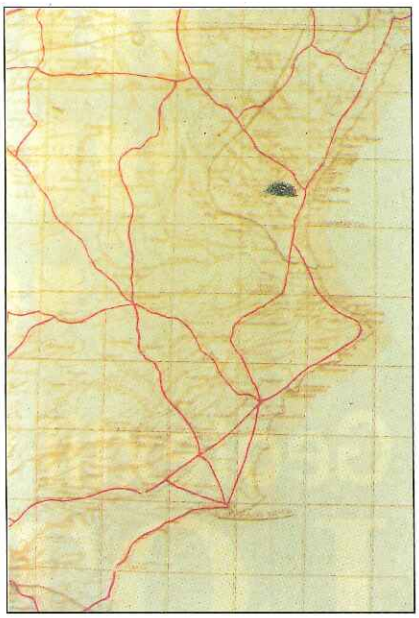
Distribución de calzadas romanas por el centro de la meseta.

El sistema de planificación vial de la Hispania Romana puede considerarse el más importante y ambicioso de toda Europa, junto con el de la Provenza, debido a que su trazado presentó en muchos casos una enorme dificultad, al tener que salvar una complicada orografía, repleta de fuertes desniveles, redes fluviales, etc.

Por este motivo fundamental, el estudio de las calzadas romanas, hispanas, presenta un indudable interés en cuanto a su difícil trazado, al que habría que sumar la belleza artística y arquitectónica con que los ingenieros romanos resolvieron los complementos obligados de las calzadas, como fueron los más de 40 puentes sobre redes fluviales, entre los que cabría destacar los de Mérida, sobre el Guadiana (el más largo de Hispania), Alcántara, sobre el Tajo, de construcción impresionante sólo comparable al Pont du Gard, en la Provenza, Bará, en Tarragona, el del Diablo, sobre el Llobregat, el de Salamanca, sobre el Tormes, el de Orense, sobre el Miño, etc.

El eje viario principal estaba definido por la «vía Heraclea o Hercúlea», que constituía la prolongación peninsular de la «vía Domitia» que enlazaba el Ródano con los Pirineos, a través de todo el mediodía galo.

Esta calzada primigenia, rebautizada al final del período republicano como «Vía Augusta», bordeaba todo el litoral mediterráneo peninsular, desde los Pirineos hasta Cádiz (considerada la segunda ciudad del mundo civilizado de la época, después de la propia Roma), pasando por Empirium (Ampurias), Barcino (Barcelona), Tarraco (Tarragona), Dertosa (Tortosa), Saguntum (Sagunto), Valentia (Valencia), Dianium (Denia), Lucentum (Alicante) e Illici (Elche), hasta llegar a Cartago Nova (Cartagena), capital de la Hispania citerior, para desde allí dirigirse hacia occidente hasta alcanzar la Bética y el Valle del Guadalquivir por Ilarci (Lorca), Basti (Baza), Acci (Guadix), Iliberri (Granada), Astigui (Ecija), Carmo (Carmona), Hispalis (Sevilla) y finalmente llegan a Gades (Cádiz).



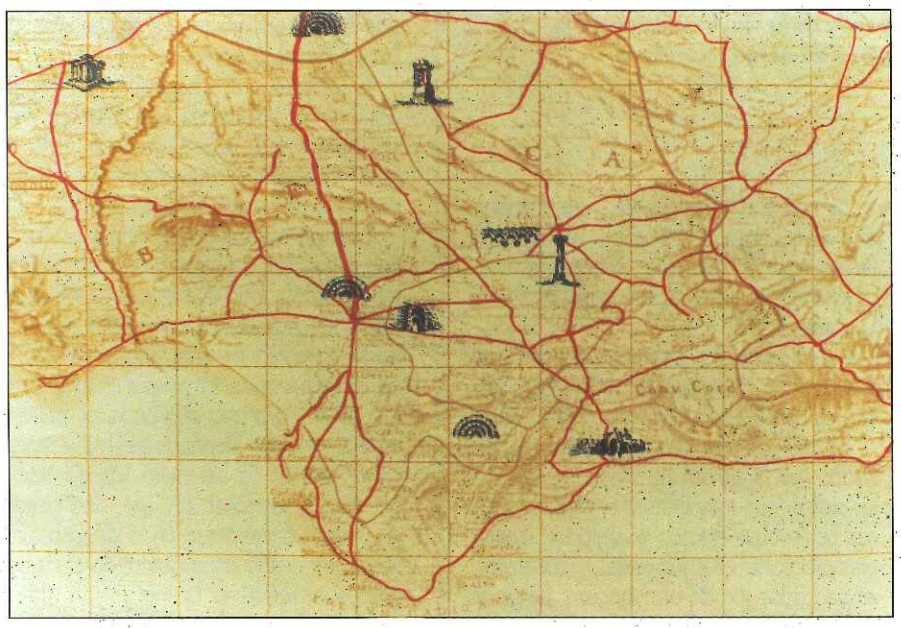
La vía Heraclea o Augusta en su tramo comprendido entre Saguntum (Sagunto) y Cartago-Nova (Cartagena).

Según Timeo, Polibio y Estrabón, esta importante vía existía ya desde antiguo y era utilizada por los primitivos habitantes de la península, que aprovechaban los corredores naturales del pasillo costero mediterráneo desde Tarragona hasta Mastia (Cartagena), la depresión del Sangonera-Gualalentín y el paso al hinterland granadino Lorca-Guadix-Baza, para desde allí conectar con todo el valle del Guadalquivir hasta la mítica Gades (Cádiz).

Los cartagineses parece ser que la acondicionaron para la conquista de Italia en la primavera de 218 a.C., y por ella Aníbal hizo pasar, camino de Italia, a su poderoso ejército concentrado en Cartago-Nova (Cartagena), compuesto por 90.000 infantes, 12.000 jinetes y 40 elefantes, llegando incluso a empedrar alguno de sus tramos, como así lo cita San Isidoro en sus «Etimologías», donde indica que () «... se dice que los primeros que empredraron los caminos fueron los cartagineses».

Por ironías de la Historia, estos acondicionamientos cartagineses de la vía Heráclea sirvieron para que apenas ocho años más tarde los ejércitos romanos de Publio, Cneo y posteriormente de Publio Cornelio Escipión (hijo y sobrino, respectivamente, de los anteriores) penetraron en la península ibérica como respuesta a la expedición de Aníbal a Italia, y para que en rápido avance recorrieran el camino de Sagunto a Cartago-Nova (unos 300 km.) en apenas siete días, sorprendiendo a sus defensores y ocupando sorpresivamente la capital cartaginesa peninsular en apenas unas horas, hecho que narraron con todo tipo de detalles Tito Livio y Polivio.

A Estrabón corresponde la descripción más completa de esta vía primitiva hispana, y él mismo nos indica que este fue el camino que utilizó el gran Julio César en su persecución a los hijos de Pompeyo y para su posterior derrota en Munda (Montilla), para cuya hazaña se desplazó en



Importante nudo viario de Hispalis (Sevilla) - Gades (Cádiz), donde se unían las vías Heraclea o Augusta con la de la Plata.

el casi increíble tiempo récord de veintisiete días desde Roma hasta Porcuna (unos 75 km. por día).

Polibio, que viajó por hispania en el siglo II a.C., nos dice que esta vía estaba medida y señalizada con miliarios cada ocho estadios (unos 1.000 m.), al menos en su tramo entre Cartago-Nova (Cartagena) y el paso pirenáico de El Pertus, así como protegida por múltiples «mansiones» levantadas junto a su trazado, construidas para asegurar su mantenimiento y defensa.

La restauración y trazado definitivo de la vía corresponde al período intermedio republicano imperial, o principado de Augusto, en el que se le rebautiza como «Vía Augusta», y más concretamente parece ser que el tramo comprendido entre los Pirineos y Cartago-Nova se restauró hacia el año 9 a.C. y el del Valle del Guadalquivir hacia el año 2 a.C.

Como complementos de la «vía o calzada Augusta», han quedado numerosos ejemplos monumentales, como los arcos de Bará y de Cabanes, el denominado mausoleo de los Escipiones, en Tarragona, los puentes de Alcantarilla, Córdoba (tomado a viva fuerza por César durante la campaña del año 40 a.C.), Andújar, Villa del Río Zuazo (Cádiz), así como más de 250 miliarios repartidos por todo su recorrido.

A esta calzada principal «Hercúlea o Augusta», que constituía la vía más importante y cuidada de toda Hispania, se le fue adjuntando una extensa red de calzadas principales y secundarias, que en época imperial cubría ya prácticamente todo el territorio peninsular. Esta extensa red descrita en todo su detalle por el Itinerario autonino (siglo III d.C.), comprendía un total de 9.000 km. de vías principales, a los que habría que sumar otros 20.000 km. de calzadas secundarias y de comunicación local.

La segunda calzada en importancia de la península era la denominada «vía del Ebro», que partía de Tarraco (Tarragona) en dirección Este-Oeste a través de la depresión del Ebro y del borde septentrional de la submeseta Norte, pasando por Caesaro Augusta (Zaragoza), Calagurría (Calahorra), Santo Domingo de la Calzada, Burgos, Pallantia (Palencia), Legio (León), Asturias Augusta (Astorga), Lucus Augusta (Lugo) y Caronium (La Coruña).

Esta calzada, que tuvo un carácter eminentemente militar y jugó un importante papel en las guerras celtibéricas primero y en las guerras civiles entre Pompeyo y Sertorio después, fue rebautizada en la Edad Media como «Camino de Santiago». A lo largo de su extenso itinerario existían numerosos puentes, entre los que cabría destacar dos sobre el río Ebro, uno en Kelsea (Velilla del Ebro) y otro en Ovareia (Varea), ciudad de los berones, y un tercero el Ilerda (Lérida).

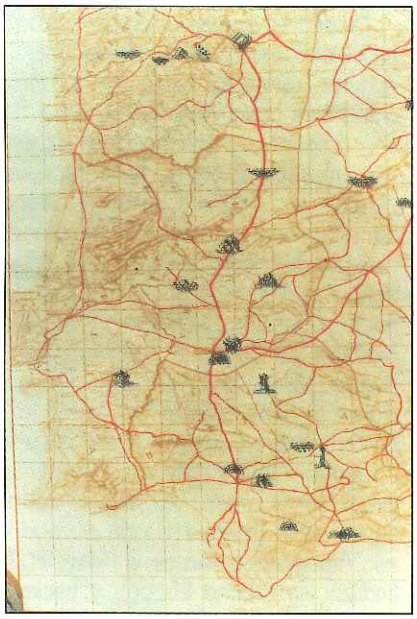
De esta vía parten numerosas calzadas principales y secundarias. Desde Caesaro Augusta (zaragoza) partía una en dirección Norte hasta Iacca (Jaca), en el Pirineo aragonés, y otra hacia el suroeste que enlazaba el centro de la depresión del Ebro con Bilbilia (Calatayud), Segoptia (Sigüenza), Complutum (Alcalá de Henares) Titulcia y Toletum (Toledo), desde donde partían numerosas vías radiales hacia todas las direcciones. Hacia el Noroeste se dirigía a Segovia, Cauca (Coca), patria de Diocleciano, Pallantia (Palencia) hasta enlazar con la vía «del Ebro» en Legio (León); hacia el Oeste se dirigía a Alburra (Alvora), Meteltinum (Medellín) y Emerita Augusta (Mérida), capital de la Lusitania, donde cruzaba la «vía Argentera» o «vía de la Plata», hasta finalizar en Lisbona (Lisboa); y hacia el sureste se dirigía a Consabura y Libisosa, para desdoblarse hacia Castulo o hacia Diarium (Denia) ya en la «Vía Augusta».

La tercera vía o calzada principal hispana era la «Vía Argentera»o «Vía de la Plata», la cual desde épocas tartésicas unía la Bética occidental y atlántica con el noroeste peninsular. Esta calzada podrá considerarse como la más importante de la Hispania romana desde el punto de vista económico, al realizarse a través de ella, y desde antiguo, la mayor parte del tráfico de oro, plata y estaño procedente de las explotaciones mineras de León, Galicia, Cantabria y Norte de Lusitania.

Recorría de Sur a Norte la parte occidental de la península Ibérica, uniendo el importante puerto atlántico de Gades (Cádiz) con el punto más extremo del mundo conocido de la época (Finisterre), pasando por los no menos importantes núcleo urbanos de Hispalis (Sevilla), Itálica (Santiponce), Emérita Augusta (Mérida), Salmantica (Salamanca), Asturias Augusta (Astorga) y Legio (León), donde enlazaba con la prolongación de la «Vía del Ebro» o norte.

Su tráfico, según los historiadores de la época, fue impresionante, contando con multitud de ramales laterales como el de la vía «Hispális-Astúrica», que unía el Guadiana con la Sierra de Gredos, o la que enlazaba Hispalis (Sevilla), con Pax Juli. Ebroca y Lisbona (Lisboa), en la Lusitania.

En esta vía «Argentera o de la Plata» se levanta una de las obras más importantes y bellas de la ingeniería romana en la península Ibérica, como es el puente sobre el río Guadiana de Mérida, el más largo de la Hispania Romana, el cual dispone de anchos pilares que actúan de efecto-presa en las grandes avenidas.



Trazado de la vía Argentea o de la plata, y de su red secundaria.

CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS DE LAS CALZADAS ROMANAS

Las calzadas romanas constituían todo un alarde de tecnología en cuanto a lo que a características constructivas se refiere.

Siguiendo una concepción básica aplicada a todas sus obras públicas de perseguir más una larga rentabilidad de uso que un aprovechamiento inmediato, los ingenieros romanos se esmeraban en dotar a sus carreteras de una estructura sólida que les permitiera resistir las duras condiciones climáticas y el uso continuado del ejército y del comercio.

Aunque, lógicamente, construyeron diferentes tipos de carreteras, según su importancia y uso —calzatas, stratas, vías, carreras y caminos—, a las que proporcionaban de distintas modalidades de firme, las más importantes y perfeccionadas pueden resumirse en dos: «sílice stratae» y «glarea stratae». En ambos casos, la solidez y estabilidad de la capa superior de lajas o guijarros —«el empedrado»— lo aseguraban con una sucesión de estratos inferiores, cuya sección típica contaba con 5-6 m. de anchura y un canal de desagüe a ambos lados.

La calzada disponía de cuatro capas o niveles, cuya distribución, de muro a techo, era la siguiente: arena, losas y argamasa, grava y argamasa y, finalmente, empedrado.

Por su parte, los caminos considerados secundarios o locales tan sólo contaban con un simple apisonamiento del terreno.

La composición constructiva de las calzadas han seguido vigentes a través de los siglos, con muy pequeñas modificaciones hasta bien entrado el siglo xx. Como ejemplo cabe citar las calles y carreteras empedradas (pavés en Francia y Bélgica) que se encuentran a lo largo y ancho de la geografía europea.

Su sección transversal, y como ya se ha indicado anteriormente, se componía básicamente de tres partes principales: una base arenosa, una subbase granular unido con argamasa y una capa de rodadura compuesta de mampuestos de mayor o menor tamaño.

Las diferencias con las carreteras empedradas actuales, son esencialmente la sustitución del cemento por la argamasa en la subbase de Macadam y el tamaño más regular y cuidado de los adoquines que componen la capa de rodadura.

En los últimos decenios del siglo xx, se ha modificado sensiblemente la capa de rodadura y la subbase, debido principalmente al desarrollo y aparición en los mercados actuales de los conglomerantes procedentes de los derivados del petróleo y al gran parque de maquinaria disponible para su construcción.

La construcción de las principales calzadas romanas corrió a cargo, en la mayor parte de los casos, de los propios legionarios, y en las de Hispania participaron concretamente los legionarios de las siguientes legiones:

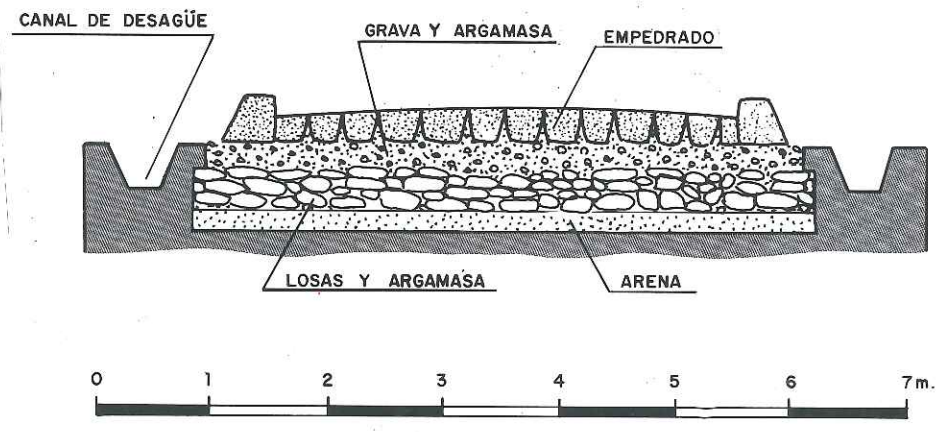
I. «Adjutrix», II. «Augusta», IV. «Macedónica», V. «Aladae», VI. Victrix», VIII. «Hispania» y X. «Gemina» (con sede en León y creada exclusivamente con hispanos en la primavera del año 68 d.C.).

Sólo en excepcionales ocasiones se le encomendaba a personal civil la construcción de calzadas u otras obras de ingeniería, lo cual suscitaba múltiples quejas y hasta comentarios sarcásticos por parte de los legionarios. En un documento escrito por un legionario destinado en el este, se pueden leer ciertas frases no exentas de un contenido de burla irónica hacia los «colaboradores civiles», indicando que había comenzado un túnel para atravesar una colina acometiendo la obra por ambos extremos a la vez... (...) «tomé medidas de ambos túneles ¡y observé que la suma de las dos longitudes era mayor que la anchura de la colina!... (...) .... «si quieren un trabajo bien hecho, aprendan del ejército...».

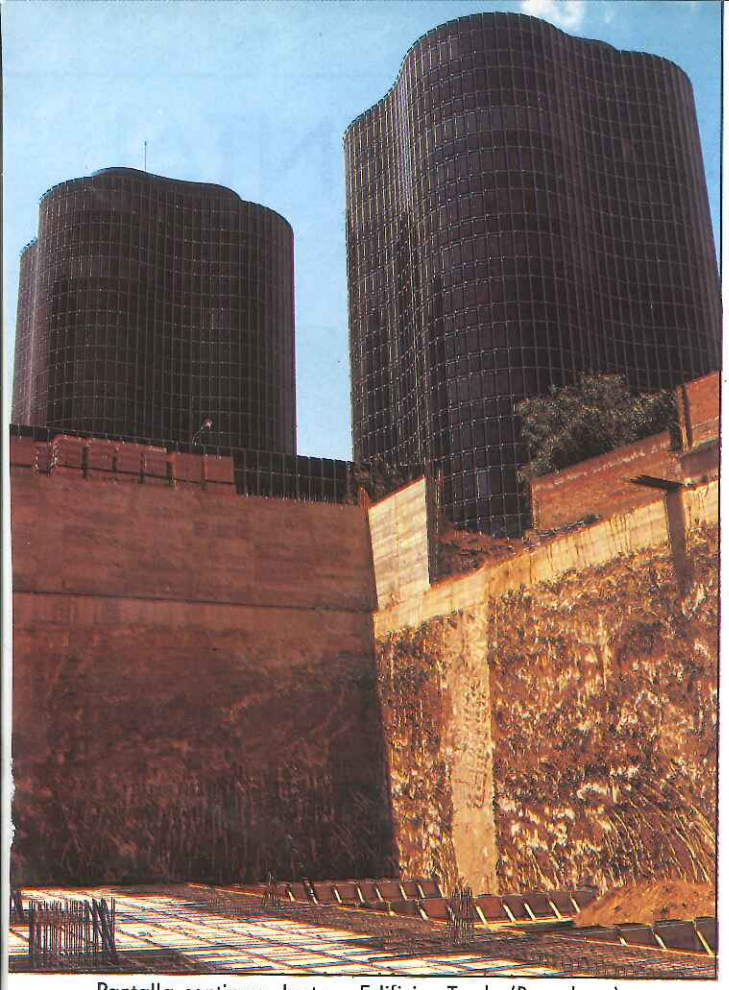
Pero, comentarios sarcásticos aparte, la red de calzadas en el núcleo romano constituyó un claro exponente de su poder y de una avanzada tecnología, que permitió el rápido traslado de grandes masas de hombres e importantes cantidades de mercancía de un extremo a otro del Imperio, a velocidades comprendidas entre los 10 y los 18 km. por hora, lo cual constituía todo un logro para los medios y las condiciones de transporte de la época.

El mundo civilizado, en general, y la península ibérica, en particular, tienen contraída una gran deuda con el ingenio romano, al menos en lo concerniente a la ingeniería, cuyas obras siguieron siendo utilizadas a lo largo de toda la Edad Media y de una buena parte de la Moderna, permitiendo con ello que aunque la Roma Imperial sucumbiera en el año 476 de nuestra era, su obra cultural e ingenieril se halla mantenido viva hasta nuestros días. ■

Fig.3 SECCION DE UNA CALZADA ROMANA TIPICA



Sección de una calzada romana típica.



Pantalla continua. Junto a Edificios Trade (Barcelona)

INTERNATIONAL FOUNDATION COMPANY

IFC

CIMENTACIONES ESPECIALES

EL SUELO NO ES UN PROBLEMA

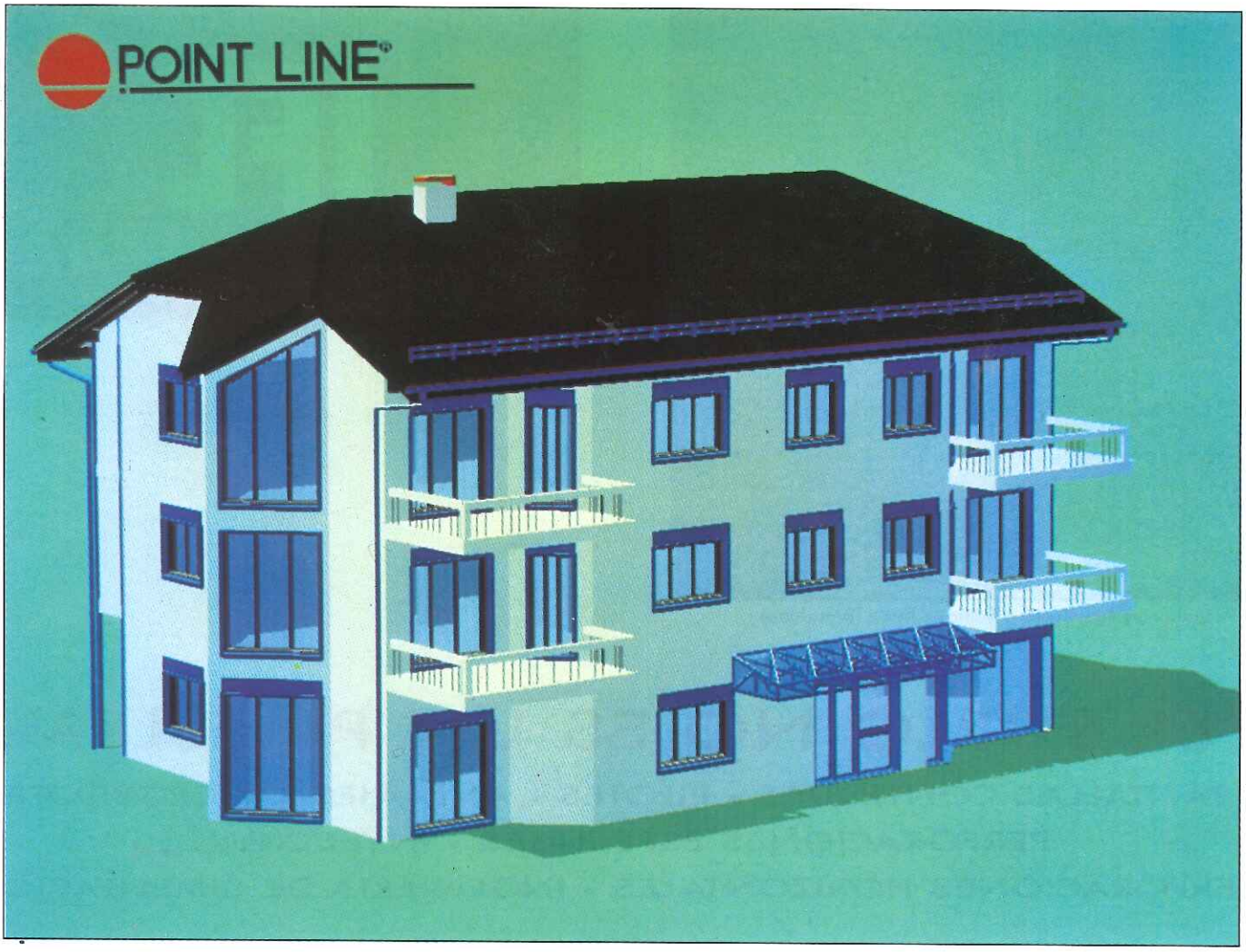
PANTALLAS CONTINUAS • PILOTES • ANCLAJES • MICROPILOTES •
PERFORACIONES ESPECIALES • INYECCIONES •
PERFORACIONES HORIZONTALES • INGENIERIA DE CIMENTACIONES

Paraguas para túnel en Plaza Catalunya (Barcelona)

Pantalla continua anclada en Vía Augusta (Barcelona)

DELEGACIONES: MADRID - MURCIA - VALENCIA - MALAGA - SEVILLA - ZARAGOZA
C/ L'AVENIR 40, ENTLO. 1ª - 08021 BARCELONA - TEL. (93) 414 44 46 - FAX (93) 209 09 76

ARQUITECTURA AMBIENTAL



CADD, herramientas que deslumbran el diseño tradicional, viviendas de orientación solar.

Cuanto más se preocupan las personas por el medio ambiente, más se vuelven hacia el uso de fuentes de energía alternas, como la energía solar, para calentar o refrescar sus viviendas y edificios de oficinas.

Una empresa que tiene en cuenta ésta alternativa por viviendas y edificios diseñados en armonía con el sol, es CHANGE, de Cedar Rapids, Iowa.

El 90 por 100 de las casas diseñadas por los arquitectos de la empresa utilizan la luz del día natural y energía solar (es decir, energía creada por el sol, sin utilizar placas o colectores solares) para reducir la cantidad de electricidad necesaria para iluminar la estructura y la cantidad necesaria para calentar la estructura.

En el pasado, el presidente Roger D. Hadley, AIA, y su socio diseñaban sus estructuras solares con métodos tradicionales, dibujaban a mano para sus clientes en papel o dibujaban en tableros y construían modelos de espuma o cartón, de sus estructuras. Pero, debido a que las estructuras solares deben cumplir un número de criterios importantes, perspectivas extremadamente precisas, tardaban demasiado tiempo en realizarse.

El sr. Hadley, explica: «Cuando diseño una estructura de orientación solar, realizo un gran número de estudios de ángulos solares, para determinar de qué forma se reflejará la luz del sol en los cristales o en las aperturas de la estructura. También debo observar éstos estudios desde varias perspectivas diferentes.»

Por ejemplo, Hadley analiza los estudios desde una perspectiva de calentamiento solar, para asegurar que los rayos solares calientan adecuadamente la estructura en el invierno; desde una perspectiva de luz del día, para asegurar que la estructura recibe el nivel adecuado de luz; y desde una perspectiva de sobrecalentamiento, para asegurar que la estructura no queda demasiado expuesta al sol y, por tanto, se sobrecaliente.

«El tiempo que llevaría dibujar estas perspectivas o construir sus modelos, quedaría fuera de cuestión», dice Hadley. «No te puedes permitir que tus arquitectos construyan tantos modelos o dibujen tantos proyectos con precisión.»

Para solucionar este problema, Hadley se inclinó por PC basado en CADD con el paquete de software Point Line CADD, de Point Line Graphics (anteriormente Robi Graphiks, Madison WI). «El software de Point Line CADD, con sus múltiples características, nos ayuda a determinar con precisión que todos los criterios en nuestro diseño son cumplidos», dice Hadley.

La empresa de Hadley utiliza del software de Point Line CADD, el paquete completo, que consiste en tres módulos: 2D CADD, 3D/Sólidos y Paint.

El módulo 2D, utilizado para diseñar y dibujar, se caracteriza por unas herramientas variadas de diseño y dibujo, incluyendo panning y zoom instantáneo; múltiples escalas y medidas de papel; acotación asociativa y automático; un método de diseño basado en los principios de capas de trabajo estándar; librerías de símbolos arquitectónicos y opciones de macroinstrucciones. Al ser un programa de arquitectura abierta, éste, en ciertos momentos nos ha permitido realizar funciones personalizadas.

Modelar en 3D/Sólidos. Preparado para diseñar, modelar y dibujar en 3D, se caracteriza por su panning y zoom instantáneo y su librería de símbolos arquitectónicos en 3D, así como la posibilidad de editar el dibujo tanto en planta, alzado, perfil o perspectiva, ya que se trabaja en forma diédrica, con la posibilidad de poder visualizarlo todo al mismo tiempo; permite mostrar el proyecto de forma alámbrica (con o sin líneas ocultas) o como sólidos de gran calidad, con opción de luz; animación de la perspectiva en tiempo real, con vuelos o paseos.

Finalmente, el módulo Paint se utiliza para crear nuevas imágenes o para modificar y mejorar los proyectos existentes en los módulos 2D y 3D de Point Line CADD. Características adicionales incluyen mezcla de colores y rellenos, formas y medidas de brocha, efectos de spray, herramientas de edición, manipulación de texto o fuentes de texto, fotomontage por medio de importadores de formatos TGA y TIFF, con las opciones de video-merge, etcétera.

EVALUADOR DE EXPRESIONES

Una función especialmente potente de Point Line, incluida en 2D y 3D/sólidos, es el evaluador de expresiones matemáticas, que le permite al usuario entrar más de 40 fórmulas matemáticas. Por ejemplo, si un usuario quiere cuantificar la cantidad de cristal utilizado en una estructura, él o ella tendrá que formatear el evaluador de expresiones con la fórmula matemática adecuada, entonces el sistema determina cuánto cristal será utilizado dentro de la estructura.

El evaluador de expresiones puede ser extremadamente práctico en el diseño de estructuras de orientación solar, debido a la naturaleza con la que el proceso de calentamiento solar es efectuado. Tal y como explica Hadley, cuando los rayos solares (que se componen de radiación de onda corta) traspasan el cristal, naturalmente se convierten en radiaciones caloríficas. Debido a que la radiación de calentamiento no puede escapar de una estructura, la temperatura del aire de la estructura se eleva. Para estabilizar la temperatura del aire, los diseñadores de estructuras de orientación solar utilizan ciertos materiales «masivos» –piedra, ladrillo, cemento, e incluso agua– para guardar calor. Debido a que estos materiales absorben el calor de dentro de la estructura, la temperatura del aire se estabiliza.

«El evaluador de expresiones es muy práctico para dicha opción, ya que debe ser formateado para cuantificar el aire superficial en cristal en la parte sur de una estructura», dice Hadley. «Entonces el evaluador de expresiones me puede comunicar tal circunstancia, basándose en los metros cuadrados de cristal, siendo incorporado a la estructura, tengo que introducir dentro de mi diseño X el peso de la masa –ya sea cemento, piedra, ladrillo, o cualquiera– para hacer el offset del proceso de calentamiento de modo que la estructura no se recaliente.»

Otra característica especial, incluida sólo en el 3D/Sólidos, es el Menú de Luz, que permite al usuario controlar no sólo la intensidad y contraste de la luz que se ilumina en una estructura, sino también la dirección desde la cual el sol ilumina, por coordenadas de latitud y longitud. Esto es importante porque arquitectos que diseñan estructuras de orientación solar, necesitan saber como se proyectan las sombras en cualquier momento del día, en cualquier estación del año. Por ejemplo, si las sombras creadas en un día de invierno del edificio A caerán sobre el edificio B, esto disminuirá la cantidad de luz solar que caerá sobre el edificio B y podría suponer que el edificio B tendrá que utilizar otras fuentes de calor en invierno durante ciertos momentos del día. Utilizando el Menú de Luz para poner la fuente de luz en diferentes posiciones, Hadley puede determinar apropiadamente y como en la realidad como se reflejarán las sombras en una estructura.

Hadley y su socio trabajan con Point Line CADD con dos sistemas de ordenador, utilizan un 386 a 25 Mhz, equipado con un disco duro de 80 MB, un monitor para menús de 14", una tarjeta gráfica de resolución 1024 x 768, de 256 colores, con un monitor de 20", un digitalizador DIN-A3 y como trazador un plotter DIN-A0. El otro sistema está compuesto por 386 a 33 Mhz, también utilizado con dos monitores, uno de 14" para los menús y uno de 20" para un adaptador gráfico de resolución 1280 x 1024, con 256 colores, digitalizador y una impresora a color de chorro de tinta, que utiliza para perspectivas y para folletos de promoción de empresa, también utiliza un scanner para introducir en las perspectivas, personas, coches, árboles, etc. Actualmente Point Line permite la posibilidad de realizar perspectivas con la opción de 3D/Sólidos, que pueden ser mezcladas con fotografías reales de la localización del proyecto, mediante opciones de captura de imagen y video-merge, dentro del módulo Paint de Point Line, supliendo la opción del scanner, ya que dicha opción ofrece una mayor calidad de imagen, dando grandes posibilidades en el estudio de la ambientación y armonización de edificios y, por supuesto, una sensacional presentación.

Hadley inicia cada proyecto con un análisis de espacio, o inventario del espacio necesario para la estructura propuesta. «Esto fija una dirección para la medida del edificio basado en la propiedad del cliente.»

Desde éste punto de vista, Hadley crea un diagrama en 2D en el ordenador, de espacios en la estructura relacionados con el plano del suelo. Por ejemplo, para un edificio médico que Hadley diseñó, el cliente necesitaba varias habitaciones, incluyendo tres para exámenes, una habitación de reposo, una para reconocimientos, dos oficinas privadas, un área de entrada y una oficina de trabajo.

«Puse esas habitaciones en pantalla ▶

para tener una idea de la forma del edificio y como las personas se moverían en él, para ir de una habitación a la otra». Una vez hecho ésto, Hadley cambia a 3D/Sólidos para ver la estructura en 3D.

«Una de las ventajas de este software es que puedo utilizar seis tipos de proyección al mismo tiempo que estoy diseñando. Si diseño muy rápido, trabajo en modo alámbrico. Pero todo lo que tengo que hacer es pulsar otra tecla, para cambiar de una imagen alámbrica a una imágen sólida.» En este momento, Hadley determina donde colocará el cristal en la estructura, considerando el calentamiento solar, luz natural, y los propósitos estéticos.

«Aquí es donde el evaluador de expresiones entra en juego. Puede cuantificar las áreas de cristal y determina donde debo poner materiales «masivos» para absorber el calor del sol». Hadley también añade que puede determinar donde poner cortinas en la estructura para prevenir deslumbramientos y poco confort termal, «para no acabar con habitaciones que están tan iluminadas que no se puede ni leer un periódico o salir del sol.»

Entonces, Hadley utiliza el Menú de Luz para mostrar de donde vendrá la luz solar y como se arrojarán las sombras en la estructura. Cuando ha finalizado, tan sólo queda elegir algunas perspectivas de muestra para su cliente, aprovechando la gran facilidad de Point Line CADD, para obtener perspectivas. Un factor importante, en la presentación de sus perspectivas al cliente es la gran calidad que ofrece Point Line CADD, en su modelado Sólido.

Una vez seleccionadas las perspectivas, Hadley, utiliza el módulo Paint para retocar dichas perspectivas; cambios de color, añadir sombreados, insertar elementos como coches, árboles, etc., o mezclar imágenes, con la opción de video-merge (fotomontaje).

Una vez acabado, Hadley extrae los planos de diseño, el diseño, es aprobado y se sigue con la fase de construcción. Según Hadley, Point Line, también muestra como aparecerán las sombran en una habitación; de cualquier manera, Hadley dice que no realiza muchos estudios de interiores; «Yo diseño edificios desde el exterior.» «Además, es muy difícil mostrar exactamente como será el patrón de la luz solar en una habitación, debido a la exactitud requerida de la posición del mobiliario.» Una perspectiva de un interior extenso puede llegar a ser complicada, añade, especialmente porque nadie está realmente seguro en ese momento, de la localización exacta de los muebles.

El proyecto más grande de Hadley, es el diseño de un jardín botánico solar. Según hadley, tuvo que tener en cuenta criterios de diseño adicionales para el proyecto. «Al tener que estar preocupado por la luz que entraba con respecto al crecimiento de las plantas y de generar calor para el edificio, mientras que al mismo tiempo tenía que asegurarme de que el edificio no se sobrecalentase.»

«También había que considerar los niveles de iluminación dentro del edificio y con la habilidad de materiales masivos, asegurarme que la luz es reflejada dentro del edificio de un modo igual para todas la plantas, inlcuso las más separadas del cristal. También hay que preocuparse de la posición del cristal para poder ventilar el edificio de forma natural, sin utilizar aire acondicionado.» Estos cálculos serán realizados con el evaluador de expresiones.

Hadley y su socio están muy contentos con sus sistemas de CADD. «La posibilidad de comunicar gráficamente con un cliente ha sido un boom tremendo.»

Pero una de las ventajas más importantes es que permite revisar rápida y fácilmente sus diseños. «Nuestros proyectos están bajo cambios constantes... los detalles de una estructura solar son redefinidos continuamente», y Hadley concluye, «Por esa razón la rapidez y eficacia son importantes. Esto no se puede hacer a mano.» ■

MICRO tunel

PERFORACIONES SUBTERRANEAS, S. A.

- Perforaciones horizontales y empuje de tuberías para la instalación de cualquier tipo de servicio.
- **Gama de diámetros:** desde 150 mm. hasta 3000 mm.

MICRO tunel

c/. Provenza, 225, entlo. 2º - 08008 BARCELONA
Tel. (93) 487 11 15 - Fax (93) 487 22 97

AMBIENTE

Feria Internacional Monográfica de las Instalaciones.

síntesis

VENGA A CONTACTAR CON LOS PROFESIONALES QUE DECIDEN

El expositor de AMBIENTE tiene garantizada una numerosa y selecta audiencia.
En la anterior edición fue contabilizada la asistencia de 14.057 Arquitectos, Aparejadores, Contratistas, Mantenedores, Calefactores, Fontaneros y otros. Justamente losprofesionales que toman las decisiones.
Sus oportunidades de negocio están servidas.
No falte a la cita.

BILBAO 1/4 ABRIL

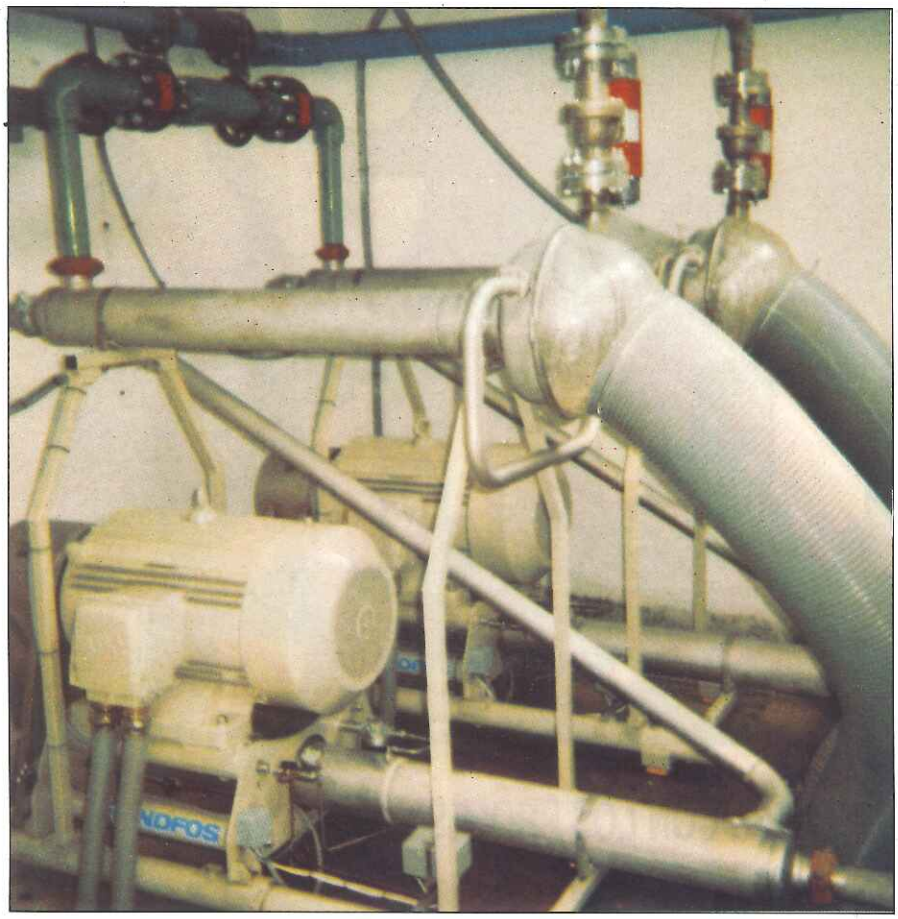
IBERIA LINEAS AEREAS DE ESPAÑA

FERIA INTERNACIONAL DE BILBAO
BILBOKO NAZIOARTEKO ERAKUSTAZOKA

Apdo. 468 - 48080 Bilbao - Tfnos. (94) 441 54 00 - 441 75 00 - 441 67 00 -
Telefax (94) 442 42 22 - Télex 32617 FIMB-E

Se celebra simultáneamente con INTERARK, Bienal Internacional de Arquitectura Interior y Diseño

PLANTA DE OSMOSIS INVERSA EN TENERIFE



EN abril de este año se ha puesto en marcha una planta de Osmosis inversa para abastecer de agua potable al aeropueto Reina Sofía situado en la costa sur de Tenerife.

La ingeniería básica y de detalle, así como la instalación y puesta en marcha del proyecto han sido realizados por la empresa BEKOX, S. A. Para el mantenimiento posteior, la Administración ha contratado a la empresa Internacional de Mantenimiento, S. A. (INTERMAN).

La planta es alimentada mediante dos bombas sumergibles que toman agua de un acuífero salobre cercano al Aeropuerto.

El agua pasa por sucesivas etapas de filtración antes de llegar a la ósmosis final. La primera etapa está compuesta por dos filtros verticales bicapa (Silex + Antracita) conectados en paralelo. Así se consigue una filtración inferior a 30 micras.

A continuación se adicionan *reductores*, para contrarrestar el efecto perjudicial de oxidantes sobre las membranas de ósmosis y *dispersantes* para evitar precipitaciones.

La siguiente fase de filtrado consiste en dos filtros de cartucho fabricados por TFB donde se filtra el agua por orificios de 5 micras.

Para conseguir la osmotización final, necesitamos inyectar el agua filtrada a través de unas membranas de ósmosis (cilindros de 8" a una presión cercana a los 60 bares.

Esto se consigue mediante la instalación de un módulo booster GRUNDFOS modelo BMET 27-16/10 capacitado para suministrar un caudal de 90 m^3/h. a la presión anteriormente indicada, y fabricado íntegramente en acero inoxidable calidad AISI 904 L.

El módulo está compuesto por 2 líneas en paralelo, cada una de ellas formada por 2 bombas sumergibles encamisadas y conectadas en serie, que proporcionan la elevación de presión requerida.

El booster lleva instalado 2 motores de 90 KW cada uno para accionar la 2ª etapa de presión de cada una de las líneas.

Asimismo, este equipo consta de dos turbinas Pelton de recuperación de energía, que aprovechan la energía de presión del rechazo de la ósmosis para accionar las bombas superiores del módulo. Con esto se consigue un ahorro de enrgía de 60 KW/h. por cada línea.

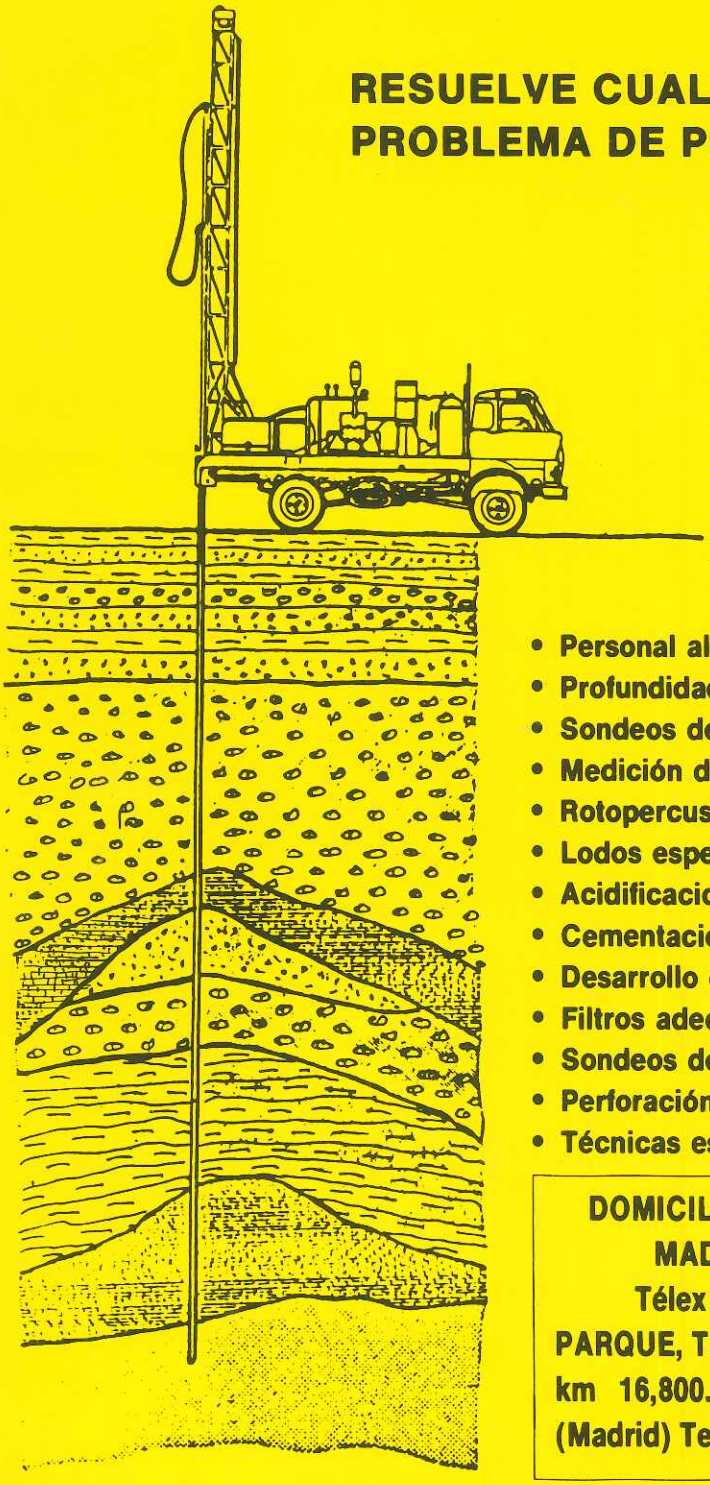
La etapa final de ósmosis está compuesta por 66 membranas cilíndricas de 8" donde se consigue osmotizar el 90 por 100 de los sólidos.

El agua osmotizada pasa a través de un desgasificador hasta el depósito final de agua tratada donde se controla la conductividad y el pH del agua antes de su suministro a las instalaciones del Aeropuerto.

El automatismo de la planta, diseñado por BEKOX, permite, mediante controles de conductividad, adaptar el funcionamiento de la planta a la calidad del agua de alimentación. ■

IBERICA DE SONDEOS, S.A.

al servicio de la perforacion desde 1954



RESUELVE CUALQUIER PROBLEMA DE PERFORACION

— MINERIA
— GEOTECNIA
— ALUMBRAMIENTO DE AGUA
— ESTRATIGRAFICOS
— GEOTERMIA
— EVACUACION DE AGUAS RESIDUALES
— ESPECIALES, ETC.

- **Personal altamente experimentado**
- **Profundidades hasta 2.500 m.**
- **Sondeos de gran diámetro.**
- **Medición de inclinación orientada.**
- **Rotopercusión a alta presión.**
- **Lodos especiales.**
- **Acidificaciones.**
- **Cementaciones.**
- **Desarrollo de acuíferos.**
- **Filtros adecuados a cada sondeo.**
- **Sondeos de investigación verticales o inclinados.**
- **Perforación con aire comprimido.**
- **Técnicas especiales, etc.**

DOMICILIO SOCIAL: López de Hoyos, 13, 1º.
MADRID-28006. Telf. 91-261 08 07*.
Télex 45877 ISON-E. Fax 91-261 88 94
PARQUE, TALLERES y ALMACEN: Ctra. de Toledo, km 16,800. Pol. Ind. Acedinos FUENLABRADA (Madrid) Telf. 690.15.35-690.93.12 Fax. 91-690.93.12

INVESTIGACION DE FUTURO

La naturaleza, la geología y también los laboratorios, las torres de perforación y la alta tecnología son parte del entorno habitual de los trabajos de CGS.

Porque investigar y utilizar los recursos naturales debidamente es colaborar al conocimiento y respeto de la Naturaleza.

Con visión de futuro.

Bajo esta filosofía acometemos en CGS actividades tales como:

- GEOLOGIA BASICA Y TEMATICA
- EXPLORACION MINERA
- HIDROGEOLOGIA
- HIDROLOGIA E HIDRAULICA
- ESTUDIOS DE MEDIO AMBIENTE
- GEOTECNIA
- SONDEOS
- GEOFISICA
- LABORATORIOS

CGS
Corazón de María, 15 • 28002 Madrid • Tel: (91) 416 85 50 • Fax: (91) 519 32 37

CEPSA
TECNOLOGIA INTELIGENTE