

CUADERNOS INTEMAC

Estructuras de hormigón para el año 2000

Concrete structures in the year 2000

Theodosios Tassios

Prof. Dr. Ingeniero



INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

N.º 9

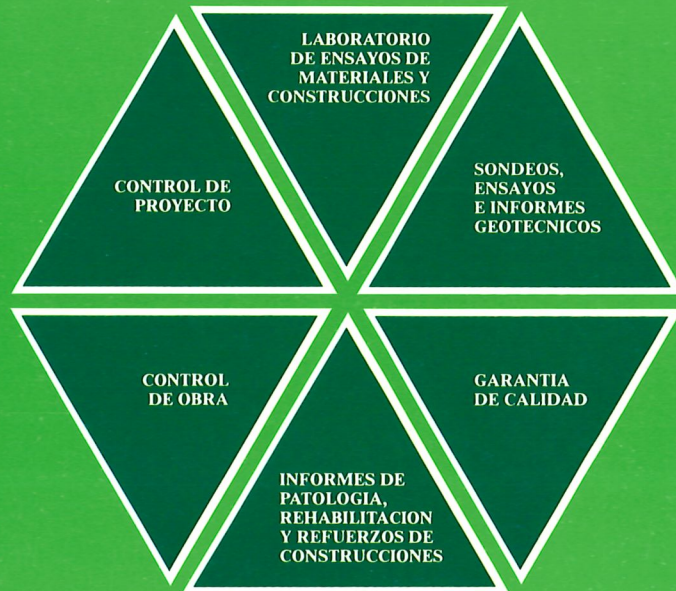
1.º TRIMESTRE '93



INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

OBRAS PUBLICAS
EDIFICACION
INSTALACIONES



INTEMAC
AUDIT



AUDITORIA TECNICO-ECONOMICA
DE CONSTRUCCIONES

ESTRUCTURAS DE HORMIGON PARA EL AÑO 2000 (*)
CONCRETE STRUCTURES IN THE YEAR 2000 (*)



Prof. Dr. Theodossios Tassios
Dr. Ingeniero Civil por la Universidad Técnica Nacional de Atenas.
Ha sido Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y es Profesor de Estructuras de Hormigón en la Universidad Técnica Nacional de Atenas. Profesor honorario del Instituto de Tecnología de Lanjin (China) y de la Universidad de Lieja (Bélgica). Experto de la Unesco. Fellow del ACI. Ha sido Presidente de la RILEM. Vicepresidente de la FIP, Presidente del CEB y Presidente del Comité de Redacción del Model Code 90.

Prof. Dr. Theodossios Tassios
Dr. Eng. National Technical University of Athens.
Ex-Dean of the Civil Engineering Institute.
Professor of Concrete Structures at the National Technical University of Athens. Professor Emeritus, Lanjin Institute of Technology (China). Professor Emeritus, Liège University (Belgium). Unesco Expert. Fellow of ACI. Ex-President of RILEM. Vice-President of F.I.P. President of C.E.B. President of the Editorial Group of the Model Code.

(*) Esta publicación recoge el texto de la Conferencia pronunciada el 25 de octubre de 1991 por el Prof. Dr. Tassios en el Ciclo de Conferencias «PATOLOGÍA, REHABILITACION Y REFUERZO DE OBRAS DE HORMIGON ARMADO» que, organizado por INTEMAC, tuvo lugar en Barcelona, del 21 al 25 de octubre de 1991, en coincidencia con el curso de Patología organizado por el Instituto en esas mismas fechas.

(*) This Publication includes the paper from the Conference given on the 25th. October 1991 by Prof. Dr. Tassios during the Series of Conferences organized by INTEMAC on «PATHOLOGY, REHABILITATION AND STRENGTHENING OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES» which were held in Barcelona, from the 21 to 25 October 1991, coinciding with the course on Pathology organized by the Institute at the same time.

Copyright © 1993, INTEMAC

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida o distribuida de ninguna manera ni por ningún medio, ni almacenada en base de datos o sistema de recuperación, sin el previo permiso escrito del editor.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in a data base or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

ISBN 84-87892-11-6

Depósito legal: M-2.890-1993
Torreanguo Arte Gráfico, S. A. Batalla de Belchite, 19

INDEX

- 1 INTRODUCTION
- 2 MATERIALS
 - 2.1 Why not Reinforced Plastics instead of Reinforced Concrete?
 - 2.2 Cement
 - 2.3 Lightweight aggregates
 - 2.4 Additives
 - 2.5 Steel
- 3 DESIGN
 - 3.1 Conceptual design
 - 3.2 The cult of slenderness leads to annihilation!
 - 3.3 Seismic isolation
- 4 CONSTRUCTION
 - 4.1 Reinforcement cages
 - 4.2 Concrete placing, compacting and curing
 - 4.3 Precasting-Prestressing
 - 4.4 Automated construction process
- 5 QUALITY ASSURANCE SCHEMES
 - 5.1 Integrated joint-ventures
 - 5.2 The in-situ-inspection revolution
- 6 DURABILITY
 - 6.1 Existing structures
 - 6.2 New structures
- 7 INNOVATIVE USES OF CONCRETE
 - 7.1 Hazard situations
 - 7.2 Marine environments
 - 7.3 Other Megatrends
- 8 EDUCATION AND RESEARCH
 - 8.1 Education
 - 8.2 Information
 - 8.3 Research
- 9 AESTHETICS AND CONCRETE
- 10 INSTEAD OF AN EPILOGUE

INDICE

- 1 INTRODUCCION
- 2 MATERIALES
 - 2.1 ¿Por qué no Plásticos Reforzados en vez de Hormigón Armado?
 - 2.2 Cemento
 - 2.3 Aridos ligeros
 - 2.4 Aditivos
 - 2.5 Acero
- 3 PROYECTO
 - 3.1 Proyecto conceptual
 - 3.2 ¡El culto a la esbeltez conduce a la aniquilación!
 - 3.3 Aislamiento sísmico
- 4 CONSTRUCCION
 - 4.1 Jaulas de armaduras
 - 4.2 La colocación, compactación y curado de hormigón
 - 4.3 Prefabricación-Pretensado
 - 4.4 Procedimientos de construcción automatizados
- 5 SISTEMAS DE GARANTIA DE CALIDAD
 - 5.1 Participaciones integradas
 - 5.2 La revolución de la inspección «in-situ»
- 6 DURABILIDAD
 - 6.1 Estructuras existentes
 - 6.2 Estructuras nuevas
- 7 NUEVOS USOS DEL HORMIGON
 - 7.1 Situaciones peligrosas
 - 7.2 Ambientes marinos
 - 7.3 Otras tendencias corrientes
- 8 EDUCACION E INVESTIGACION
 - 8.1 Educación
 - 8.2 Información
 - 8.3 Investigación
- 9 ESTETICA Y HORMIGON
- 10 EN LUGAR DE UN EPILOGO

ABSTRACT

Here the author analyses the future of concrete structures, first by considering possible developments in component materials –cements, aggregates, additives– and reinforcement, and then considering the incorporation of new materials. The second area considered is that of developments in the building process, with the use of Robotics and Computers, and paying greater attention to durability control.

Finally, the author underlines the need for changes of focus in research and education and asks that the aesthetic effects of the project be suitably taken into consideration.

1 INTRODUCTION

Needless to say that this is not a «predictive» exercise on the future of concrete structures. Besides the inability of this author to carry out such an ambitious enterprise, it has to be reminded that long-range forecasting does not seem to be very fashionable any more.

After the first energy crisis, over-sophisticated and formal techniques related to such a (partially utopistic) endeavour have yielded their place to more pragmatic short-term projects, of a more or less pluralistic and flexible character. Nevertheless, it appears that a certain effort to discern possible or desired developments may still have some merits. In fact, such an effort can usually be made along two lines: «explanatory» forecasting (starting from today's facts and trying to extrapolate towards the future), and «normative» forecasting (assessing future goals and trying to serve them accordingly). Both may be useful for the present; the first because it helps in getting a coherent understanding of the actual situation, and the second because it contributes towards defining long-range strategies. Obviously, in this respect one has to avoid technocratic temptations; the goals should only be social goals, not our own. Fortunately enough, in the specific field we are dealing with here, it is legitimate to suppose that for the next 10 years social needs are not expected to change substantially.

Under these conditions, one may try to venture a (possibilistic rather than probabilistic) assessment of some developments after a period of 10 to 15 years. Yet, what follows is not a complete list of expected or desired events but a clearly *open framework*, with only some selected worked-out items; it is expected that the discussion on this introductory report will drastically complete and or modify the picture.

In doing so, I based myself on the following data:

- a) My own closing lecture in the Paris-Versailles IABSE Symposium, 1987; that lecture had the same title as this one.
- b) The *ACI Report* «Concrete - Year 2000» published in 1971; some of its predictions are already implemented, some seem to be beyond a reasonably expected future, and others may still be set forth as feasible/desired goals.
- c) The failures of some our research projects during the past couple of decades; I maintain that a complete inventory of such failures might be very helpful in selecting some medium-range strategies, since an unfeasible target of 1975 may be a profitable exercise in 1995.

Finally, another explanation is due here. I took the term «structures» of the title of this lecture in its broader sense; it would be impossible to «foresee» final structural achievements without having explored some possible developments of the means needed for their implementation. Thus, I took the liberty to speak again on trends related to materials, design, construction, quality assurance, durability, innovative uses, as well as on future education and research related to concrete structures.

Regarding some humoristic mischiefs included in this report, I pray they should only be taken as a sign of my embarrassment in view of the dawn of another millennium.

2 MATERIALS

2.1 Why not Reinforced Plastics instead of Reinforced Concrete?

Most of concrete's favourable properties were «copied» by modern plastic materials (mouldability, strength and versatility). Besides, modern plastics exhibit some additional very important properties, like light weight and cuttability, of course they are also reinforced even by means of continuous fibres, and on top of all this, structures made of reinforced plastics (R.P.) lend themselves to a high degree of industrialization.

RESUMEN

El autor analiza aquí el futuro de las estructuras de hormigón, en primer lugar a través de los desarrollos previsibles en los materiales componentes –cemento, áridos, aditivos– y armaduras, considerando también la incorporación de nuevos materiales. Un segundo campo considerado es el de los desarrollos posibles en el proceso de ejecución, con las aplicaciones de la Robótica y la Informática, así como una mayor atención al control de la durabilidad.

Finalmente, se hace hincapié en la necesidad de cambios de enfoque en la investigación, la educación y en una adecuada consideración de los efectos estéticos en el proyecto.

1 INTRODUCCION

No hace falta decir que este no es un «pronóstico» del futuro de las estructuras de hormigón. Además de la incapacidad del autor para llevar a cabo una empresa de tal envergadura, hay que recordar que los pronósticos del futuro lejano no parecen estar de moda hoy en día.

Después de la primera crisis de la energía, las técnicas formales y demasiado sofisticadas relacionadas con tal empeño (que en parte es utópico), han cedido ante los proyectos a corto plazo, que son más pragmáticos y de un carácter flexible y menos pluralista. Sin embargo, parece que un cierto esfuerzo para descubrir los desarrollos posibles o deseados, todavía puede tener su interés. Tal esfuerzo puede ser realizado a través de dos líneas generales: un pronóstico «explicativo» (que parte de los hechos de hoy y que intenta extrapolar hacia el futuro), y un pronóstico «normativo» (que hace una evaluación de metas futuras e intenta atenderlas como corresponde). Ambos pueden ser útiles aquí; el primero contribuye a obtener una comprensión coherente de la situación actual, y el segundo lo hace a la definición de estrategias a largo plazo. A este respecto hay que evitar tentaciones tecnocráticas; los objetivos deberían ser solamente de aspecto social, y no necesariamente los nuestros propios. Afortunadamente, en el campo específico considerado aquí, es válido suponer que durante los próximos diez años las necesidades sociales no van a cambiar de un modo considerable.

En estas condiciones, resulta posible permitirse una valoración (más bien de posibilidad en lugar de otra probabilista) de algunos desarrollos, tras un período de 10 a 15 años. Sin embargo, lo que sigue a continuación no es una lista completa de acontecimientos esperados o deseados, sino un *marco abierto*, que solamente incluye algunos puntos escogidos y resueltos; se supone que el debate que surja de este informe preliminar hará que el cuadro sea modificado o complementado de un modo importante.

Este informe incluye los datos siguientes:

- a) Mi propia conferencia de clausura en el IABSE Symposium (1987), celebrado en París-Versalles; aquella conferencia tenía el mismo título que esta.
- b) El *Informe del ACI* «Hormigón - El año 2000», publicado en 1971; algunos de sus pronósticos ya son realidad hoy en día, otros parecen estar más allá de las esperanzas razonables del futuro, mientras que otros pueden ser considerados como metas posibles y deseadas.
- c) En relación con el fracaso de algunos de nuestros proyectos de investigación durante las dos últimas décadas, soy del parecer de que un inventario completo de tales fracasos puede ser muy útil a la hora de seleccionar estrategias a medio plazo, ya que una meta impracticable en el año 1975 puede ser de beneficio en 1995.

Por último, debo aún otra explicación. En el título de esta conferencia el término «estructuras» tiene que ser tomado en su sentido más amplio, ya que será imposible «prever» los logros estructurales sin la investigación de algunos desarrollos posibles en los medios necesarios para llevarlos a cabo. Por tanto, me tomo la libertad de hablar de nuevo, tanto sobre las tendencias en relación con materiales, proyectos, construcción, garantía de calidad, durabilidad, usos innovadores, como de la educación e investigación futuras, en relación con las estructuras de hormigón.

Esta conferencia incluye algunas travesuras humorísticas, que espero sean tomadas como una muestra de mi propio desconcierto ante la perspectiva del alba de un nuevo milenio.

2 MATERIALES

2.1 ¿Por qué no Plásticos Reforzados en vez de Hormigón Armado?

La mayoría de las características favorables del hormigón fueron «copiadas» por materiales plásticos modernos (plasticidad, resistencia y versatilidad). Los plásticos modernos muestran además, algunas características adicionales muy importantes, como ligereza y una gran facilidad para ser cortados. Desde luego, pueden ser reforzados usando fibras continuas, y las estructuras hechas de plásticos reforzados (R.P.) se prestan a un alto grado de industrialización.

Then what happened? Why don't we buy structures from car dealers? Well, creep, fire-vulnerability and ill durability of plastics made their miracle: that is why concrete technology survived and flourished. However, I do not hesitate to wish that a report similar to this one would be written very soon on an optimistic long range forecasting of R.P. as well...

2.2 Cement

Among the many possibilities related to developments in the field of cement, I have selected only two characteristic visions.

- a) An optimistic one: thanks to a revolutionary physicochemical process, absorbed water in cement's C-S-H will be under control, and a considerable amount of creep and shrinkage will be eliminated.
- b) A pessimistic one: signs of deterioration of some R.C. structures made with some modern blended cements may lead to a reconsideration of the philosophy that «cement is the wastebasket of an affluent society».

2.3 Lightweight aggregates

Despite the deceleration of innovations in this field (due mainly to the energy crisis), a set of unbeaten incentives will lead to a considerable invigoration:

- a) record spans of large bridges can be easily increased,
- b) construction in difficult soils can be encouraged and
- c) solutions under seismic conditions can be enhanced.

2.4 Additives

Since high strength concretes are a reality nowadays, and, on the other hand, it is not very clear how important (and wise) it would be to exaggerate increasing strength under the actual thirst for ductility and durability, it would be perhaps more profitable to direct our brain storming towards another generation of additives; a happy interdisciplinary effort of physical, chemistry and fracture mechanics will result in the following additives (some anticipated provocative trade-names might also be thought of by now).

«Anticarbocrete»: carbonation is considerably delayed.

«Tensocrete»: higher tensile strengths and much higher extendibility of concrete is secured.

«Self curing mass compound»: water evaporation is hindered throughout the mass.

2.5 Steel

Here again, I have selected only two characteristic visions.

- a) An optimistic one: Migration of iron ions towards the bar's surface and hydrogen intergranular penetration will be stopped: stress-corrosion will be practically eliminated and the application of prestressing will further expand.
- b) A pessimistic one: An actual tendency to produce somewhat more brittle steels will result in some dramatic incidents, which will point to another direction of socio-economic optimisation in steel production.

Independently of these normative expectations, it is obvious to mention developments in the field of *non-metallic* reinforcements, like, the composites of a resin matrix (e.g. 30%) and strictly oriented small diameter (e.g. 20 µm) aramid fibres. Rectangular very thin shapes (e.g. 1 mm) with extremely rough surfaces, may constitute a new generation of R.C. reinforcement, internal and or external.

3 DESIGN

3.1 Conceptual design

Like a D'Annuncio' heroine, who died under the weight of thousands of roses, some new concrete structures will collapse under the weight of their automated package calculation. At this moment, the «obsolete» notion of the designer as a physical person will be re-invented, and a flexible conceptual design will be imposed as a «sine qua non» step for every project. Such a happy development is expected to take place around the year 2000, after a relevant suggestion of a super-powered central computer...

Entonces, ¿Qué ocurre? ¿Por qué no compramos nuestras estructuras a los vendedores de coches? Pues porque, razones de retracción, vulnerabilidad al fuego, y durabilidad del plástico, plantean problemas. La tecnología de hormigón sobrevivirá y prosperará; sin embargo, no tengo ningún reparo en decir que me gustaría ver un informe parecido a este, en un futuro cercano, que proporcione un pronóstico optimista y de largo alcance sobre los Plásticos Reforzados.

2.2 Cemento

De las muchas posibilidades relacionadas con el desarrollo en el campo del cemento, he elegido únicamente dos visiones características.

- a) Una primera visión optimista: gracias a un proceso físico-químico revolucionario, se podría controlar la cantidad de agua absorbida en el S.C.H. del cemento, y así eliminar una cantidad importante de fluencia y retracción.
- b) Una visión pesimista: los indicios de deterioro en algunas estructuras de hormigón armado, construidas con nuevos cementos de adición, pueden llevar a una revisión de la filosofía de que «el cemento es el cubo de la basura de una sociedad opulenta».

2.3 Aridos ligeros

A pesar de la disminución de novedades en este campo (debido sobre todo a la crisis de energía), un número de alicientes inexplorados llevará a una estimulación importante.

- a) Las luces de puentes grandes pueden ser aumentadas con facilidad.
- b) La construcción en terrenos difíciles puede ser fomentada.
- c) Las soluciones para condiciones sísmicas pueden incrementarse.

2.4 Aditivos

El hormigón de alta resistencia es un hecho hoy en día. Sin embargo, no queda muy claro si es necesario (o sabio) aumentar la resistencia de un modo exagerado, a la luz de las tendencias de ductilidad y durabilidad actuales. En cambio, quizás sería más beneficioso dirigir nuestra inspiración hacia otra generación de aditivos; un esfuerzo interdisciplinario acertado, de química, físico y de mecánica de fractura, dará paso a los siguientes aditivos (algunos nombres comerciales provocativos ya podrían haber sido inventados).

- «Anticarbocrete»: con el cual la carbonatación es retrasada de un modo importante.
- «Tensocrete»: que asegura una resistencia a tracción y una deformabilidad en tracción del hormigón mucho más alta.
- «Self Curing Mass Compound»: la evaporación de agua es dificultada por toda la masa.

2.5 Acero

Una vez más, he elegido dos visiones características.

- a) Una optimista: La supresión de la migración de iones de hierro hacia la superficie de una barra y de la penetración intergranular de hidrógeno; la corrosión bajo tensión será prácticamente eliminada y el campo del pretensado se verá incrementado.
- b) Una pesimista: La tendencia actual a producir aceros algo más frágiles dará lugar a incidentes desgraciados, que conducirán hacia una nueva dirección, de mejoras socio-económicas en la producción de acero.

Con independencia de estas expectativas normativas, hay que mencionar el desarrollo en el campo, de armaduras *no metálicas*, como los compuestos de una matriz de resina (p.e. 30%) y de fibras ARAMID de diámetro pequeño y estrictamente orientadas (p.e. 20 μ m). Formas muy delgadas y rectangulares (p.e. 1 mm) con superficies muy rugosas, pueden dar lugar a una nueva generación de armaduras externas e internas para el hormigón armado.

3 PROYECTO

3.1 Proyecto conceptual

Como la heroína de D'Annunzio, que murió bajo el peso de miles de rosas, algunas estructuras nuevas de hormigón se derrumbarán bajo el peso de sus cálculos globales automatizados. Ahora, el concepto, «caído en desuso», del proyectista como una persona física, volverá, y el proyecto conceptual y flexible será impuesto como un paso «sine qua non» para cada proyecto. Se espera un desarrollo tan feliz alrededor del año 2000, tras la importante sugerencia de un ordenador central super potente...

3.2 The cult of slenderness leads to annihilation!

In one multidimensional field of optimization, in the future, some slim savings in concrete consumptions or some trends towards affectedly «elegant» slender members, will be rejected as highly uneconomical since they should be paid in terms of lower reliability, higher fatigue vibration risks and higher maintenance costs.

3.3 Seismic isolation

After 40 years of sterile proposals, partial failures, expensive research, pilot studies and real case-histories of behaviour during strong earthquakes, seismic isolation systems installed at the foundation level of some important structures, beside bridge piers, will be of broader application.

4 CONSTRUCTION

More than any other branch of the concrete structures industry, the construction field is open to realistic innovations.

4.1 Reinforcement cages

It is expected that a large part of the production of reinforcement will be completely automated: cutting, bending, assembling in cages, welding and labelling for transport will be made by computer-controlled large machines, used in central industry-like workshops. The expected increase of job-site fabrication costs of steel (by say 250%) up to the year 2000 will accelerate this changes. Quality control will thus be equally improved.

4.2 Concrete placing, compacting and curing

Very thin *precast forms* (made of ferrocement of fibre reinforced mortar) in standardized dimensions will be profitably used and left permanently to become a part of the building element. Form savings, fire-protection and durability improvement are expected.

Electronically controlled *vibrators* will be available and able to function at a self-modified frequency, following the changing resonance frequency of fresh concrete.

Curing will be recognized as the most important concrete work, from all possible points of view (appearance, strength, durability). Additional techniques will be developed and an important but separate item of payment will be established. In-situ control methods resulting in early signaling of any curing deficiency will be developed.

4.3 Precasting-Prestressing

Fewer working hours per week, longer vacations and higher wages may reasonably urge the construction «industry» to turn more to its industrialization. A vivid renewal of interest in precasting should therefore be expected even in the building sector, provided that a higher quality of finishing be respected. One of the very probable scenario is the production of jointless multi-room size boxes («megamodules»), manufactured by means of compression (or injection) moulding machines, and jointed on site.

It is at that moment that the big car manufacturing companies will show a greater interest in investing in the construction sector...

4.4 Automated construction process

Actual developments in sensors, lasers and computers could not miss their influence on construction industry. Nowadays, several «robots» are already used in the concrete construction sector:

- Fully computerized batching plants.
- Shotcreting Robots.
- Fresh concrete distributors, controlled by microcomputers.
- Concrete floor– or wall– finishing Robots.
- Automated rebar placers.
- Non-vibration cutting of concrete (ultra rapid abrasive jets)

3.2 ¡El cultivo a la esbeltez conduce a la aniquilación!

Con respecto al campo multidimensional de perfeccionamiento en el futuro, los pequeños ahorros en el consumo de hormigón y las tendencias para piezas esbeltas y amaneradamente «elegantes», serán rechazados por ser muy poco rentables y porque su precio tendría que ser pagado en términos de una fiabilidad inferior, un aumento en los riesgos de fatiga por vibración, y unos costes de mantenimiento más altos.

3.3 Aislamiento sísmico

Tras 40 años de propuestas estériles, fallos parciales e investigaciones costosas, los estudios en modelos y las historias clínicas verdaderas de comportamiento durante fuertes terremotos, serán de más amplia aplicación para la instalación de sistemas de aislamiento sísmico a nivel de los cimientos de algunas estructuras importantes y de las pilas de puentes.

4 CONSTRUCCION

El campo de la construcción está más abierto a innovaciones realistas que cualquier otra rama del sector de estructuras de hormigón.

4.1 Jaulas de armadura

Se espera que una parte importante de la producción de armadura será completamente automatizada: el corte, doblado, montaje en jaulas, soldadura y el etiquetado para transporte serán hechos por grandes máquinas controladas por ordenador, en talleres centrales industrializados. El aumento previsto de los costes de fabricación de acero «in-situ» (digamos un 25%) hasta el año 2000 obligará a estos cambios. Así, el control de calidad será igualmente mejorado.

4.2 La colocación, compactación y curado de hormigón

Encofrados prefabricados muy delgados (hechos de ferrocemento o pasta con fibras reforzadas), de tamaño normalizado, serán de gran provecho, y dejados de modo permanente para formar una parte integral del elemento de construcción. Se espera conseguir así ahorros en encofrados, protección contra el fuego, así como una mejora en la durabilidad.

Disponemos de *vibradores*, controlados electrónicamente, que operan a una frecuencia automodificable, en función de la frecuencia de resonancia cambiante del hormigón fresco.

El curado será reconocido como la parte más importante del hormigonado, desde todos los aspectos (aparición, resistencia, durabilidad): se desarrollarán unas técnicas adicionales y se establecerá una partida de pago importante, pero separada, por este concepto. Se desarrollarán métodos de control «in-situ», que proporcionarán un aviso anticipado de cualquier deficiencia en el curado.

4.3 Prefabricación-Pretensado

Puede que menos horas de trabajo a la semana, vacaciones más largas y sueldos más altos, consigan que el sector de la Construcción de un giro hacia la industrialización. Por lo tanto, es posible esperar una clara renovación del interés en la prefabricación, incluso en el sector de la Edificación, siempre que proporcione una mejor calidad de acabados. uno de los argumentos más probables será la producción de módulos sin juntas y del tamaño de una habitación («megamódulos»), fabricados por máquinas de moldeado de comprensión (o inyección) y montados «in-situ».

En este momento, los grandes fabricantes de coches mostrarán más interés a la hora de invertir en el sector de la Construcción...

4.4 Procedimientos de construcción automatizados

Los desarrollos actuales en sensores, láser y ordenadores, tendrán que imponer su influencia en el campo de la Construcción. Hoy en día algunos autómatas ya se están empleando en el sector del hormigón:

- Instalaciones de amasado inteligentes.
- Robots para el gunitado.
- Distribuidores de hormigón fresco, controlados por micro-ordenador.
- Colocación automatizada de armaduras.
- Corte no vibratorio de hormigón (chorros abrasivos ultra-rápidos).

Following this line, it is not a prediction– it is a certainty to expect rapid developments in automated concrete construction industry.

The needs are pressing: Reduction of skilled labour. Reluctance of harsh working environments. Higher quality demands. The surrounding technology is available: Optical fibres, Artificial intelligence and extra-rapid computers are offered.

As a consequence, the following applications are envisaged:

- Robot placers and compactors will free our industry from this extremely hazardous hand-made operation.
- Completely computerized survey systems directly connected to drilling machines or launching rigs.
- Integrated monitoring systems operating on existing structures.

5 QUALITY ASSURANCE SCHEMES

5.1 Integrated joint-ventures

Although such a perspective goes far beyond the developments in the specific field of concrete structures with which we are dealing here, the search for efficiency, quality and durability points towards a «seamless» (continuum) system in the construction industry. In other words, we are bound to minimise the (eventually enormous) *responsability leakages* (or quality-assurance inadequacies) which are taking place at the many interfaces between owner, programmer, designer, materials producer, contractor, user and maintainer of a structure; especially so, under the actual trend for longer and longer life spans of our construction products. It seems therefore very profitable indeed to expand the use of an «integrated joint-venture» system encompassing capital investment, conception design, material production, construction, «lending» and maintenance of structures, all within one consortium; efficiency and quality will be just an internal matter for them. However, it remains to be seen whether the corresponding profits for the society at large may counter-balance the possible risks due to the oligopolistic nature of such schemes.

5.2 The in-situ-inspection revolution

It is really surprising to recall what a very small amount of information is included in our specimens taken from a mixer and later tested under compression; nothing is said about segregation, compaction and curing in-situ, about durability potentialities and so on. In the year 2000 all this (should?) have changed. Acceptance tests will be made only in-situ, by means of a combined set of measurements, like:

- Immediate quality control of placed fresh concrete by means of radio-attenuation measurements; major deficiencies may lead to a direct «abolition» of fresh concrete.
- Tensile strength measurements by means of in-situ semi-destructive methods (like «pull-out» of small diameter cylinders cut at a very small depth, or by means of auger tests). Air and water permeability tests in-situ will be used as basic estimators of *durability*.

A respective reliability frame should be elaborated in-between by Code makers.

6 DURABILITY

6.1 Existing structures

The alarming conditions of existing structures by 2000, will impose an extensive salvation strategic plan. Important structures (and representative samples of each category, location, age etc. of smaller structures) would have been systematically assessed. According to their «state of durability», a «maintenance dossier» will be opened and kept for each of them.

A special problem will have to be faced by the year 2000; a series of *fatigue* failures of bridges will be produced because of the continuous increase in weight and speed of vehicles. Differential diagnosis for concrete «disintegration» (possibly due also to freezing cycles) or for brittle steel ruptures (possibly due also to corrosion embrittlement) should be made in most cases.

De esta manera, los desarrollos rápidos en el sector de la construcción automatizada de hormigón, no son un pronóstico, sino una realidad.

Como resultado de lo expuesto, pueden ser concebidas las siguientes aplicaciones:

- La colocación y compactación hecha por robot, librará a nuestra industria de esta operación manual tan arriesgada.
- La conexión de sistemas de inspección, totalmente informatizados, con máquinas de perforación o plataformas de lanzamiento.
- La instalación de sistemas de seguimiento en estructuras existentes.

5 SISTEMAS DE GARANTIA DE CALIDAD

5.1 Participaciones integradas

Aunque una perspectiva así va más allá de los desarrollos en el campo específico de las estructuras de hormigón, tratado aquí, la búsqueda de eficacia, calidad y durabilidad, indica un sistema continuo en la Construcción. En otras palabras, es obligado que reduzcamos al mínimo las *pérdidas de responsabilidad* (que son en definitiva enormes) y las insuficiencias de la garantía de calidad, que aparecen en los contactos entre el propietario, programador, proyectista, el fabricante de materiales, el contratista, el usuario, así como en el mantenimiento de una estructura; y sobre todo bajo la tendencia actual de dar una vida cada vez más larga a nuestros productos de Construcción. Por tanto, parece muy beneficioso extender la práctica de sistemas de «participación integrada», que abarca la inversión de capital, el proyecto conceptual, fabricación de materiales, construcción, «prestación» y mantenimiento de estructuras, dentro de un solo consorcio; así, la eficacia y calidad serán simplemente un asunto interno. Sin embargo, queda por ver si los beneficios correspondientes a la sociedad en general pueden contrarrestar los posibles riesgos debidos a la naturaleza oligopolística de estos sistemas.

5.2 La revolución de la inspección «in-situ»

Es sorprendente acordarse de la cantidad tan pequeña de información que está incluida en las muestras tomadas de una hormigonera y luego sometidas a ensayos de compresión; no se dice nada sobre segregación, compactación y curado «in-situ», ni tampoco sobre durabilidad, etc. En el año 2000 todo esto habrá cambiado, o debería haber cambiado. Los ensayos de aceptación se harán únicamente «in-situ», por medio de una serie de medidas combinadas, como:

- El control de calidad inmediato de hormigón fresco y colocado, a través de mediciones de radio-atenuación; deficiencias importantes pueden implicar el rechazo directo del hormigón fresco.
- Mediciones de la resistencia a la tracción por medio de métodos semi-destructivos empleados «in-situ» (como la «extracción» de cilindros de pequeño diámetro sacados a muy poca profundidad, o a través de ensayos de perforación) Se utilizarán ensayos de permeabilidad al agua y al aire, «in-situ», como un estimador básico de la *durabilidad*.

Mientras tanto, los redactores de Normas deberían considerar un marco de fiabilidad al respecto.

6 DURABILIDAD

6.1 Estructuras existentes

El estado alarmante de las estructuras existentes en el año 2000, impondrá un plan estratégico de salvación muy extenso. Las estructuras importantes (y muestras representativas de cada clase, ubicación, edad, etc., de estructuras más pequeñas) serán sometidas a una evaluación sistemática. En función del «estado de durabilidad» de cada estructura, se abrirá un «expediente de conservación» para cada caso.

En el año 2000 tendremos que enfrentar un problema particular; una serie de fallos de puentes debido a *fatiga, tendrán lugar*, a causa del aumento continuo del peso y la velocidad de los vehículos. En la mayoría de estos casos habrá que hacer una diagnosis diferencial para la «desintegración» del hormigón (posiblemente debido a los ciclos de congelación) o para acero frágil (posiblemente debido a fragilización por corrosión).

An intensification of research in these fields is expected within the years to come, so that we be able to face the problem accordingly: appropriate monitoring devices will be invented and installed in due time.

Regarding already contaminated reinforced concrete, two major developments are expected:

1. Repassivation of steel (via re-alkalination and dechloridation) will be cheap and reliable. The actual cost and quality problems will be overcome.
2. Decontamination of *concrete*, an extremely costly process, will be applicable for social or production reasons: such is the case of alkali/silica reaction (permanent de-humidification, micro-injections with epoxies). Similarly, a purely Barcelonian invention is expected by the year 2000, regarding the «de-aluminatation» of existing concretes...

6.2 New structure

The short-sighted monistic consideration of actions, being meant only as external «loads», will be totally abandoned by the year 2000. Instead, design will be carried on a generalized space of actions including mechanical (loads and imposed deformations), physical (temperature and humidity cycles), and chemical long range influences.

Conceptual design will exclude all those pseudo-solutions which do not serve a full inspectability of all parts and reasonable replaceability of potentially decisive structural parts.

Design for durability will take into account the characterisation of the environment, as well as the micro-environment differentiations created by the structure itself. Design solutions will formally depend on realistic expectations for maintenance. A detailed maintenance plan will be included in the design documents accordingly.

7 INNOVATIVE USES OF CONCRETE

Among the possible areas of expansion of concrete applications, I have chosen only two to comment upon.

7.1 Hazard situations

One of the most exclusive areas of concrete applications, i.e. as a shield against any kind of hazard, will be fully recognized and further widened. In fact, it is difficult to imagine any other material able to offer better protection (simultaneously) against fire or freeze, impact or explosion than reinforced concrete; even in the seismic field, reinforced concrete has recently gained over steel structures. Thus, it is reasonable to foresee e.g. a general replacement of steel guard-rails in highways by appropriate R.C. elements, the erection of external, conveniently braced precast wall systems around existing hazardous tanks etc.

One of the most challenging future applications of concrete related to hazard mitigation, has to do with safe industrial (and nuclear) *waste disposal*.

The immoral «solution» of wastes' export to cheaply contaminable countries of the third world, has hopefully come to an end. What is needed nowadays are *containment facilities* which will remain safe for several thousand years against hazards produced by nature or eventually by man himself.

Low level radioactive wastes are normally stored in shallow land concrete pits, whereas high-level radioactive wastes are disposed inside deep geological formations checked on purpose.

However, merely passive safety is not the best policy; A modern containment should be:

- Robust enough vs. external hazards.
- Inspectable for control purposes.
- Repairable in case of damage.
- Renewable (eventually).

Se espera una intensificación en la investigación en estos campos en el futuro, y si es así podremos enfrentar el problema como corresponde; se inventarán nuevos dispositivos para el seguimiento, que serán instalados en el momento adecuado.

En cuanto al hormigón armado ya dañado, se esperan dos novedades importantes:

1. La repasivación de acero (a través de re-alcalinación y «desclorización»), será barata y segura. Los problemas de coste y calidad actuales se verán superados.
2. La descontaminación de *hormigón*, un proceso muy caro hoy en día, será de aplicación general por razones sociales o de productividad: Este es el caso de la reacción álcali-sílice (deshumectación permanente, micro-inyecciones con resinas epóxicas). Se espera a la vez una novedad puramente catalana para el año 2000, con respecto a la «desaluminización» de hormigones existentes...

6.2 Estructuras nuevas

La falta de perspicacia en la teoría monística de acciones, vistas simplemente como «cargas externas», se cambiará totalmente en el año 2000. En su lugar se harán proyectos que abarquen todo tipo de acciones y que incluyan las influencias de largo alcance relativo a lo mecánico (cargas y deformaciones impuestas), lo físico (ciclos de temperatura y humedad), y lo químico.

El proyecto conceptual excluirá todo tipo de soluciones falsas que no permiten la inspección de todos los elementos y que no ofrecen la posibilidad de la reposición, dentro de un orden, de las partes estructurales potencialmente más importantes.

El proyecto para durabilidad tomará en cuenta, tanto la caracterización del medio ambiente, como las diferenciaciones en el microambiente creadas por la estructura en sí. Las soluciones de proyecto dependerán de las expectativas realistas de la conservación. Un plan de conservación detallado será incluido dentro de la documentación del proyecto.

7 NUEVOS USOS DEL HORMIGON

Aquí, he elegido solamente dos de las muchas posibilidades en el desarrollo de aplicaciones de hormigón.

7.1 Situaciones peligrosas

Una de las aplicaciones del hormigón más exclusivas –uso como protección contra cualquier tipo de peligro– será reconocida plenamente, y ampliada aun más. De hecho, es muy difícil imaginar cualquier otro material que sea capaz de ofrecer una protección mayor contra el fuego o las heladas, impactos o explosiones, que el hormigón armado; incluso en el campo sísmico está ganando terreno sobre las estructuras metálicas. Así, es posible prever, por ejemplo: una sustitución general de barandillas de acero, en las autopistas, por elementos de hormigón armado, o la construcción de sistemas de muros prefabricados y adecuadamente arriostrados alrededor de depósitos peligrosos, etc.

Otra de las aplicaciones más desafiantes del hormigón en el futuro, en relación con la reducción del peligro, tiene que ver con la seguridad en el *vertido de residuos* industriales y nucleares.

Es de esperar que haya terminado la costumbre inmoral de exportar vertidos a países del Tercer Mundo, que pueden ser contaminados de forma barata. Lo que hace falta hoy en día son unas *instalaciones de contención* que continúen siendo seguras durante miles de años contra los peligros provocados por la Naturaleza o por el hombre.

Los vertidos de baja radioactividad suelen ser depositados en pozos de hormigón de poca profundidad, mientras que los de alta radioactividad lo son dentro de formaciones geológicas profundas comprobadas a este propósito.

Sin embargo, la mejor política no es la seguridad simplemente pasiva; una contención moderna debe ser:

- Suficientemente fuerte para resistir los peligros externos.
- Susceptible de ser inspeccionada por razones de control.
- Reparable en caso de daños.
- Renovable (con el tiempo).

Structural concrete potentially covers these requirements, thanks to its

- Strength and mass.
- Versatility in form.
- Modular possibilities.
- Easy replaceability.

7.2 Marine environments

If it is true that Ocean Economy will be rapidly developing during the next couple of decades (raw materials to be extracted from both water and the bottom of the seas, energy to be captured from waves and from temperature effects within the sea, etc.), the R.C. will find one of its best fields of further applications in marine environments. Light-structures made of thin polymer impregnated ferrocement elements will serve on the surface, while heavy *spherical bodies* will secure service in very large depths. Besides, it does not seem that the long expected development of *floating airports* has taken place as yet; however, the conditions favoring such a development are persisting. Therefore, prestressed concrete floating boxes are to be expected as the best solution for new large airports, outside congested or polluted centres on land.

7.3 Other Megatrends

Several challenging (and even contradictory) developments, such as a) the transition from industrial to information society in western countries, and b) the strong population and urbanisation growth in developing countries, will expectedly generate enormous opportunities for a) «intelligent» infrastructure of for b) endless housing plans. Concrete is the most appropriate material to serve both these megatrends; Versatile (appropriate for light weight or massive structures) and, above all, *international* in character, concrete is offered to play an important role in implementing these megatrends.

Obviously, intensive innovation is needed in order to bring down both costs and vulnerability. That is why the developments envisioned in 82 (Materials) and 84 (Construction) have very good *incentives*.

And this brings us to the key issue of Education and Research which are expected to be mobilised TODAY in order to serve the megatrends of tomorrow.

8 EDUCATION AND RESEARCH

Concrete structures of the day after tomorrow will obviously be shaped by the research and education of today; that is why I have thought we should devote some normative thinking to this purpose.

8.1 Education

Since «structural behaviour» of concrete is really a very large subject compared to the traditional matter of «elastic response against loads» we are mainly teaching our students, the need is recognized to substantially shift engineering courses towards «concrete technology», as well as «control organisation».

Parallel with this, a considerable effort should be made to raise the educational level of workmen and foremen, by means of collective professional schemes. Otherwise, the *gap* between sophisticated tendencies in modern design and traditional attitudes in the profession, may create a dramatic threat to quality and safety.

8.2. Information

Wasted funds for useless research will be saved, and our efficiency will be greatly enhanced (especially in developing countries) when a total information transfer system will be applied. Each engineer will avail himself of all technical knowledge compiled in data banks, by merely pushing buttons in front of his personal computer.

En potencia, el hormigón estructural cubre todos estos requisitos, gracias a:

- Su resistencia y masa.
- Su versatilidad de forma.
- Su posibilidad modular.
- Su facilidad de reemplazo.

7.2 Ambientes marinos

Si es verdad que la Economía Marítima se va a desarrollar rápidamente durante las dos siguientes décadas (materias primas extraídas tanto del agua como del fondo de los mares, energía obtenida de las olas y de los efectos de temperatura dentro del mar, etc.), entonces el hormigón armado encontrará uno de los mejores campos de aplicaciones adicionales. Estructuras ligeras construidas de elementos de hormigón armado impregnado con polímeros, serán empleadas en la superficie, y para profundidades muy grandes se emplearán unas *estructuras esféricas* pesadas.

Aunque el desarrollo de *aeropuertos flotantes* no se ha puesto en práctica todavía, las condiciones para tal desarrollo siguen siendo favorables. Por tanto se puede prever el uso de unas cajas flotantes hechas de hormigón pretensado como la mejor solución para nuevos grandes aeropuertos, fuera de los centros contaminados o superpoblados en tierra.

7.3 Otras tendencias corrientes

Algunas tendencias desafiantes (e incluso contradictorias), como a) la transición desde una sociedad industrial a una de informática en los países occidentales, y b) el crecimiento fuerte de la población y urbanización en los países en vías de desarrollo, probablemente generarán unas oportunidades enormes para a) una infraestructura «inteligente» o para b) la planificación de viviendas. Para las dos tendencias el hormigón es el material más adecuado; es versátil (adecuado tanto para estructuras ligeras como para estructuras macizas) y, sobre todo, tiene un carácter *universal*, y así puede jugar un papel muy importante en la realización de estas tendencias.

Desde luego, hacen falta unas innovaciones muy fuertes para bajar los costes y la vulnerabilidad; por esto, los desarrollos indicados en los puntos 2 (Materiales) y 4 (Construcción) de la presente conferencia, presentan muy buenos alicientes.

Esto nos lleva al asunto clave de Educación e Investigación, que tiene que ser movilizado HOY para servir las tendencias del futuro.

8 EDUCACION E INVESTIGACION

Las estructuras de hormigón del mañana tendrán que ser conformadas a través de la investigación y de la educación de hoy en día; y por esto considero necesario dedicar un apartado de esta charla a dicho fin.

8.1 Educación

El «comportamiento estructural» del hormigón es un tema muy amplio, comparado con el asunto tradicional de la «respuesta elástica ante cargas» que solemos enseñar a nuestros alumnos. Reconocemos que hace falta dar un giro importante en los estudios de Ingeniería, tanto hacia la «tecnología de hormigón», como hacia la «organización de control».

Junto con lo arriba expuesto, hace falta realizar un esfuerzo considerable para aumentar el nivel educativo de obreros y capataces, a través de programas profesionales colectivos. Si esto no fuera así, el desequilibrio entre las tendencias sofisticadas de los proyectos modernos y las actitudes tradicionales de la profesión, podría crear una amenaza importante a la calidad y seguridad.

8.2 Información

La instalación de un sistema de transferencia total de información, ahorrará el dinero perdido en investigaciones inútiles y mejorará nuestra eficacia (sobre todo en los países en vías de desarrollo). A través de su ordenador personal, cada ingeniero podría sacar partido de todos los conocimientos técnicos, archivados en una serie de bancos de datos.

8.3 Research

Practising engineers in the year 2000 will officially recognise the need for long range investment in basic research after having been (unjustly) accused for the unadvised way they left their structures under an unknown degree of carbonation or creep effects...

In the meantime, another more specific kind of research may be profitably supported: the preparation of alternative scenario of development of this construction sector in case of possible deficiencies in energy; we may badly need them. Even if R.P. were not able to substitute R.C., R.M. is always here to serve (R.M. standing for reinforced masonry)!

9 AESTHETICS AND CONCRETE

I have purposely left another aspect to be discussed at the end of this lecture. I have started considering aspects related to:

- Economy,
- Safety,
- Environment,

and their future interaction with concrete structures.

But, we Engineers, humanists by profession, have to complete our endeavours with taking care of another fundamental human need such as the *Aesthetic satisfaction* from the built environment. And we should recognise that, in this respect, concrete has not always properly served the purpose. It suffices to quote a scene from the theatrical play «Lattice and Lovage», written by Peter Sceffer (1988): A young lady, tourist guide, is organising the «Dramatic Guide to Disgusting Buildings:

*«Before your eyes we will show you how Beauty has been Murdered- and by whom! Exactly which Architects, Builders, Engineers and city Planners.
You are standing now in the Main Hall of Computex House, Constructed in 1980 out of British Concrete. Observe the cracks, splits and dramp strains typical of the period. The obvious intention of this building is to resemble as much as possible a top-security prison».*

Exaggerated as this image may seem, it continues to be a popular conception of concrete structures. And this does not do justice to concrete. Not at all; the aesthetic potentialities of concrete structures have been clearly demonstrated for almost one century now. Remarkable buildings, extremely expressive bridges, almost metaphysic towers, and the powerfully beautiful off-shore platforms, are our best answers to these misconceptions. However, any eventually negative experience of the past has to be reconsidered if we are about to build a better future:

- a) First, any durability problems have to be radically solved; our actual knowledge enables us to avoid such micro-scale deficiencies of appearance, for considerable life-time spans.
- b) Regarding now the macro-scale form, we need to elaborate a bit more.
 - «Post. Modern Architecture» tendencies have somehow jeopardised the aesthetic potentialities of the naked bearing structure. But we have to admit that this is understandable: what is really needed is the *overall* satisfaction; the famous «genuineness» of the material, is only an invention of fanatics. In the small scale, the aesthetic solutions offered by the material and its static function may, or may not, be retained. From this point of view, I do NOT predict a return of the childish «functionalism» in aesthetics of buildings.
 - On the contrary, large scale structures (such as very big industrial or commercial buildings and, above all, engineering works, like towers, bridges, platforms, etc.) are going to become larger and larger within

8.3 Investigación

En el año 2000 los ingenieros en ejercicio reconocerán oficialmente la necesidad de una inversión a largo plazo en investigación básica, esto después de ser acusados (injustamente) por su imprudencia al dejar que las estructuras sufrieran un nivel desconocido de carbonatación, o los efectos de la fluencia...

Mientras tanto, podremos sacar provecho de otro tipo de investigación más específico: la preparación de un programa alternativo para el desarrollo de este sector de la Construcción, en el caso de posibles deficiencias de energía; y es muy posible que nos hagan mucha falta estas alternativas. En el caso de que el plástico reforzado no pueda reemplazar al hormigón armado, podremos pensar incluso en los paños de fábrica reforzados.

9 ESTETICA Y HORMIGON

He dejado este aspecto a propósito para el final de la conferencia. Hasta ahora, hemos reflexionado sobre aspectos relacionados con:

- La economía,
- Seguridad,
- El medio ambiente,

y su interacción futura con las estructuras de hormigón.

Pero, nosotros los ingenieros, humanistas de profesión, tenemos que complementar nuestros esfuerzos con la consideración de otra necesidad humana fundamental, tal como la *satisfacción estética* que procede de un entorno edificado. A este respecto, debemos reconocer que el hormigón no siempre ha cumplido con este deber. Podremos citar una escena de una obra de teatro «Lattice and Lovage», de Peter Sceffer (1988): Una joven guía turística está organizando una «Guía dramática de Edificios Repugnantes»:

«¡Vamos a mostrar ante sus ojos cómo la Belleza ha sido Asesinada - y los culpables! Los Arquitectos, Constructores, Ingenieros y Urbanistas responsables. En este momento están en el Vestíbulo Principal de Computex House, construido en 1980 con hormigón británico. Observen las grietas, hendiduras y manchas de humedad típicas del período. La intención obvia de este edificio es la de parecerse al máximo posible a una cárcel de alta seguridad».

Aunque esta imagen puede parecer algo exagerada, sigue siendo el concepto popular de las estructuras de hormigón. El hormigón no merece este tratamiento en absoluto. Las posibilidades estéticas de las estructuras de hormigón son ya obvias desde hace casi un siglo. Edificios admirables, puentes expresivos, torres casi metafísicas, y la belleza poderosa de las plataformas marítimas, son las mejores respuestas a estos conceptos erróneos. Sin embargo, cualquier experiencia negativa del pasado tiene que ser examinada de nuevo para poder construir un futuro mejor:

- a) Primero, los problemas de durabilidad tienen que ser resueltos de modo radical; nuestros conocimientos actuales nos permiten evitar las deficiencias en la apariencia a pequeña escala durante períodos de vida muy largos.
- b) En cuanto al aspecto a gran escala, resulta necesario explicar con más detalle.
 - Las tendencias de la «Arquitectura Postmoderna» han comprometido las posibilidades estéticas de una estructura sin adornos. Aunque admitimos que esto es comprensible, lo que hace falta es una apreciación *en conjunto*: la famosa «autenticidad» del material es simplemente un invento de fanáticos. Las soluciones estéticas del material a una escala pequeña y su función estática, pueden ser conservados o no. Desde este punto de vista, NO preveo una vuelta del «funcionalismo» infantil en la estética de los edificios.
 - Por otro lado, las estructuras grandes (como edificios industriales o comerciales muy grandes y, sobre todo, obras de ingeniería como torres, puentes, plataformas, etc.) van a ser cada vez más grandes a lo

the next decades. Giant spans and otherwise incredible slenderness will be possible now. Thus, any cheap decorative means will become more useless! Large scale will encourage «sincerity»: The structural function itself will be almost the only possibility to be explored for aesthetic pleasure. And, happily enough, statics offers the possibility to fulfill the basic theorems of Aesthetics (Unity and Order in the large– Freedom and Variety in the small). But this is only a potentiality of statics– it is not a mechanistically expected aesthetic result by merely applying the laws of Mechanics. The vigilant sensibility of the Designer will be the final judge.

- In this connection, another event is to be expected for the years 2000: Hybrid, i.e. trans-material, structures will prevail. Plastic composite tendons hanging from R.C. pylons, will offer support to high-strength concrete decks, sandwiched with steel tube trusses. And all this considerably increases the possibilities for aesthetic expression, instead of the boredom of a unique material. You see how modern Mechanics may also be a sponsor for Beauty...

Finally, one may put a more directly artistic question: What about concrete as *sculpture* material? The answer may be that after Picasso's megasculpture in Kristinehamn and the sculptured-lake in Gruenau (Zurich), concrete will be the beloved material of sculptors: Polymer modified concretes, including inorganic colours and poured on electronically shaped forms, will be the most suitable idiom for the mega-expression of the years 2000.

10 INSTEAD OF AN EPILOGUE

As it was recognized in the Introduction, the development of concrete structures cannot be considered outside an overall development following the goals Society will set forth. Thus, all that has been said are but fragments of possible (but most probable) scenario:

- a) Economic conditions in general, favourable to a development of concrete structures; but we have also witnessed recessions in our field...
- b) Adequate incentives to young people of higher intellectual capacity to join the sector. But the actual trends are not always optimistic; clever young people study Sociology...

What can we do to secure these two prerequisites of our future? These subjects are going to be the topics of another two work-shops to be organised in Spain (before 2000 anyhow).

largo de las próximas décadas. Será posible construir luces gigantescas y estructuras de gran esbeltez. ¡Por lo tanto, cualquier tipo de decoración barata será inútil! Estructuras de gran tamaño fomentarán un tipo de «sinceridad» arquitectónica: La función estructural en sí será casi la única manera de expresar el gusto estético. Afortunadamente la estática proporciona la posibilidad de cumplir con las teorías básicas de la Estética (Unidad y Orden para lo grande –Libertad y Variedad para lo pequeño). Sin embargo esta es una potencialidad de la estática– no el resultado estético que resulta simplemente de la aplicación de las leyes de la Mecánica. En último término, la sensibilidad del Proyectista será lo que decida la estética.

- A este respecto, se esperan otros acontecimientos para el año 2000: Predominarán las estructuras híbridas, es decir, con mezclas de material. Tendones hechos de compuestos plásticos colgarán de postes hechos de hormigón armado y soportarán forjados de hormigón de alta resistencia intercalados con armazones de acero tubular. Esto aumenta considerablemente las posibilidades estéticas, en vez del aburrimiento estético de un material único. Así, la mecánica moderna puede crear algo de belleza...

Por último, podemos preguntarnos si el hormigón sirve como material para *esculturas*. Quizás después de la escultura de Picasso en Kristienhamn y el lago esculpido en Gruenau (Zurich), el hormigón se convertirá en la materia favorita de los escultores; hormigones modificados con polímeros, con la incorporación de colores inorgánicos, y vertido sobre formas labradas electrónicamente, serán el mejor medio de expresión para el año 2000.

10 EN LUGAR DE UN EPILOGO

Como hemos dicho en la Introducción, el desarrollo de las estructuras de hormigón no puede ser considerado fuera del desarrollo global impuesto por la sociedad. Por tanto, todo lo dicho aquí no es más que una parte de las posibilidades del futuro.

- a) El estado económico es favorable para el desarrollo de estructuras de hormigón. Sin embargo, ya hemos presenciado recesiones anteriores en nuestro sector...
- b) Es necesario un incentivo adecuado para hacer que los jóvenes con una capacidad intelectual alta se unan al sector. Sin embargo, las tendencias no son optimistas, ya que los jóvenes inteligentes de la actualidad estudian Sociología...

¿Qué podemos hacer para asegurar estas dos condiciones previas para nuestro futuro? Estas materias serán los temas de dos seminarios que se celebrarán en España (antes del año 2000).

Relación de personal titulado

Arquitectos

Jalvo García, Jaime
Luzón Cánovas, José M.^a
Pulido Muñoz, José

Ingeniero Aeronáutico

Cerdó Alonso-Misol, Gonzalo

Ingeniero Agrónomo

Valdés Tamames, Begoña

Ingenieros de Caminos

Acón Robleda, Miguel Angel
Arroyo Pérez, José Alberto
Avalos Brunetti, Hugo Edgardo
Calavera Ruiz, José
Cortés Bretón, Juan María
Corral Folgado, Claudio
Delibes Liniers, Adolfo
Díaz Lozano, Justo
Espinós Espinós, José
Fernández Gómez, Jaime Antonio
Ferrer Serafi, Carles
Ferrerías Eleta, Román
Gómez Alvarez, Mercedes
González González, Juan José
González Valle, Enrique
Hostalet Alba, Francisco
Izquierdo Bernaldo de Quirós, José M.^a
Jordán de Urríes de la Riva, Jorge
Ley Urzaiz, Jorge
Penón Molins, Eduardo
Rodríguez Moragón, Julio
Sanz Pérez, Lorenzo
Sirvent Sirvent, Enrique
Tapia Menéndez, José
Torre Cobo, María Carmen

Ingenieros Civiles

Arias Brostella, Carlos Alfredo
Jai, Jamaledine

Ingeniero I.C.A.I.

Marín Estévez, Gonzalo

Ingenieros Industriales

Alvarez Cabal, Ramón Amado
Aparicio Betrián, Pedro Francisco
Aparicio Puig, José Antonio
Bueno Bueno, Jorge
Durán Boldova, José Miguel
Valenciano Carles, Federico

Ingeniero de Minas

Ramos Sánchez, Adelina

Ingeniero de Montes

Martínez Lorente, José Alberto

Ingeniero Naval

Vázquez Domínguez, Juan Manuel

Licenciado en Ciencias Físicas

Díaz Paniagua, Carlos
Rueda Colina, Gonzalo María

Licenciado en Ciencias Geológicas

Blanco Zorroza, Alberto
Massana Milla, Joan

Licenciados en Ciencias Químicas

Grandes Velasco, Sylvia María
López Sánchez, Pedro
Morgado Sánchez, José Carlos
Rodríguez-Maribona Gálvez, Isabel Ana

Licenciada en Geografía e Historia

Calavera Vaya, Ana María

Arquitectos Técnicos

Cervera García, Eduardo
Fernández de Caleyá Molina, Alberto J.
Fuente Rivera, Jesús de la
Montejano Jiménez, María del Carmen
Muñoz Mesto, Angel
Oros Rey, Ana Isabel
Seisdedos Domínguez, Lucía

Ingenieros Técnicos Industriales

Alonso Miguel, Félix Benito
Díaz-Trechuelo Laffon, Antonio
González Carmona, Manuel
Laserna Parrilla, María Teresa
Madueño Moraño, Antonio
Sánchez Orgaz, Miguel Angel

Ingeniero Técnico de Minas

Ballesteros Peinado, Luis Alberto

Ingenieros Técnicos de Obras Públicas

Alañón Juárez, Alejandro
Aranda Cabezas, Luis
Blanco García, Fernando
Carrero Crespo, Rafael
Esteban García, Juan José
Fernández Corredera, Carlos
González Isabel, Germán
González Nuño, Luis
Mata Soriano, Juan Carlos
Montiel Sánchez, Ernesto
Muñoz Mesto, Angel
Pardo de Agueda, Juan Luis
Rosa Moreno, José Andrés
Rozas Hernando, José Juan
Sánchez Vicente, Andrés

Ingenieros Técnicos Topógrafos

Carreras Ruiz, Francisco
López-Canti Casas, Elisa

Profesores Mercantiles

González Alvarez, Vicente
Sampedro Portas, Arturo

Técnico en Informática

García Rodríguez, Juan Tomás

Topógrafo

Alquezar Falchetto, Ricardo

ARTICULOS TECNICOS

INTEMAC dispone de una amplia serie de trabajos publicados por nuestros técnicos en diferentes revistas.
A continuación incluimos la lista de los últimos. Si está Vd. interesado, solicite relación completa de títulos.

- 30 COMPATIBILITY OF STRUCTURES WITH OTHER PARTS OF THE BUILDING. J. Calavera.
- 31 LA FLEXIBILIDAD DE LOS FORJADOS, SUS CONDICIONANTES TECNICOS Y LA SITUACION DE SU NORMATIVA. E. González Valle.
- 32 CALCULO DE FLECHAS A LARGO PLAZO EN FORJADOS. J. Calavera, J. A. Fernández Gómez.
- 33 ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LAS CONDICIONES DE APOYO DE LOS FORJADOS PREFABRICADOS. J. Calavera, J. A. Fernández Gómez.
- 34 ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DE RESISTENCIA DE SECCIONES DE HORMIGON ARMADO EN FLEXION SIMPLE CON ARMADURA DE COMPRESION NO NECESARIA PERO EXISTENTE. J. Fernández Gómez, F. Rodríguez López.
- 35 EXPERIENCIAS SOBRE LAS ARCILLAS EXPANSIVAS DEL SUBSUELO DE MADRID. J. Tapia, J. Fernández Moya.
- 36 DESCIMBRADO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGON. IMPORTANCIA DEL TIPO DE CEMENTO Y CURADO. J. Fernández Gómez.
- 37 ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE CURADO INICIAL EN LA RESISTENCIA DE PROBETAS MOLDEADAS DE HORMIGON. J. Fernández Gómez.
- 38 ASPECTOS PRACTICOS DE LA COMPROBACION DE FLECHAS EN FORJADOS DE EDIFICACION. E. González y J. Fernández Gómez.
- 39 RESISTENCIA A LA HELADA DE PILARES DE HORMIGON. A. Delibes, J. Fernández Gómez y G. González Isabel.

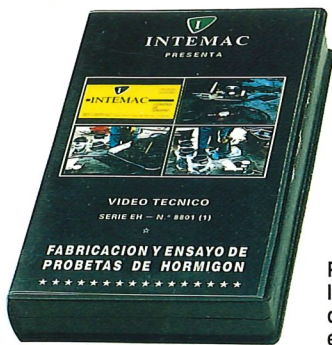


PRECIO: 300 PTAS.
POR ARTICULO.

- 40 EVOLUCION DE DEFORMACIONES DE FORJADOS PRETENSADOS. J. Calavera, R. Corres, J. Fernández Gómez, F. J. León González y J. Ley Urzaiz.
- 41 ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA INFLUENCIA DE LA EJECUCION EN LA RESISTENCIA Y RASANTE DE PIEZAS EN FLEXION. E. González Valle.
- 42 DIAGNOSTICO Y EVALUACION DE CONSTRUCCIONES DE HORMIGON DAÑADAS POR EL FUEGO. A. Delibes.
- 43 TRATAMIENTO DE CURADO Y CONTROL DE HORMIGON. ¿SON REPRESENTATIVOS LOS ENSAYOS? CONSERVACION DE PROBETAS DE HORMIGON EN OBRA. A. Delibes y G. González Isabel.
- 44 EMPALMES MECANICOS DE ARMADURAS. RECOMENDACIONES DEL CEB. A. Delibes, Ll. Ortega y V. Ríos.
- 45 ESTUDIO EXPERIMENTAL DEL COMPORTAMIENTO A FLEXION: TENSIONES RASANTES Y DEFORMACIONES DE FORJADOS COMPUESTOS DE CHAPA Y HORMIGONES NORMALES O LIGEROS. J. Jordán de Urríes.
- 46 LA ESTIMACION IN SITU DE LA RESISTENCIA DEL HORMIGON ENDURECIDO. APLICACION A LOS HORMIGONES DE VIGAS PRETENSADAS PREFABRICADAS. F. Hostalet.
- 47 ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA INFLUENCIA DEL PANDEO DE LA ARMADURA COMPRIMIDA EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE ELEMENTOS DEL HORMIGON ARMADO SOMETIDO A FLEXION SIMPLE. J. Cortés.
- 48 QUALITY ASSURANCE AND RESEARCH LABORATORIES. J. Calavera y J. A. Aparicio.

VIDEOS TECNICOS

INTEMAC, dentro de sus actividades en el campo de la FORMACION, ha iniciado la edición de una serie de VIDEOS TECNICOS referentes a los distintos campos de la construcción.



Precio: 80.000 Ptas.
IVA incluido (ventas dentro del territorio español).

SERIE EN OBRAS DE HORMIGON EN MASA, ARMADO Y PRETENSADO	TITULO	CONTENIDO	DURACION
N.º 8801 (1)	FABRICACION Y ENSAYO DE PROBETAS DE HORMIGON	Contempla, en forma completa y detallada, el proceso de toma de muestras de hormigón fresco en obra, medida de consistencia con el cono de Abrams, fabricación de probetas, curado de obra, transporte al laboratorio, curado en cámara, refractado y ensayo a compresión.	27 min.
EN PREPARACION			
N.º 8802 (2) MUESTREO Y ENSAYO DE ARMADURAS DE HORMIGON ARMADO Y PRETENSADO.	N.º 9001 (5) EJECUCION DE ESTRUCTURAS DE HORMIGON (I).	N.º 9102 (8) PIEZAS DE HORMIGON PRETENSADO SOMETIDAS A FLEXION SIMPLE.	
N.º 8901 (3) PIEZAS DE HORMIGON ARMADO SOMETIDAS A FLEXION SIMPLE.	N.º 9002 (6) EJECUCION DE ESTRUCTURAS DE HORMIGON (II).		
N.º 8902 (4) PIEZAS DE HORMIGON ARMADO SOMETIDAS A COMPRESION.	N.º 9101 (7) PIEZAS DE HORMIGON ARMADO SOMETIDAS A ESFUERZO CORTANTE.		

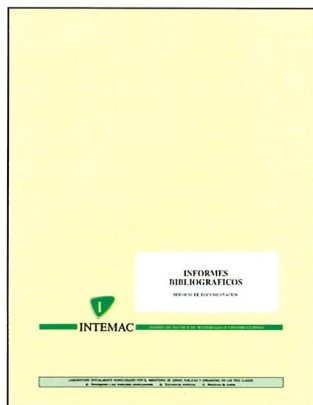
CONSULTAS E INFORMES BIBLIOGRAFICOS

El INSTITUTO dispone de un SERVICIO DE DOCUMENTACION, que pone a su disposición, y que le puede informar sobre cualquier tema relacionado con la Edificación, Instalaciones, Obra Civil y Urbanismo. Se efectúan CONSULTAS BIBLIOGRAFICAS sobre cualquiera de los temas indicados anteriormente, de acuerdo con las siguientes tarifas:

Apertura de expediente: **2.000 Ptas.**
Cantidad a abonar por referencia: **60 Ptas.**
Cantidad a abonar por hoja de fotocopia de documento: **10 Ptas.** más 20% sobre el total.

Además de la Consulta Bibliográfica correspondiente, el INFORME BIBLIOGRAFICO contiene un breve documento redactado por un especialista en el tema, miembro de INTEMAC, con una serie de recomendaciones sobre la Bibliografía básica, así como los comentarios correspondientes.

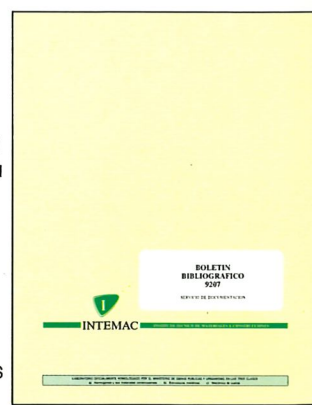
Tarifa correspondiente al Informe Bibliográfico: **15.000 Ptas.** más la tarifa de la Consulta.



BOLETIN BIBLIOGRAFICO

INTEMAC viene realizando desde su fundación un BOLETIN BIBLIOGRAFICO para uso interno de su personal, con el fin de permitirle que, en una lectura rápida, tenga un panorama general de las publicaciones técnicas disponibles. Dicho BOLETIN, incluye:

- Fotocopia del índice y de los resúmenes de los artículos contenidos en las casi cien revistas técnicas que se reciben en el Instituto referentes a los campos de la Edificación, Instalaciones, Obras Públicas y Urbanismo.
- Una sección de Normativa reciente, nacional y extranjera.
- Una sección de Congresos y Reuniones Técnicas, de próxima celebración en todo el mundo.
- A partir de 1991, esta publicación bimestral ha sido puesta a disposición del público al precio de 18.000 Ptas. la suscripción anual.



SERVICIO DE DOCUMENTACION

2ª EDICION 1991

3ª EDICION 1991



* De acuerdo con las Instrucciones EH-91 y EF-88, con referencia al EUROCODIGO EC-2, Model Code CEB-FIP/1990 y ACI 318-89.

«PROYECTO Y CALCULO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO PARA EDIFICIOS»

Autor: J. CALAVERA

2ª Edición, 1991, de acuerdo con las Instrucciones EH-91 y EF-88, con referencia a EUROCODIGO EC-2, Model Code CEB-FIP/1990 y ACI 318-89.

TOMO I CALCULO DE ESFUERZOS **TOMO II** DIMENSIONAMIENTO Y DETALLES CONSTRUCTIVOS

- 568 páginas - Encuadernación en guaflex - 73 figuras - 90 gráficos y tablas auxiliares.
- 871 páginas - Encuadernación en guaflex - 61 figuras - 142 gráficos y tablas auxiliares.

Precio de la obra completa: 15.000 Ptas.

«CALCULO DE ESTRUCTURAS DE CIMENTACION»

- Autor: J. CALAVERA.
 - 3ª Edición, 1991, de acuerdo con la Instrucción EH-91 con referencia al EUROCODIGO EC-2, Model Code CEB-FIP/1990 y ACI 318-89.
 - 418 págs. - Encuadernación en guaflex. 40 tablas para el dimensionamiento directo de zapatas corridas y aisladas.
- Precio: 7.000 Ptas.

«CALCULO, CONSTRUCCION Y PATOLOGIA DE FORJADO DE EDIFICACION»

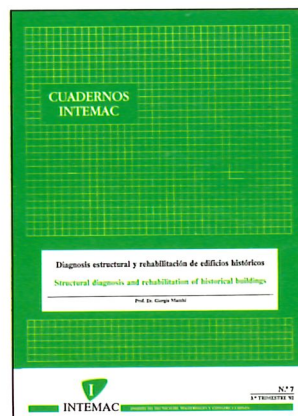
- Autor: J. CALAVERA.
 - 4ª Edición - 678 páginas.
 - Encuadernación en guaflex.
 - 344 figuras - 93 tablas y ábacos.
 - 16 ejemplos resueltos - 159 referencias bibliográficas.
 - 188 detalles constructivos.
- Precio 6.770 Ptas.

«MUROS DE CONTENCIÓN Y MUROS DE SOTANO»

- Autor: J. CALAVERA.
 - 2ª Edición - 308 páginas - Encuadernación en guaflex - 26 gráficos y tablas auxiliares - 22 tablas para el dimensionamiento directo.
- Precio: 5.900 Ptas.

«TECNOLOGIA Y PROPIEDADES MECANICAS DEL HORMIGON»

- Autor: A. DELIBES.
 - 266 páginas - Encuadernado en guaflex.
- AGOTADO.



Publicación trimestral.

Precio de la suscripción anual: 2.400 Ptas.
Los precios indicados son para entregas dentro del territorio español.

«CALCULO DE FLECHAS EN ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO»

- Autores: J. CALAVERA RUIZ. L. GARCIA DUTARI.
 - De acuerdo con las Instrucciones EH-91 y EF-88, el Eurocódigo EC-2, el Model Code CEB-FIP/1990 y la Norma Norteamericana ACI 318-89.
 - 336 págs. - Encuad. en guaflex - 312 tablas de comprobación de Forjados, Losas, Vigas de Canto y Vigas Planas - Un diskette conteniendo tres programas Informáticos de Cálculo de Flechas, para secciones de forma cualquiera.
- Precio: 6.700 Ptas.

CUADERNOS INTEMAC

ULTIMOS CUADERNOS PUBLICADOS

Cuaderno N.º 8 «Estabilidad Estática de los Cerramientos de Fachadas de Fábrica».
Autor: J. M.ª LUZON CANOVAS.
Arquitecto.

PROXIMOS CUADERNOS

Cuaderno N.º 9 «Estructuras de Hormigón para el Año 2000».
Autor: Prof. T. TASSIOS.
Dr. Ingeniero Civil.

Cuaderno N.º 10 «Comportamiento de la Armadura Comprimida en Piezas Flectadas».
Autor: J. M. CORTES BRETON.
Dr. Ingeniero de Caminos.

Cuaderno N.º 11 «La gran aventura de las torres».
Autor: Prof. J. CALAVERA RUIZ.
Dr. Ingeniero de Caminos.

Cuaderno N.º 12 «El control de calidad de grandes estructuras metálicas».
Autores: J. M. CORTES BRETON, J. JORDAN DE URRIES, A. DIAZ TRECHUELO.
Ingenieros de C.C.P. e Ingeniero Técnico Industrial.



INTEMAC

Monte Esquinza, 30, 4.ª D
Tel. (91) 310 51 58
Télex 49987 INTEM E
Fax (91) 308 58 65
28010 MADRID

Avda. de la Riera, 10, Nave 2
Pol. Ind. Tres Santos
Tel. 9(3) 372 83 00
Fax (93) 473 03 09
08960 SANT JUST DESVERN
BARCELONA

Polígono Store, Calle A, nº 17-1
Tels. (95) 443 31 06/07
Fax (95) 443 36 56
41008 SEVILLA

C/. Pírita, Parcela 211, Nave A-6
Polígono de San Cristóbal
Tel. (983) 29 22 44
Fax (983) 29 23 78
47012 VALLADOLID