

CUADERNOS INTEMAC

Pruebas de estanqueidad al agua en fachadas y cubiertas

Water penetration tests on facedes and roofs

J. Jalvo García

Arquitecto



INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

N.º 13

1º TRIMESTRE '94



METIRE UT SCIAS

INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

CONTROL DE PROYECTO

CONTROL DE OBRA

GARANTIA DE CALIDAD

SONDEOS, ENSAYOS E INFORMES GEOTECNICOS

INFORMES DE PATOLOGIA, REHABILITACION Y REFUERZOS DE CONSTRUCCIONES

OBRAS PUBLICAS
EDIFICACION
INSTALACIONES



INTEMAC
A U D I T

AUDITORIA TECNICO-ECONOMICA DE CONSTRUCCIONES

- ASESORIA EN EL PLANTEAMIENTO Y EN LA CONTRATACION DE LA OBRA
- SEGUIMIENTO DE COSTOS Y PLAZOS DURANTE LA CONSTRUCCION
- VALORACIONES DE TERRENOS, INMUEBLES Y CONSTRUCCIONES
- AUDITORIAS DE TRABAJOS PARCIALES Y DE LIQUIDACION DE LA OBRA



INTEMAC
E C O

AUDITORIA TECNICA MEDIOAMBIENTAL

CONTROL DE IMPACTO AMBIENTAL

Obras Públicas
Edificación
Instalaciones

CONTROL DE CALIDAD AMBIENTAL

Aire
Agua
Ruido

AUDITORIA MEDIOAMBIENTAL

ASESORAMIENTO EN MATERIA DE MEDIO AMBIENTE

**PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD AL AGUA
EN FACHADAS Y CUBIERTAS**

**WATER PENETRATION TESTS
ON FACADES AND ROOFS**



J. Jalvo García

Arquitecto
Jefe de la Sección de Control
de Albañilería y Acabados
de INTEMAC.

J. Jalvo García

Architect
Head of INTEMAC's Control Section
for Brickwork and Finishings

Copyright © 1994, 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 84-87892-17-5

Depósito legal: M-6.664-1994
Torreangulo Arte Gráfico, S. A. - Batalla de Belchite, 19

INDICE

- 1 INTRODUCCION
- 2 CRITERIOS NORMATIVOS
 - 2.1 CERRAMIENTOS VERTICALES
 - 2.2 CUBIERTAS
- 3 ANALISIS DEL FENOMENO REAL
 - 3.1 PATOLOGIA DE FACHADAS
 - 3.2 PATOLOGIA DE CUBIERTAS
- 4 METODOS DE ENSAYO ADOPTADOS POR INTEMAC
- 5 RECOMENDACIONES PRACTICAS

INDEX

- 1 INTRODUCTION
- 2 NORMATIVE CRITERIA
 - 2.1 EXTERNAL WALLS
 - 2.2 ROOFING
- 3 PRACTICAL ANALYSIS
 - 3.1 PATHOLOGY OF FACADES
 - 3.2 PATHOLOGY OF ROOFING
- 4 TEST METHODS EMPLOYED BY INTEMAC
- 5 PRACTICAL RECOMMENDATIONS

ABSTRACT

In this Quarterly the author analyses the working methods regarding the problem of watertightness of a building's exterior, indicating the methodology followed by INTEMAC in the absence of a specific code regarding field tests of water penetration in facades and roofs. In addition to which there is a eminently practical study into the real phenomenon of exteriors with regards to their behaviour under the action of rainwater at their most vulnerable points.

1 INTRODUCTION

The watertightness of a building's exterior is the result of the optimization of a number of factors, among which we may mention, the quality of materials, the scope of local atmospheric conditions, a detailed study of the project and the quality of the installation.

If a new or relatively untested system of facing is selected, then it is essential to ascertain the laboratory tests carried out by the manufacturers of the system. The extreme conditions of a test frequently detect weak points which would be hidden in normal use. These tests enable the study and exploration of extreme situations which then lead to improvements in design and the selection of simpler and sometimes more economical solutions.

In addition, a high degree of definition of both basic and particular building elements in the Design, will noticeably ease the execution of the same on site, without forgetting the variants which invariably arise in the construction process.

INTEMAC's experience in Design Quality Control tells us that in a large percentage of cases the degree of definition of facings is limited to a description for estimating and measurement purposes and the odd standard detail. However, with regards to those areas where a standard solution requires greater specification, the construction details are normally found to be deficient.

The uncontrolled rise in the price of labour in the construction industry over the last ten years, has meant that in many cases the selection of both roofing and wall systems has been limited to those of quick assembly and installation which reduce auxiliary materials to a minimum, and it is precisely these auxiliary materials together with basic materials that provide a building's quality. This tendency towards false economy by the reduction of costs of auxiliary components has led to a reduction in finishings which every building requires.

We should also comment on the tendency to use lower quality materials in order to maintain a "reasonable" building price; but this normally implies a level of building maintenance which is much higher than the minimum or almost null maintenance that is normally carried out in Spain. This lack of maintenance then leads to an accelerated deterioration of the materials which are more exposed to the elements.

Finally it is necessary to point out that the Spanish standards regarding the watertightness of exteriors are limited to determined laboratory tests (in the case of walls, windows and doors) and field tests for roof decks, and include very little information with regards to the test procedure.

RESUMEN

El autor expone en este Cuaderno un análisis de los métodos de trabajo en relación con el problema de la estanqueidad al agua en los cerramientos de un edificio, indicando la metodología empleada por INTEMAC ante la falta de una normativa concreta en relación con las pruebas "in situ" de estanqueidad al agua de fachadas y cubiertas. Por otra parte, desarrolla un estudio, de carácter eminentemente práctico, sobre el fenómeno real de los cerramientos, desde el punto de vista de su comportamiento frente a la acción del agua de lluvia en los puntos singulares más afectados.

1 INTRODUCCION

La estanqueidad de los cerramientos en un edificio es consecuencia de la optimización de una serie de factores, entre los que cabe señalar la calidad de los materiales, el grado de incidencia de los agentes atmosféricos locales, el estudio pormenorizado durante el proyecto y la calidad en la instalación del cerramiento.

Si se opta por seleccionar uno de los sistemas de cerramiento nuevos o poco experimentados es fundamental, al menos, disponer de los ensayos realizados en laboratorio que posean estos fabricantes. A menudo, las condiciones extremas en un ensayo permiten descubrir puntos débiles, ocultos en estados normales de uso. Hay que pensar que este tipo de pruebas permite estudiar y explorar situaciones límite que conducen a la mejora del diseño y optar por soluciones más simples e incluso más económicas.

Por otra parte, un grado de definición alto en los elementos constructivos básicos y en aquellos singulares dentro del Proyecto, facilita notablemente la realización de estos elementos en la obra, sin olvidar las variantes que implícitamente se producen dentro del propio proceso de construcción.

La experiencia de INTEMAC dentro del Control de Calidad de Proyecto, muestra la existencia de un porcentaje considerable de casos en los que el grado de definición de los cerramientos se limita a la descripción en los presupuestos y mediciones y a algún detalle standard. Pero, en cuanto a los detalles constructivos necesarios para aquellas zonas donde la solución tipo requiere una mayor especificación, éstos suelen encontrarse en precario.

El crecimiento incontrolado del precio de la mano de obra que ha tenido lugar en el mundo de la construcción en los últimos diez años, ha determinado en muchos casos la elección de sistemas de cerramientos, tanto verticales como de cubierta, de rápido montaje o ejecución, con una máxima reducción en los materiales auxiliares que junto con los básicos generan la calidad de la edificación. En este camino hacia una falsa economía de reducción en los costes de los componentes auxiliares se ha generado una pérdida en el nivel de terminaciones y remates necesario en todo edificio.

Cabe añadir un comentario sobre la tendencia hacia la utilización de materiales con una calidad menor para mantener un coste "razonable" en la edificación; dicha tendencia suele generar un grado de necesidad de mantenimiento de los edificios mucho mayor del que se viene realizando en España, que por cierto es mínimo o casi nulo. Esta falta de un nivel adecuado termina generando un deterioro acelerado de los materiales que se encuentran más expuestos a la intemperie.

Finalmente debemos indicar que la normativa española relativa a la estanqueidad al agua de cerramientos

2 NORMATIVE CRITERIA

Tests of watertightness and wind resistance are essential to determine the quality of a building's exterior.

The action of rain water on the exterior is conditioned by different factors such as the local rainfall, the height of the building and those in its vicinity, the degree of exposure of the facades with regards to the prevailing wind, etc. All these factors and more are considered in the Spanish standard regarding water penetration of exteriors; but there are no calculation theories which precisely determine the line of response which occurs in reality.

These tests reveal great disparagement, which merely underlines the excessively hard conditions of the tests.

2.1 EXTERNAL WALLS

Generally speaking the different international codes consider laboratory tests on practical elements such as windows and doors, curtain walling and prefabricated panels; the American standard ASTM (4) insists on both laboratory and field tests on curtain walls.

The joints between different materials, on each facade, are points of particular attention during design, and often require special drainage facilities in order to eliminate rainwater which enters through the existing joints.

With regards to test carried out on site one must select those elements which predominate in the facade, and those areas where elements cross the exterior ; and by which one may ascertain the watertightness of the building elements which pass from one facade to another (beams, projections from the interior, etc).

The Spanish code only considers the case of windows as elements of the facade which are subject to limitations of water penetration [1, 2, 3]. What is more, the said tests are considered as laboratory tests and are limited to joinery and glass alone, and do not consider the nature and behaviour of the joint between the window and the external wall.

The European code EN 86, corresponds to the Spanish code UNE 85-206 [1] and details testing methods on windows – “Water penetration tests under static pressure” – and gives three testing methods depending on the country where the test is carried out.

Figure 1 shows a diagram of two of the three methods on windows given in

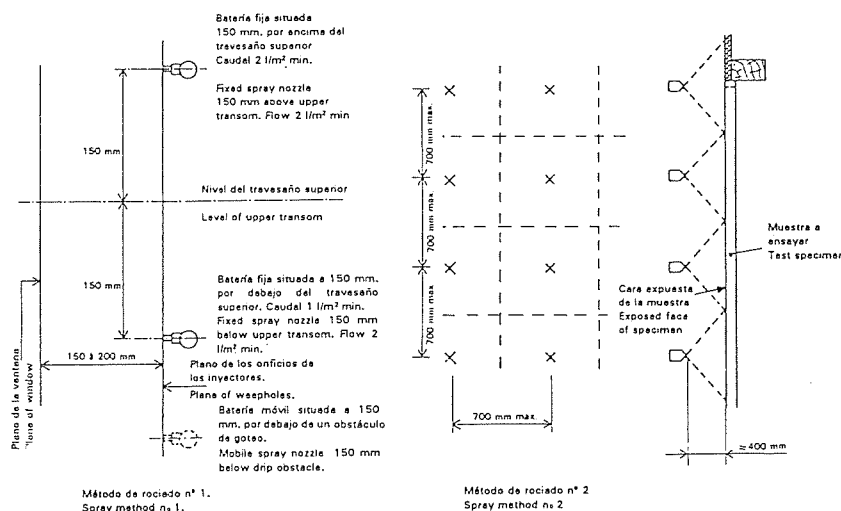


Figura 1. Disposición de las baterías de proyección. Figure 1. Layout of spray nozzles.

se limita a determinar ensayos en laboratorio (en el caso de cerramientos verticales, ventanas y puertas) y ensayos de obra para cubiertas, con muy escasa información sobre el procedimiento a seguir para dichos ensayos.

2 CRITERIOS NORMATIVOS

Los ensayos de resistencia al agua y al viento en obra, son esenciales para la determinación del grado de Calidad obtenido en los cerramientos ejecutados de un edificio.

La acción del agua de lluvia sobre los cerramientos está condicionada por distintos factores como son la pluviometría local, altura del edificio y edificaciones en su entorno, grado de exposición de las fachadas en función del viento dominante, etc. Todos estos factores y alguno más están contemplados en la normativa española relativa a estanqueidad de los cerramientos, aunque no existen teorías de cálculo que determinen exactamente la línea de respuesta que se produce en la realidad.

A menudo estas pruebas cuentan con un gran número de detractores, los cuales subrayan la existencia de condicionantes excesivamente duros en los ensayos.

2.1 CERRAMIENTOS VERTICALES

De manera genérica las distintas normativas internacionales contemplan ensayos en laboratorio con elementos practicables (ventanas y puertas), muros cortina y paneles prefabricados; la norma americana ASTM [4] establece igualmente pruebas de laboratorio y en obra para los muros cortina.

Los encuentros entre distintos materiales, dentro de cada fachada, son puntos de especial estudio durante el proyecto, necesitando a menudo de la creación de dispositivos de drenaje o evacuación del agua de lluvia que entra a través de las juntas existentes.

Para los ensayos realizados en la obra se deben seleccionar, por una parte, aquellos elementos más repetitivos de la fachada y por otra, las zonas correspondientes a elementos que atraviesen la línea de estanqueidad creada al efecto; es decir, se trata de comprobar la estanqueidad de los elementos constructivos que tengan continuidad a ambos lados del cerramiento de fachada (vigas, voladizos procedentes del interior, etc).

La Normativa española contempla únicamente el caso de las ventanas como elementos de fachada que están sometidos a limitaciones concernientes a la estanqueidad al agua [1,2,3]. Además, las pruebas a que hace referencia están contempladas como ensayos de laboratorio y con unas limitaciones que acotan la prueba exclusivamente a la carpintería y el vidrio, sin contemplar la naturaleza y comportamiento del elemento de unión entre ésta y el cerramiento.

La norma europea EN 86, correspondiente a la española UNE 85-206[1] hace mención a métodos de ensayo de ventanas- "Ensayo de estanqueidad al agua bajo presión estática" -y define tres métodos de ensayo dependiendo del país donde se realice la prueba.

En la figura 1 se describen, mediante esquema, dos de los tres métodos expuestos en esta norma española

the Spanish code; the differences that arise are with respect to the flow of each spray nozzle and the form of distribution to the same, on a parallel plane to the facade.

One common factor for all the countries under the European Code is the duration of the test, which is the same for each of the stages in proportion to the variation in air pressure.

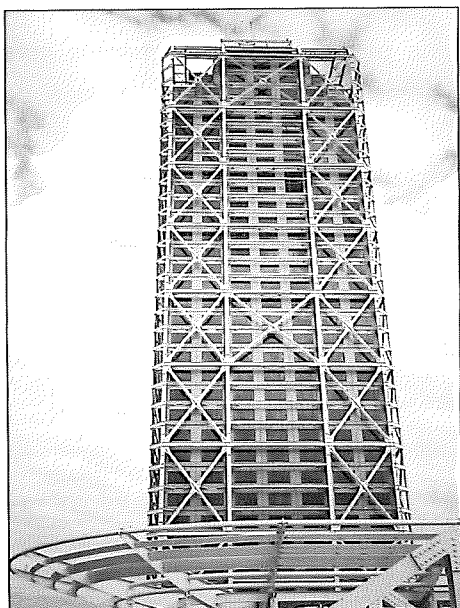
Some commercial systems of curtain walling have been rigorously tested during the design stage of the same; and it is therefore unnecessary to repeat the laboratory test on these systems every time that they are selected to face a building. This on the condition that the product has a Certificate of Quality issued by an approved laboratory which guarantees the system.

In any case, it is advisable to carry out water penetration tests on some parts of the installed facing, if only to verify the quality of the system once assembled.

A basic factor of a curtain wall in a building of some height is its reaction to the simultaneous forces of wind and water and the deformability of the structure with regards to the action of wind and temperature.

In the old Hotel de la Villa Olimpica in Barcelona, now the Hotel Les Arts (see photograph 1), a number of laboratory tests were carried out on different specimens of the curtain walling. In the water penetration tests, the following parameters were considered among others: the water flow $3.4 \text{ l/m}^2 \cdot \text{min}$, static air pressure 600 Pa (0.6 KN/m^2) and in particular, in the test of dynamic pressure, stages of static charge were established from 0 to 600 Pa (in the case of gusts of wind of 155 Kph which generate an air pressure equivalent to around 600 Pa).

The Spanish code UNE 85-229 (85) "Water penetration test under repeated loads of static pressure"- [1] analyses the door or window's response under testing conditions of dynamic pressure, which is the product of the simultaneous action of wind and rain. Here we obtain the simulated effect on the joinery and window panes



Fotografía 1. Hotel Les Arts, Barcelona.
Photograph 1. Les Arts Hotel, Barcelona.

which may be produced by gusts of wind. This test is meant to be carried out in laboratories and uses lower flows than those considered for calculation in UNE 85-206 (EN 86). There is an important change in the times of each load stage, as in the static test this is in fact doubled from 5 mins up to 10 minutes.

The only working tests mentioned in the national code are those included in the Technological Building Codes NTE FCA/FCL/FCP [3] and which refer to the joinery of the windows. The description of procedures is very limited and only explicitly establishes that the testing time be no less than 8 hours.

relativa a ventanas; las variantes existentes se deben a consideraciones del caudal enviado a cada batería de difusores y a la geometría de distribución de los mismos, con relación al plano paralelo al de fachada.

Un factor común para todos los países en los que rige la EN es la duración de la prueba, que es la misma para cada uno de los estadios, a medida que varía la presión del aire.

Algunos sistemas comerciales de muros cortina han sido ensayados mediante la realización de test rigurosos, durante el diseño del sistema; resultaría, por tanto, innecesario repetir la prueba de laboratorio sobre dicho sistema cada vez que es seleccionado para constituir el cerramiento de un edificio. Esto es así siempre que exista un Certificado de Calidad que lo garantice, refrendado por un Laboratorio homologado.

En cualquier caso, es aconsejable efectuar pruebas de estanqueidad sobre algunas zonas del cerramiento instalado, si bien la finalidad de éstas se centra en la comprobación de la Calidad de la puesta en obra del sistema.

El condicionante primordial de un muro cortina en un edificio de altura está en la respuesta de éste ante las solicitaciones simultáneas de viento, agua y deformabilidad de su propia estructura a la acción del viento y de la temperatura.

En lo que fue el Hotel de la Villa Olímpica de Barcelona, actualmente Hotel Les Arts (ver fotografía 1), se realizaron una serie de ensayos en laboratorio con diversas muestras del muro cortina. En las pruebas de estanqueidad se tomaron, entre otros, los siguientes parámetros: caudal de agua 3,4 l/m²min, presión estática del aire 600 Pa (0,6 KN/m²) y, en concreto, en la prueba de presión dinámica se fijaron escalones de carga estática de 0 a 600 Pa (para supuestos de ráfagas de viento de 155 Km/h que generan una presión de aire equivalente, aproximadamente, a 600 Pa).

La norma española UNE 85-229 (85)-"Ensayo de estanqueidad al agua bajo cargas repetidas de presión estática"-[1] analiza la respuesta de la ventana o puerta bajo unas condiciones de prueba con presión dinámica, producto de acciones simultáneas de viento y agua. En ella se recoge el efecto simulado que pueden producir ráfagas de viento sobre las carpinterías y superficies de vidrio de las ventanas.

Este ensayo está concebido para realizarlo en laboratorio y emplea caudales inferiores a los de cálculo contemplados en la UNE 85-206 (EN 86). Existe un cambio importante en los tiempos de cada escalón, ya que considera un valor doble que en la prueba estática, 10 min. en lugar de 5 min.

Las únicas pruebas de servicio que se mencionan en la normativa nacional están incluidas dentro de las Normas Tecnológicas de Edificación NTE FCA/FCL/FCP [3] y hacen referencia a las carpinterías de ventanas. La descripción de los procedimientos es muy reducida, estableciéndose únicamente de manera explícita el tiempo de duración de las pruebas en un mínimo de 8 horas.

2.2 CUBIERTAS

La normativa española NBE QB-90 [2] establece inicialmente las condiciones exigibles para las cubiertas impermeabilizadas con materiales bituminosos. No obstante, también contempla de manera genérica la utilización

2.2 ROOFING

The Spanish Code NBE QB-90 [2] initially establishes the conditions demanded of roof decks waterproofed with bituminous materials. However, it also considers, in a general fashion, the use of other materials, systems or procedures of different coverings. In the said cases the fundamental requirements established in the aforementioned code should be adopted.

The general information given in the first chapter of the said code states the basic required conditions of a roofing system with regards to watertightness.

"... the elements making up the roof of a building must satisfy the following essential requirements.

... The roof must project and be constructed in such a way that it prevents water penetration into the internal surfaces of the building.

As such, the roof must protect the building from possible climatic agents by forming slopes which aid the collection and drainage of water received, be it in the way of rain, snow, hail, ice or dew, in such a way as to guarantee a service life ⁽¹⁾ of at least ten years, under normal conditions of use and maintenance."

The initial criteria for roofing systems is different to that of facings. This is due to the fact that present roofs are made in-situ, that is to say that each material is independently transported to site and the roofing is assembled on site.

Field tests ascertain the final state of the roof, as a completed piece of work. It is good practice for the roofing contractor to carry out tests on 100% of the waterproof membrane once it has been placed and before any finishing materials are placed over the deck. Once the roof has been totally completed, it is recommendable to select one or several areas at random and to test these as a representative of the whole.

NBE QB-90 gives two alternative service tests, one of flooding and the other of spraying. There are, however, a large number of roofs which are designed with large slopes; and this very often prevents one from carrying out watertightness test by way of flooding, and therefore the alternative system of spraying must be employed.

The FLOODING METHOD has stricter test conditions than that of the spray method, and equally subjects each and every one of the joints between materials and between the overlaps of the damp proof membrane. When using this system it is important to provide auxiliary drainage which will eliminate the flood water in the case where this passes the required level. One also has to verify that the corresponding roof deck will admit the overload made up by the volume of retained water; this overload is considerable as the recommended water level for the test must reach a height of 5cm below the uppermost point of the lowest abutment between flashing

⁽¹⁾ The «service life» is considered to be that in which the material retains its basic characteristics, without diminishing the watertightness of the system.

de otros materiales, sistemas o procedimientos de cubrición diferentes. En dichos casos, los requisitos fundamentales establecidos en la norma anteriormente citada sí deben adoptarlos.

A través de las generalidades del primer capítulo incluídas en dicha norma, se enuncian las condiciones básicas que un sistema de cubierta debe cumplir, desde el punto de vista de la estanqueidad al agua.

"...los elementos que constituyen la cubierta del edificio deben satisfacer los requisitos esenciales que se indican a continuación.

...La cubierta debe proyectarse y construirse de forma tal que se evite la filtración de agua hasta las superficies interiores del edificio.

Para ello, la cubierta debe proteger al edificio de los agentes climáticos previsibles mediante una configuración de pendientes que facilite la recogida y la evacuación del agua que recibe, en forma de lluvia, de nieve, de granizo, de hielo o de rocío y que asegure su estanquidad, de forma tal que se garantice una vida útil ⁽¹⁾ de diez años, como mínimo, en condiciones normales de uso y de mantenimiento."

En el caso de las cubiertas de los edificios, el planteamiento de partida es diferente al de los cerramientos de fachada. Esto se debe a que los sistemas de cubierta actuales se forman "in situ", es decir, cada material es llevado de manera independiente hasta la obra, y es allí donde se monta el sistema de cubierta.

Los ensayos "in situ" permiten determinar el estado final de la cubierta, como unidad de obra terminada. Un buen hábito consiste en realizar ensayos sobre el 100% de la lámina impermeabilizante, por parte de la empresa instaladora, una vez colocada y sin ningún material de terminación sobre dicha cubierta. Una vez terminada la ejecución total de la cubierta es recomendable elegir aleatoriamente algunas zonas que sean ensayadas en representación del resto.

La NBE QB-90 presenta dos alternativas de pruebas de servicio, una por inundación y otra mediante riego por aspersion. Sin embargo, existe un gran número de cubiertas planas diseñadas con faldones de gran longitud; esto impide, en muchas ocasiones, efectuar la prueba de estanqueidad al agua mediante inundación debiendo utilizarse la prueba alternativa de riego por aspersion.

El METODO DE INUNDACION establece una condiciones de ensayo más severas que el de riego, sometiendo por igual a todas y cada una de las juntas entre materiales y entre los mismos solapes de la lámina. En la utilización de este sistema es importante disponer de desagües auxiliares que permitan evacuar el agua de inundación en caso de que ésta rebase el nivel requerido. Así mismo, hay que prever si el forjado correspondiente admite una sobrecarga equivalente al volumen de agua embalsado; este exceso de carga es considerable, ya que el nivel de agua debe alcanzar una altura de 5 cm. por debajo del punto más alto de la entrega más baja de la impermeabilización de los paramentos verticales, altura recomendable para la realización del ensayo (ver figura 2).

⁽¹⁾ Se considera «vida útil» aquella en la que el material mantiene sus características fundamentales, sin menoscabo de la estanqueidad del sistema.

and vertical facing (see Fig. 2).

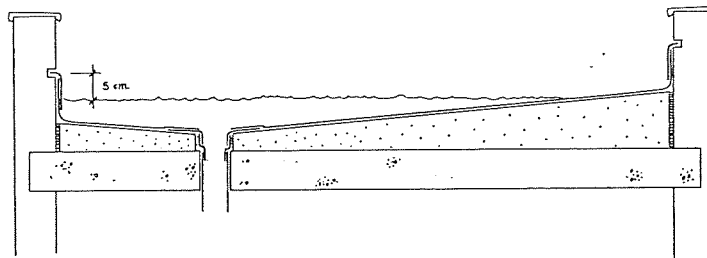


Fig. 2 Altura máxima de llenado.
Fig. 2 Maximum height of water fill.

This method is established as lasting a minimum of 24 hours. The subsequent draining operation should be carried out gradually in order to avoid any damage to the downpipe connections and to avoid instant loads on the same.

The SPRAY METHOD is employed for sloping roofs, flat roofs with excessively large falls and very low installations (level with the pavement), etc ..., which makes complete flooding impossible and impedes the required water levels.

When this system is employed it is not necessary to obstruct the drainage and there is no risk of overflowing in the case of rain, except where the diameters of the housing and downpipe are extremely narrow which is not a common occurrence. The length of this test is established as a minimum of 48 hours under continuous spraying.

Finally, there is a tendency to design roofs with very little or no fall. This is one of the most awkward problems and causes no little discrepancy even among the commissions of experts who are charged with establishing new standards regarding the waterproofing of roofs. The obligatory Spanish Code (fig. 3) does not establish any specific limitation on the gradient of the slope, but it does make strong recommendations on the stages between slopes when using bituminous materials, in accordance with the waterproofing system selected.

SYSTEM	Proyection	Recommended gradient %	UNE Denom. 104-402
Bonded	Heavy	> 1 1 to 10	PA-6 & 7 Pa-1,2,3,4,5
	Light	> 3 > 5 > 10	GA-1,2, & 5 GA-3,4 & MA-3,4 MA-1,2
Semi-bonded	Light	> 3 > 5	GS-1 MS-1
Non-bonded	Heavy	1 to 5	PN-1,2,3 & 4
Nailed	Light	> 15	GC-2
		> 20	GC-1

Fig. 3. Table of roofs systems.

Falls of less than 1% would obviously be very difficult to construct and would make rainwater drainage extremely difficult. One has to consider that deposits of sand and sediment left by the rain would reduce the drainage possibilities in very small pitches.



Fotografía 2. Ensayo de estanqueidad al agua en una cubierta no transitable.
 Photograph 2. Water penetration test on a non-accessible roof.

La aplicación de este método determina un tiempo de duración mínimo de 24 horas. La operación posterior de vaciado debe realizarse de forma progresiva, para evitar generar daños en las conexiones de las bajantes o eludir entradas de cargas de éstas, de forma instantánea.

EL METODO DE RIEGO POR ASPERSION es la variante creada para aquellas cubiertas inclinadas o que incluso siendo planas presentan complicaciones a causa de faldones excesivamente largos, instalaciones muy bajas (enrasadas con el pavimento), etc..., lo que puede imposibilitar la inundación completa, sin acceder a las limatesas más altas.

Empleando este sistema de ensayo no es necesario obstruir los desagües y tampoco existe riesgo de rebosamiento en caso de lluvia, salvo que el dimensionamiento de los diámetros de las cazoletas y bajantes sea muy estricto, hecho poco frecuente. El tiempo de duración de la prueba, si se emplea este método, está establecido en 48 horas, como mínimo, con un riego continuo.

Ultimamente existe una tendencia en el diseño de las cubiertas hacia soluciones con pendientes muy reducidas o incluso pendiente nula. Este es uno de los puntos más problemáticos y que generan grandes discrepancias, incluso dentro de las propias comisiones de expertos dedicados a la redacción de nuevas normas relativas a la impermeabilización de las cubiertas. En la normativa española de obligado cumplimiento (figura 3), no se establece ninguna limitación explícita sobre el porcentaje de las pendientes de los faldones, pero se indican unas recomendaciones sobre los intervalos de pendientes "muy recomendables" si se utilizan materiales bituminosos, en función del tipo de solución impermeabilizante elegida.

SISTEMA	Protección	Pendiente recom. %	Denom. UNE 104-402
Adherido	Pesada	> 1 1 a 10	PA-6 y 7 Pa-1,2,3,4,5
	Ligera	> 3 > 5 > 10	GA-1,2, y 5 GA-3,4 y MA-3,4 MA-1,2
Semi-adherido	Ligera	> 3 > 5	GS-1 MS-1
No adherido	Pesada	1 a 5	PN-1,2,3 y 4
Clavado	Ligera	> 15	GC-2
		> 20	GC-1

Figura 3. Cuadro explicativo de sistemas de cubierta.

3 PRACTICAL ANALYSIS

One may generally say that there is an indiscriminate use of "new" materials which have not usually been subjected to comparative or referential tests. If we also consider the frequent lack of definition in design regarding particular aspects of the same, this then leads to the appearance of numerous problems of watertightness which, in the majority of cases, could easily have been avoided at source.

Silicones are important materials from a waterproofing point of view in buildings with regards to glazing and other building units. This material possesses a number of important characteristics, such as:

- * A high degree of bonding with other materials
- * Conservation of its properties when exposed to the elements
- * Capacity to absorb permanent deformation
- * Wide range of working temperatures

However, one must not overuse silicones in order to hide construction solutions with other types of problems, such as the joints between different types of materials themselves. Silicones should basically be used to seal joints in order to provide watertightness between these different materials. The variations in its physical and chemical properties should not decrease by more than 20% in ten years, this being the average working life of these materials.

On occasions it is preferable not to impede water penetration, and instead collect it for subsequent drainage.

3.1 PATHOLOGY OF FACADES

One should try to remember the basic and elementary outline in the composition of external walls when these are designed; a possible example could be as follows:

- The form of the external wall
- The base of the external wall at its foundations
- The method of fixing to its support
- Joints between members, parts, etc
- Joints between different types of materials
- Elements of failure in the wall's plane (cornices, projections, glazing, etc...)
- Auxiliary construction embedded in the external wall (window boxes, ornaments, streetlamps, external cables, etc...)
- Possible rainwater runs on the external wall

Obviamente, pendientes inferiores al 1% crean graves problemas de ejecución y de evacuación del agua de lluvia propiamente dicha. Hay que tener en consideración que los depósitos de finos y decantación de suciedad que se derivan de las lluvias disminuyen las posibilidades de evacuación del agua con pendientes muy pequeñas.

3 ANALISIS DEL FENOMENO REAL

En general, se puede decir que existe un uso indiscriminado de materiales de "nueva generación" que suelen estar desprovistos de ensayos comparativos y de referencia. Si a ello añadimos una escasez de definición de puntos singulares en un porcentaje considerable de proyectos, esto conduce a la aparición de numerosos problemas de estanqueidad que, en la mayoría de los casos, serían fácilmente evitables en su origen.

Un material importante desde el punto de vista de la consideración de la estanqueidad al agua en los edificios para los acristalamientos y ciertas unidades de obra son las siliconas. Este material presenta una serie de características valiosas, como son:

- * Alto índice de adhesión con otros materiales
- * Conservación de sus propiedades a la intemperie
- * Capacidad de absorción de deformaciones permanentes
- * Amplio rango de temperaturas de servicio

Sin embargo, no se debe abusar del empleo de las siliconas para ocultar soluciones constructivas con problemas de otro orden, como son los encuentros entre distintos materiales. Su utilización está destinada primordialmente al sellado de juntas para la obtención de la estanqueidad de los encuentros entre diferentes materiales. Las variaciones de sus propiedades físicas y químicas no deberán mermar más del 20% en diez años, que debe ser la vida media útil de estos materiales.

En ocasiones, sucede también que es preferible no impedir la entrada de agua, sino más bien facilitar su recogida y posterior evacuación.

3.1 PATOLOGIA DE FACHADAS

Es conveniente recordar el esquema básico y elemental de composición de las fachadas cuando se están diseñando éstas; un ejemplo podría ser el siguiente:

- Configuración de las hojas del cerramiento
- Arranque de la fachada en su base
- Sistema de fijación al soporte
- Juntas entre elementos, piezas, etc
- Encuentros con materiales de diferente naturaleza
- Elementos de quiebro del plano de fachada (cornisas, voladizos, travesaños en vidrios, etc...)
- Construcciones auxiliares adosadas al cerramiento (jardineras, ornamentos, farolas, cables en fachada, etc...)
- Recorridos posibles del agua de lluvia a lo largo de la fachada

In this way we will manage to control and solve many of the particular and difficult points that affect the watertightness of an external wall.

In the case of a traditional masonry external wall, this should be designed in such a way as to prevent the entry of damp through rainwater. It has been proved by way of experiment that the penetration of rainwater is due to voids between elements, or within the mortar itself or due to poor construction of the whole.

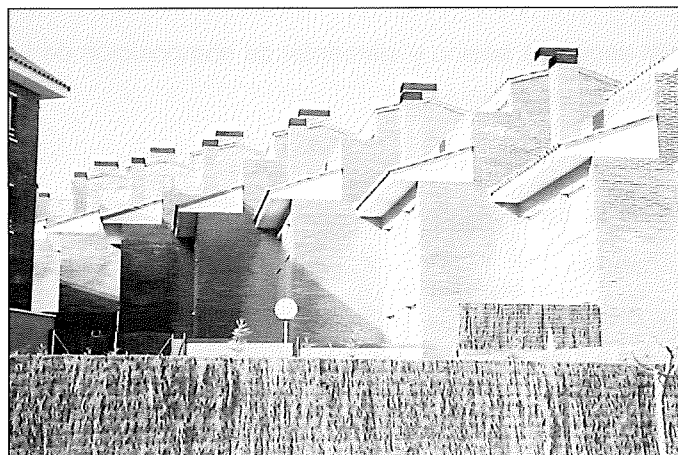
These voids are generally due to the following:

- * Poor quality of brick or block
- * Poor quality of mortar, incorrect aggregate size or poor mixing
- * Lack of bonding between the mortar and parts, due to excessive absorption of these latter or corrections in alignment once the mortar has begun to lose its plasticity
- * Bare joints without the due thickness of wall or without a suitable inner leaf for the thickness and type of joint and layer
- * Cracks produced during a building's life

Field checks evaluate the quality of execution and installation of the external wall system and elements, but only a Certificate of Quality of each and every product and system can really guarantee the quality of design and manufacture.

It is this Quality that is erroneously associated with high prices, ignoring the fact that: (i) the Certificate is associated with a previous analysis of the system, (ii) the manufacturing and component prototype of the elements is periodically controlled by a prestigious independent body, (iii) a subsidiary responsibility exists if there is no change in the general arrangement of the system when it is adapted to the design of the wall, (iv) the installation is carried out under the manufacturer's supervision and (v) the usual problems that occur during the working life of the system are appreciably reduced.

All the above is reflected in an appreciable lowering of costs of repair and maintenance in respect to the costs normally implied by a precarious system which have to be borne by the users.



Fotografía 3. Humedades en cerramiento de ladrillo.
Photograph 3. Damp in a brickwall.

De esta manera, conseguiremos controlar y resolver un gran porcentaje de puntos conflictivos y singulares que atañen a la estanqueidad al agua de las fachadas.

En el caso de un cerramiento de fábrica tradicional, debe estar concebido de tal forma que no se produzca la transmisión de las humedades procedentes del agua de lluvia. Se ha comprobado experimentalmente que las filtraciones de agua de lluvia están producidas por intersticios existentes entre piezas, dentro del propio mortero o debidas a una mala ejecución del conjunto.

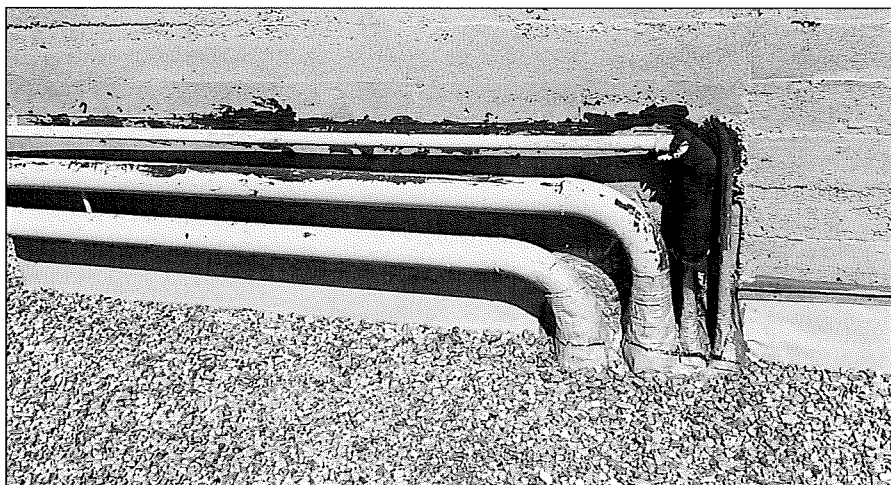
Estos intersticios, generalmente, pueden ser debidos a:

- * Mala calidad del ladrillo o bloque
- * Mala calidad del mortero, granulometría defectuosa o pobre dosificación del conglomerante
- * Falta de adherencia entre el mortero y las piezas, debida a un exceso de absorción de éstas o correcciones en la alineación, una vez que el mortero comienza a perder la plasticidad.
- * Existencia de juntas a hueso sin el espesor debido del muro o sin un intradós idóneo para el espesor y tipología de llagas y tendeles.
- * Fisuras producidas a lo largo de la vida del edificio

Las pruebas realizadas "in situ" evalúan la calidad en la ejecución e instalación de los productos o sistemas de un cerramiento, pero son los Certificados de Calidad de cada producto o sistema los que realmente garantizan la Calidad del diseño y de la fabricación.

Esta es la Calidad que falsamente se asocia con un precio alto, olvidando hechos como que: (i) el Certificado está asociado a un análisis previo del sistema, (ii) el prototipo de fabricación y composición de los elementos está controlado periódicamente por un organismo independiente y de reconocido prestigio, (iii) existe una responsabilidad subsidiaria si no es cambiado el esquema general de disposición del sistema en su adecuación al diseño del cerramiento, (iv) la instalación es realizada bajo la supervisión del fabricante y (v) los problemas usuales durante la vida útil del sistema se reducen muy notablemente.

Todo ello repercute en una minoración importante de los gastos de reparación y mantenimiento que un sistema en precario suele arrastrar y que todos los usuarios estamos acostumbrados a soportar.



Fotografía 4. Trabajos de reparación incorrectos.
Photograph 4. Incorrect repair works.

The aforementioned building maintenance is an almost unknown concept in Spain. It has been shown that a minimal conservation of a buildings elements, and especially the roof and external walls, will noticeably prolong the life of the same.

3.2 PATHOLOGY OF ROOFS

The roof of a building suffers different phases of deterioration; during the first phase of the work when the roof is being waterproofed, without protection and prior to the completion of the roof installations; then changes of usage in some areas of the roof with regards to that established in the original design, without forgetting the deterioration of the membrane during unrelated work and especially that of the installations, both during the work itself and over the building's life, due to an increase in the number or weight of machinery.

There follows a brief summary of the points where the majority of problems of water penetration in roofs occur.

PITCHED ROOFS

- * Adapting the waterproof system to the slope
- * Voids at the base of the gable, crossing the damp proof course (windows, chimneys, installations)
- * The number of expansion-contraction joints in the roofing material, as well as the structural expansion joints
- * Correct falls of gutter
- * Overlaps between the gutter lengths if these are made of steel
- * Fixing/anchorage of the gutter to different elements
- * The indiscriminate use of vinyl products to fill every type of void and space

FLAT ROOFS

- * The suitability of the membrane with regards to protection
- * Correct fall for the working surface and its function
- * Roof accesses, height of the steps to access doors, etc
- * Butting of the membrane at vertical facings
- * Passage through roof slabs, before and after the installation of the waterproof membrane
- * Continuation of the waterproof membrane into adjacent stretches
- * Exposing the waterproof layer to the elements until the designed protection is finally placed
- * Deterioration of the membrane during work unrelated to waterproofing and carried out without suitable protection

ROOF GARDENS

- * Minimum fall of the garden bed
- * Protection against roots of plants and bushes
- * Protection of the waterproof membrane against the day to day use of garden tools

MAINTENANCE

- * No maintenance

4 TEST METHODS EMPLOYED BY INTEMAC

After briefly commenting on some of the existing codes regarding the watertightness of roofs and external walls, one may immediately notice the absence of a code indicating the necessary procedures for the carrying out of field water penetration tests, especially with regards to external walls.

Uno de los factores mencionados en el párrafo anterior, el mantenimiento de los edificios, es un concepto cuasidesconocido en España. Está demostrado que si se realizase una conservación mínima de determinados elementos de los edificios, entre los que destacan la cubierta y las fachadas, se prolongaría notablemente la vida de los mismos.

3.2 PATOLOGIA DE CUBIERTAS

Los cerramientos de cubierta en los edificios sufren distintas fases de deterioro; una primera fase de la obra donde la cubierta está impermeabilizada, sin colocar la protección y pendiente de terminar las instalaciones de cubierta; luego cambios de uso de algunas zonas de la cubierta respecto a lo establecido en el proyecto, sin olvidar el deterioro de la lámina durante los trabajos ajenos a ella, especialmente de las instalaciones, tanto durante la obra como en la vida del edificio, a causa del incremento numérico o de peso de la maquinaria.

A continuación describimos brevemente un resumen de los puntos en donde se originan el mayor número de problemas de estanqueidad en las cubiertas.

CUBIERTAS INCLINADAS

- * Adecuación del tipo de impermeabilización a la pendiente
- * Huecos en el soporte del faldón, atravesando la impermeabilización (ventanas, chimeneas, instalaciones)
- * Número de juntas de dilatación-contracción del material de cubierta, además de considerar las juntas de dilatación estructural
- * Pendientes correctas en los canalones
- * Solapes entre los tramos del canalón, cuando son metálicos
- * Fijación/ancclajes de los canalones a elementos de distinta naturaleza
- * Uso indiscriminado de los productos vinílicos para rellenar todo tipo de huecos y discontinuidades

CUBIERTAS PLANAS

- * Adecuación del tipo de lámina a su protección
- * Pendiente correcta para la superficie de servicio y el uso destinado
- * Accesos a la cubierta, altura del escalón en las puertas de acceso, etc
- * Entrega de la lámina en los paramentos verticales
- * Pasos a través de forjados, antes y después de ejecutada la impermeabilización
- * Continuación de la impermeabilización de tramos adyacentes
- * Exposición de la lámina a la intemperie hasta el momento de la colocación de la protección concebida
- * Deterioro de la lámina durante trabajos ajenos a la impermeabilización, sin la protección adecuada

CUBIERTAS AJARDINADAS

- * Pendiente mínima en los fondos de las zonas ajardinadas
- * Protección contra las raíces de plantas y arbustos
- * Protección de la lámina contra el uso cotidiano de los utensilios de jardinería

MANTENIMIENTO

- * Inexistencia de esta actividad

4 METODOS DE ENSAYO ADOPTADOS POR INTEMAC

Después de haber comentado brevemente algunas de las normas existentes relacionadas con la estanqueidad al agua de los cerramientos –fachadas y cubiertas– se observa ante todo la falta de una normativa que dicte los procedimientos necesarios para la realización de pruebas de estanqueidad al agua en obra, especialmente sobre los cerramientos de fachadas.

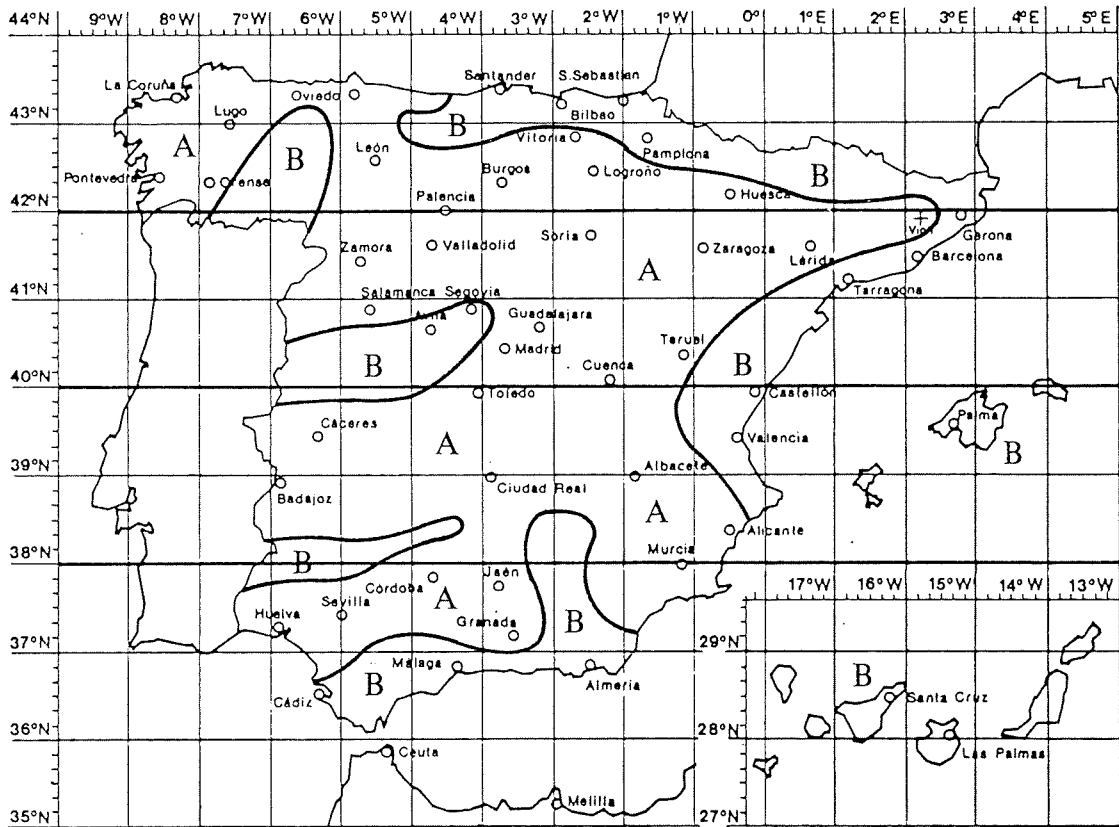


Figura 4. Mapa de precipitaciones.
Figure 4. Rainfall map.

As a result, INTEMAC has established its own procedures for the regularization of field water penetration tests. These in-situ testing methods are based on the analysis of the few codes that exist in this respect, and on the numerous water penetration tests carried out by INTEMAC over the years.

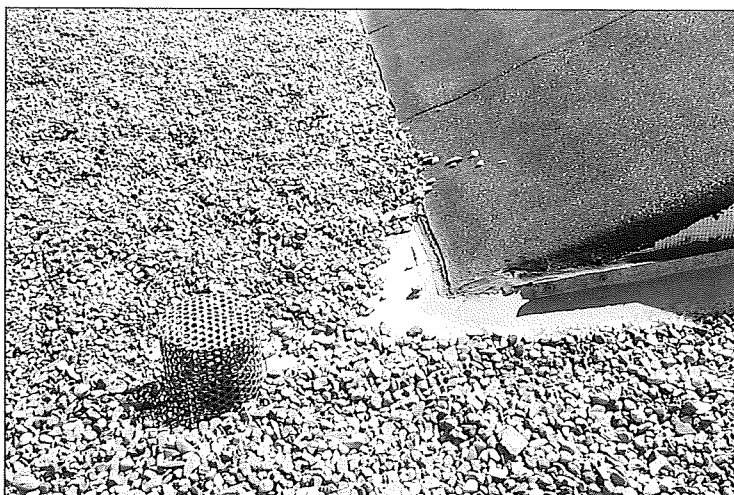
There follows a description of the methodology adopted by INTEMAC for different types of roof or wall facing which require field checks of water penetration on some of the completely finished areas.

As the tests indicated here are carried out on site, we feel that the quantities of flow and air pressure that are given below should be considered only as a guideline, given the frequent difficulty of obtaining these during the normal building process.

In order to determine the recommended flow for these tests, we will take the value of maximum rainfall in one hour as the suggested parameter (see Fig. 4).

There is no suitable analytical method by which to obtain the calculation for the degree of watertightness of an element. We could take the classification under the code UNE 85-212 (83) as the standard, though this is only applicable to windows and balconies.

Diverse climatic factors and the local environment of the future building will determine the decrease or increase in the degree of watertightness required of the facing or roof.



Fotografía 5. Trabajos de mantenimiento y reparación incorrectos.
Photograph 5. Incorrect maintenance and repair work

Es por ello, que INTEMAC ha establecido sus propios procedimientos para la regularización de las pruebas de estanqueidad que realiza "in situ". Estos métodos de ensayo en obra están fundamentados por una parte, en el análisis de la escasa normativa que existe al respecto y, por otra, en las numerosas pruebas de estanqueidad que INTEMAC viene desarrollando desde hace años.

A continuación se describe la metodología adoptada por INTEMAC, para los distintos cerramientos de un edificio donde es conveniente comprobar "in situ" la Estanqueidad al agua de algunas unidades de obra totalmente terminadas.

Dado que las pruebas que presentamos en este documento se realizan "in situ", consideramos que los valores del caudal y de la presión del agua proyectada que se definen a continuación se consideran orientativos, puesto que en numerosas ocasiones es realmente complicado obtener éstos durante el proceso normal de obra.

Para determinar el caudal recomendado para la realización de las pruebas, se tomará como parámetro indicativo el valor de las precipitaciones máximas caídas en una hora (ver figura 4).

No existe un modelo analítico adecuado para obtener el cálculo del grado de estanqueidad de un elemento. Si bien podemos tomar la clasificación de la norma UNE 85-212 (83) como patrón, aunque ésta es aplicable únicamente a las ventanas y balconeras.

Diversos factores climáticos y el entorno local del futuro edificio determinan una minoración o por el contrario, una mayoración del grado de estanqueidad que deben presentar los cerramientos.

La acción del viento aumenta notablemente la agresión de la lluvia en algunas zonas de los edificios (ver figura 5). La dirección del viento y su velocidad, junto con la proximidad de obstáculos (edificios colindantes, arbolado, etc) también puede condicionar un cambio de dirección de la lluvia sobre el edificio.

Por todo lo anterior, el diagrama inicial de la rosa de los vientos establecido localmente puede verse modificado merced a la situación del edificio (grandes ciudades, zonas rurales, edificaciones aisladas, nivel de vegetación y arbolado en su entorno, etc).

Wind action noticeably increases the force of the rain in some parts of a building (see Fig. 5). The direction and speed of the wind, together with the proximity of obstacles (adjacent buildings, trees, etc) may also influence a change in the direction of the rain on the building.

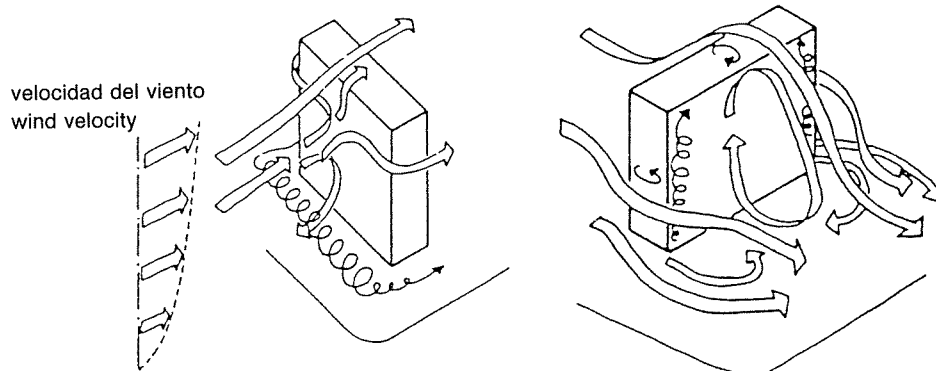


Figura 5. Trayectoria del viento contra un edificio.
Figure 5. Wind flow against a building.

Therefore, the initial diagram of locally established wind roses may be modified according to the site of the building (large cities, rural areas, isolated buildings, level of vegetation and adjacent trees, etc).

The final report offering the results of Water Penetration Tests should include the following information:

- General information of the Test: location and identification of the building, date and duration of the same and the date of the report.
- Description of the specimen: manufacturer, model, basic dimensions, materials, etc; identification and location of the specimen with regards to the building; description of all the modifications made, if any, and the date of manufacture or assembly of the same.
- Detail drawings: if necessary one should make a sketch of the specimen with its construction details which may be complemented or substituted by photographic documentation.

4.1. FACADES

Although water penetration tests are mainly directed to testing elements of windows, curtain walling and prefabricated panels, it is necessary to carry out the said tests including the rest of the materials that make up the facades and which have to be equally waterproof.

For this reason during the corresponding testing of elements, one should also observe the behaviour of joints between adjacent materials and the other wall materials. This is one of the aspects that is excluded from the Spanish Codes regarding windows, as the said codes only consider the classification of the window element and not the whole of the external wall or the connection between the two.

With regards to the selection of elements to be tested, one should select the more widely used elements and those that may cause doubts regarding their correct execution. One should not forget the areas where there are elements that cross the facade and one should, therefore, guarantee the watertightness in these areas.

The air pressure is not taken into consideration and the climatic conditions at the time of testing are accepted; this is due to the great difficulty that would arise by forming a watertight compartment around the

El Informe Final con los resultados de las Pruebas de Estanqueidad al agua deberá incluir la siguiente información:

- Datos generales de la Prueba: emplazamiento e identificación del edificio, fecha y tiempo de duración de la misma y fecha del informe.
- Descripción de la muestra: fabricante, modelo, dimensiones básicas, materiales, etc; identificación y localización de la muestra haciendo referencia al edificio; descripción de todas las modificaciones que presente, si existen, así como la fecha de fabricación o ejecución de la muestra.
- Dibujos de detalle: si fuera necesario se realizará un croquis de la muestra con detalles constructivos, que se pueden complementar o suplir con documentación fotográfica.

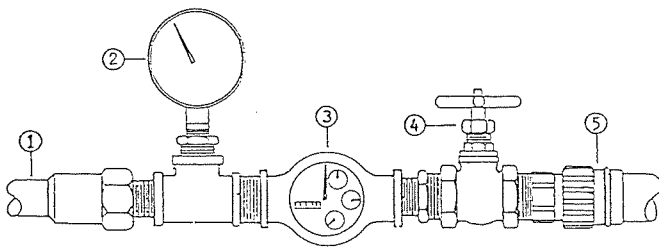


Figura 6. Instrumentos de control.
Figure 6. Control instruments.

1. Salida 1/2" hacia batería.
 2. Manómetro.
 3. Contador de agua.
 4. Llave de corte general.
 5. Reductor de sección.
-
1. 1/2" nozzle
 2. Pressure gauge
 3. Water meter
 4. Control valve
 5. Exhaust

4.1 FACHADAS

Aunque las pruebas de estanqueidad al agua están destinadas principalmente a ensayar elementos de ventanas, muros cortina y paneles prefabricados, es necesario realizar dichas pruebas incluyendo también en las mismas el resto de los materiales que constituyen las fachadas y que deben permanecer estancos igualmente.

Es por esto que durante la realización de las correspondientes pruebas de los elementos, también se observa el comportamiento de las juntas con los materiales adyacentes y del resto de los materiales del cerramiento. Este aspecto es uno de los que excluyen explícitamente las normas españolas relativas a ventanas, ya que éstas contemplan como único objetivo la clasificación del elemento ventana, no del conjunto del cerramiento, ni el perímetro de contacto entre ambos.

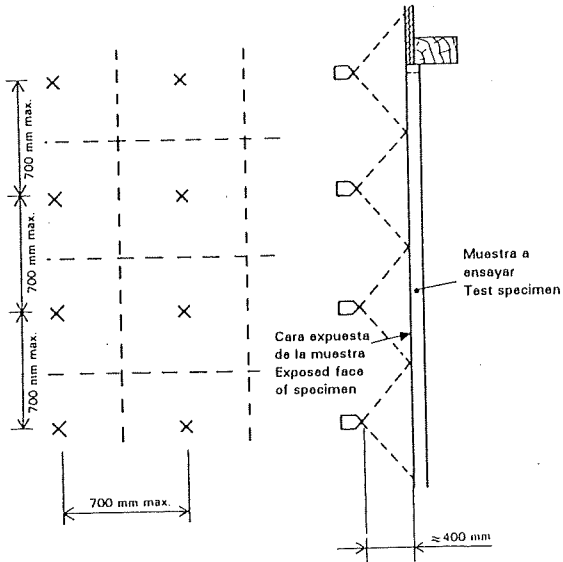
Respecto a la selección de los elementos a ensayar, conviene elegir las tipologías más generalizadas y aquellas que puedan presentar dudas sobre su correcta ejecución. No conviene olvidar las zonas en que existen elementos que atraviesen la fachada y por tanto, debe garantizarse la estanqueidad al agua en torno suyo.

En cuanto a la presión del aire, esta no se tomará en consideración, aceptándose las condiciones climatológicas del momento; esto se debe a la gran complejidad que originaría crear un cajón estanco en torno a la muestra para ensayar y aplicar sobre ésta sobrepresiones y depresiones de aire. La duración de la prueba será como mínimo de 4 horas de manera continuada.

Para la realización de la prueba es necesario que la presión del agua suministrada sea superior a 3 kg/cm². En el circuito, antes de las baterías, es conveniente disponer de un manómetro con limitador de presión (ver figura 6). Asimismo, dispondremos de un contador y de una llave de corte, al comienzo del sistema que cierre el circuito al completo.

specimen to be tested and then subjecting this to highs and low depressions. This would require at least 4 hours of continuous testing.

In order to carry out the test the supplied water pressure has to be over 3kg/cm². A pressure gauge should be placed in the circuit in front of the spray nozzles (see fig. 6). A water meter and control valve should also be placed at the beginning of the system which completely close the circuit.



There should be enough spray nozzles to create a 700 mm long square grid which is approximately 400 mm from the plane of the wall (see Fig. 7)

Gusts of winds during testing may cause air currents which will sweep away part of the designated water. This phenomenon may displace part of the water and spray areas of the wall which would not usually get wet by rain without wind. This should not be of concern as when these gusts of wind occur during testing this indicates that the phenomenon will similarly occur during periods of rain.

Figura 7. Esquema de baterías.
Figure 7. Layout of nozzles.

4.2 ROOFS

The tests adopted by INTEMAC with regards to roofs refer to that established by the NBE QB-90 for roofs waterproofed with bituminous, vinyl composite and any other type of material.



Fotografía 6. Pruebas de estanqueidad al agua mediante riego.
Photograph 6. Water penetration testing by spraying.

Las baterías empleadas serán aquellas necesarias para establecer una malla cuadrada de 700 mm. de lado, distanciada del plano de fachada 400 mm. aproximadamente (ver figura 7).

Durante las pruebas pueden producirse ráfagas de viento que generan corrientes de aire arrastrando parte del agua proyectada. Este fenómeno puede desplazar parte del agua pulverizada hacia arriba, provocando que se humedezcan zonas del cerramiento que por una caída libre de lluvia (sin viento) no se humedecerían. Esto no debe preocuparnos, puesto que si durante la prueba existen estas ráfagas de viento indica que en los períodos de lluvia este fenómeno sucede análogamente.

4.2 CUBIERTAS

Las Pruebas adoptadas por INTEMAC en el caso de las cubiertas se remiten a lo establecido por la NBE QB90, tanto para las cubiertas impermeabilizadas con materiales bituminosos, de composición vinílica o de cualquier otra naturaleza.

5 RECOMENDACIONES PRACTICAS

Finalmente y como conclusión, creemos que la normativa relativa a la Estanqueidad al agua debe revisarse con la finalidad de considerar la Estanqueidad de los cerramientos en su totalidad y haciendo referencia a la diversidad de tipologías existente.

Con respecto a la situación real de los cerramientos respecto al tema que nos ocupa, queremos destacar una serie de aspectos que condicionan de manera importante la obtención de la estanqueidad en los cerramientos:

- 1 Necesidad de un estudio pormenorizado de los puntos singulares de los cerramientos y de los encuentros con otros materiales, así como de un análisis del grado de exposición del edificio a la acción de los agentes atmosféricos.
- 2 En el caso de emplear materiales de "nueva generación", necesidad de solicitar ensayos normalizados, pruebas comparativas, referencia de otros edificios y precaución en su uso.
- 3 Con respecto al montaje del sistema de cerramiento, deben existir garantías de la empresa instaladora, con aceptación o supervisión del fabricante.
- 4 Realización de pruebas de Estanqueidad al agua "in situ", una vez concluidas las operaciones de montaje e instalación del cerramiento, (incluida su terminación si existiese).

5 RECOMMENDED PRACTICE

To conclude, we feel that the codes regarding water penetration should be revised and should consider the watertightness of roofs and external walls in their entirety and make reference to the diversity of types available.

With regards to the actual situation of the subject in hand, we wish to underline a number of aspects which seriously affect the watertightness of an external wall or roof:

- 1 The need for a detailed study of the particular aspects of the exterior and of the joints between different materials as well as an analysis of the degree of exposure of the building to atmospheric agents.
- 2 When "new" materials are employed it is necessary to request standardized and comparative tests, reference to other buildings and precautions of usage.
- 3 The assembly of the wall or roof system should be carried out by a guaranteed installing company, which is accepted or supervised by the manufacturer.
- 4 Field checks of water penetration should be made on the completion of assembly and installation of the exterior wall or roof system (include any finishings if they exist).



Fotografía 7. Pruebas de estanqueidad al agua en cubierta.
Photograph 7. Water penetration testing in roofs.

BIBLIOGRAFIA BIBLIOGRAPHY

- [1] Normas UNE relativas a «Ventanas, puertas y sus accesorios», 1987.
- [2] Norma Básica de la Edificación NBE QB-90. "Cubiertas con materiales bituminosos", MOPU, 1991.
- [3] Normas Tecnológicas de Edificación FCA / FCL / FCP.
- [4] ASTM E 228-84 / E 331-86 / E 405-75 / E 783-84.
- [5] BS 5368, Parte nº 1ª, 2ª y 3ª, 1980.
- [6] NF P-20 505, 1980.
- [7] Cahiers du CSTB nº 61 / 116 / 117 / 284 / 287 / 294.
- [8] AAMA 501.1.83 / 501.2.83 / 501.3.83.
- [9] MOUCHEL, A.: La couverture. Etancheite des toitures-terrasses, Paris, Editions Eyrolles, 1985.
- [10] MARTINEZ CABRERA, S.: «Patología de la impermeabilización de las cubiertas de los edificios», en Jornadas Científico-Técnicas sobre la construcción y el cemento, nov. 1984.
- [11] CIB: «Water infiltration. Penetration trough the buildingsides a synthesis from different papers», 1989.
- [12] JOSEPH, C.: L'étancheité des toitures, Paris, Eyrolles, 1985.
- [13] BECKETT, H. E.: Tecnología y Arquitectura. Ventanas. Función, diseño e instalación, Barcelona, Ed. Gustavo Gili, 1978.
- [14] BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT, Note nº 86 «Water penetration tests of TTW brick walls».
- [15] UNIVERSIDAD DE CANTABRIA Jornadas Técnicas de Edificación. Fachadas Ligeras y Cerramientos de Huecos, 1992.
- [16] ANDERSON, J.M. y GILL, J.R. Rainscreen Cladding, London, Ciria, 1988.

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
Aparicio Alonso, Angel
Arroyo Pérez, José Alberto
Calavera Ruiz, José
Cortés Bretón, Juan María
Corral Folgado, Claudio
Díaz Lozano, Justo
Fernández Gómez, Jaime Antonio
Ferrer Serafí, 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 Escribano, Raul Rubén
Rodríguez Moragón, Julio
Sanz Pérez, Lorenzo
Sirvent Sirvent, Enrique
Tapia Menéndez, José
Torre Cobo, María Carmen

Ingeniero Civil

San Martín Aldaz, Fernando

Ingeniero I.C.A.I.

Marín Estévez, Gonzalo

Ingenieros Industriales

Alvarez Cabal, Ramón Amado
Aparicio Puig, José Antonio
Bueno Bueno, Jorge
Durán Boldova, José Miguel
Rodríguez Delgado, José Manuel
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

Licenciados en Ciencias Geológicas

Blanco Zorroza, Alberto
Massana Milá, Joan
Rodríguez Duque, Josu

Licenciados en Ciencias Químicas

Grandes Velasco, Sylvia María
López Sánchez, Pedro
Morgado Sánchez, José Carlos

Licenciada en Geografía e Historia

Calavera Vayá, Ana María

Arquitectos Técnicos

Cervera García, Eduardo
Díez García, Francisco Javier
Fernández de Caleyá Molina, Alberto J.
Fuente Rivera, Jesús de la
Montejano Jiménez, María del Carmen
Muñoz Mesto, Angel
Pena Fernández, Luis Antonio
Seisdedos Domínguez, Lucía

Diplomada en Ciencias Empresariales

De la Mano Calvo, Isabel M.^a

Ingenieros Técnicos Industriales

Alonso Miguel, Félix Benito
Díaz-Trechuelo Laffón, Antonio
González Carmona, Manuel
Laserna Parrilla, María Teresa
Madueño Morano, 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
Peña Muñoz, Roberto
Rosa Moreno, José Andrés
Rozas Hernando, José Juan
Sánchez González, M.^a del Carmen
Sánchez Vicente, Andrés

Ingenieros Técnicos Topógrafos

Carreras Ruiz, Francisco
López-Canti Casas, Elisa
Valadés Cerezo, José Carlos

Profesores Mercantiles

González Alvarez, Vicente
Sampedro Portas, Arturo

Técnico en Administración de Empresas

González del Olmo, M.^a de la Peña de Francia

Técnico en Informática

García Rodríguez, Juan Tomás

Técnico en Publicidad

Blanco Armas, Cristina

Topógrafo

Alquézar Falceto, Ricardo

CUADERNOS INTEMAC

CUADERNOS INTEMAC es una publicación trimestral, bilingüe en español e inglés, en forma de monografías que recogen trabajos realizados por los técnicos del Instituto o presentados en los Cursos y Conferencias organizados por el mismo.

Los temas tratados cubren tanto el campo de las Obras Públicas como el de la Edificación y sus Instalaciones.



ULTIMOS TITULOS PUBLICADOS

Cuaderno Nº 11

"La gran aventura de las torres".
Autor: Prof. J. CALAVERA RUIZ.
Dr. Ingeniero de Caminos.

Cuaderno Nº 12

"El control de calidad de grandes

estructuras metálicas".
Autores: J. M. CORTES BRETON,
J. JORDAN DE URRIES.
Dres. Ingenieros de C.C.P.
A. DIAZ TRECHUELO.
Ingeniero Técnico Industrial.

CUADERNOS DE PROXIMA APARICION

Cuaderno Nº 13

"Ensayo de Estanqueidad al agua en cubiertas y fachadas".
Autor: J. JALVO GARCIA.
Arquitecto.

Cuaderno Nº 14

"Juntas de Contracción y Juntas de Trabajo en Estructuras de Hormigón".
Autores: Prof. J. CALAVERA RUIZ,
Prof. E. GONZALEZ VALLE.
Dres. Ingenieros de Caminos.

Cuaderno Nº 15

"Tolerancias en Estructuras de Hormigón".
Autores: Prof. J. CALAVERA RUIZ,
Prof. E. GONZALEZ VALLE.

Prof. J. FERNANDEZ GOMEZ.
Dres. Ingenieros de Caminos:
F. CARVALHO DE ARRUDA
COELHO,
Ingeniero Civil.

Cuaderno Nº 16

"Fallos de bovedillas cerámicas en forjados por dilatación potencial de la arcilla".
Autores: J. M. IZQUIERDO
BERNALDO DE QUIROS.
Ingeniero de Caminos.
P. LOPEZ SANCHEZ.
Licenciado en Ciencias Químicas.

VIDEOS TECNICOS

INTEMAC, dentro de sus actividades en el campo de la formación, ha iniciado la edición de una serie de VIDEOS TECNICOS, analizando distintos campos de la construcción.



SERIE OBRAS DE HORMIGON EN MASA, ARMADO Y PRETENSADO.

REFERENCIA	TITULO	CONTENIDO	DURACION	PRECIO
Nº 8801 (1)	FABRICACION Y ENSAYO DE PROBETAS DE HORMIGON	Contempla, de 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 en obra, transporte al laboratorio, curado en cámara, refrentado y ensayo a compresión.	27 min.	80.000 ptas* IVA INCLUIDO

EN PREPARACION

REFERENCIA	TITULO	REFERENCIA	TITULO
Nº 8802 (2)	MUESTREO Y ENSAYO DE ARMADURAS DE HORMIGON ARMADO Y PRETENSADO	Nº 9002 (6)	EJECUCION DE ESTRUCTURAS DE HORMIGON (II)
Nº 8901 (3)	PIEZAS DE HORMIGON ARMADO SOMETIDAS A FLEXION SIMPLE...	Nº 9101 (7)	PIEZAS DE HORMIGON ARMADO SOMETIDAS A ESFUERZO CORTANTE
Nº 8902 (4)	PIEZAS DE HORMIGON ARMADO SOMETIDAS A COMPRESION	Nº 9102 (8)	PIEZAS DE HORMIGON PRETENSADO SOMETIDAS A FLEXION SIMPLE
Nº 9001 (5)	EJECUCION DE ESTRUCTURAS DE HORMIGON (I)		

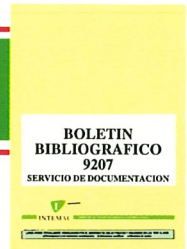
* PRECIO para entregas dentro del territorio español

BOLETIN BIBLIOGRAFICO

INTEMAC viene realizando desde su fundación un BOLETIN BIBLIOGRAFICO para uso interno, que ofrece, en una lectura rápida, un panorama general de todas las publicaciones técnicas disponibles. Desde 1991, esta publicación bimestral, ha sido puesta a disposición del público.

El BOLETIN BIBLIOGRAFICO incluye:

- Fotocopia del índice y de los resúmenes de los artículos contenidos en las 105 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.
- Secciones de Bibliografía y Cursos.
- Una sección de Congresos, Reuniones Técnicas y Ferias de próxima celebración en todo el mundo.
- Tarifa de suscripción anual (6 números) 18.000 ptas.



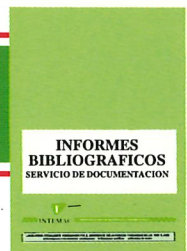
CONSULTAS E INFORMES BIBLIOGRAFICOS

EL INSTITUTO tiene 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	15 ptas.

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.

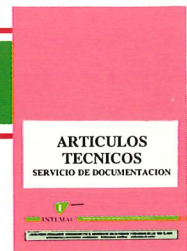


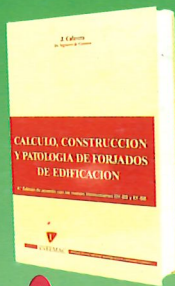
ARTICULOS TECNICOS

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.

- 55 DEFECTOS DE ESTANQUEIDAD Y ADECUACION TECNICA AL MEDIO DE UN EDIFICIO DOCENTE. Arcecha Veramendi, F.; Cortés Bretón, J. M^º; Jordán de Urries, J.
- 56 ASPECTOS HUMANOS Y PSICOLOGICOS EN LA IMPLANTACION DEL CONTROL DE CALIDAD DE CONSTRUCCION. Calavera, J.
- 57 ALGUNOS COMENTARIOS A LA EH-91. Calavera, J.
- 58 PROYECTOS DE DOSIFICACION DE UN HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA. Calavera, J.; Fernández Gómez, J.; Jai, J.
- 59 EVOLUCION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UN HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA CON DIFERENTES TIPOS DE CURADO. Calavera, J.; Fernández Gómez, J.; Jai, J.
- 60 WELDED METAL STRUCTURE BUILDINGS IN SPAIN. LATEST DEVELOPMENTS. Cortés, J. M^º; Jordán de Urries, J.; Díaz Trechuelo, A.
- 61 HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA. EL PUENTE SOBRE EL RIO EO. Delibes, A.; Fernández Gómez, J.; Fernández Molina, E.
- 62 FORJADOS MIXTOS DE CHAPA Y HORMIGON. Jordán de Urries, J.
- 63 RECIENTES EXPERIENCIAS Y TRES CASOS SIGNIFICATIVOS DE INSPECCION, DIAGNOSTICO Y REPARACION DE DAÑOS DE VIGUETAS PREFABRICADAS CON CEMENTO ALUMINOSO. Delibes, A.; Díaz Lozano, J.; González Valle, E.; Ley, J.; López Sanchez, P.

P.V.P. 300 ptas/ ejemplar.





1



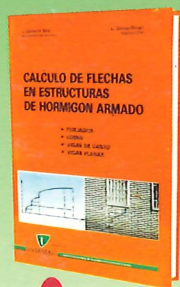
2



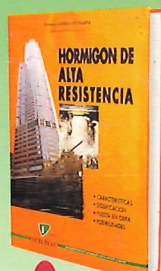
3



4



5



6



7



8

NUEVAS PUBLICACIONES

1 CALCULO, CONSTRUCCION Y PATOLOGIA DE FORJADOS DE EDIFICACION

- Autor: *J. Calavera*
- 4ª edición, 1988.
- 678 páginas.
- Encuadernación en guaflex.
- 344 figuras. 93 tablas y ábacos. 188 detalles constructivos. 16 ejemplos resueltos.
- 159 referencias bibliográficas.
- Precio: 7.500 ptas.

3 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 al EUROCODIGO EC-2, Model Code CEB-FIP 1990 y ACI 318-89.

TOMO I: CALCULO DE ESFUERZOS

- 568 páginas.
- Encuadernación en guaflex.
- 73 figuras, 90 gráficos y tablas auxiliares.

TOMO II: DIMENSIONAMIENTO Y DETALLES CONSTRUCTIVOS

- 871 páginas.
- Encuadernación en guaflex.
- 61 figuras. 142 gráficos y tablas auxiliares.
- Precio de la obra completa: 16.500 ptas.

4 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 páginas.
- Encuadernación en guaflex.
- 40 tablas para el dimensionamiento directo de zapatas corridas y aisladas.
- Precio: 7.700 ptas.

5 CALCULO DE FLECHAS EN ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO

- Autores: *J. Calavera* • *L. García Dutari*
- Edición 1992.
- De acuerdo con las Instrucciones EH-91 y EF-88, el EUROCODIGO EC-2, el Model Code CEB-FIP/1990 y la Norma Norteamericana ACI 318-89.
- 336 páginas.
- Encuadernación en guaflex.
- 312 tablas de comprobación de forjados, losas, vigas de canto y vigas planas.
- Diskette conteniendo tres programas informáticos de Cálculo de Flechas, para secciones de forma cualquiera.
- Precio: 7.400 ptas.

6 HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA

- Autor: *G. González - Isabel*
- Edición 1993.
- 316 páginas.
- Encuadernación en guaflex.
- 34 ejemplos de dosificaciones tipo. 111 figuras. 87 tablas auxiliares. 189 referencias bibliográficas.
- Contenido: características, dosificación, puesta en obra y posibilidades del Hormigón de Alta Resistencia.
- Precio: 6.500 ptas.

7 MANUAL DE DETALLES CONSTRUCTIVOS EN OBRAS DE HORMIGON ARMADO

- Autor: *J. Calavera*
- Edición 1993.
- 506 páginas.
- Encuadernación en guaflex.
- 210 detalles constructivos con comentarios y recomendaciones.
- Además del libro se ha editado un Paquete informático consistente en 6 diskettes de 3.5" con ficheros en AutoCAD versión 10 (compatible con las versiones AutoCAD 11 y 12) conteniendo los 210 Detalles Constructivos, para su salida por impresora o plotter después de adaptar, si se desea, cada Detalle a las condiciones de cada proyecto concreto y un Manual de Instrucciones. No contiene las páginas de Comentarios y Recomendaciones incluidas en el libro.
- Precio del libro: 16.000 ptas.
- Precio del paquete informático (manual de instrucciones y diskettes): 30.000 ptas.

8 TECNOLOGIA Y PROPIEDADES MECANICAS DEL HORMIGON

- Autor: *A. Delibes*
- 2ª edición, 1994.
- 416 páginas.
- Encuadernación en guaflex.
- Precio: 7.500 ptas.

BARCELONA

Avda. de la Riera, 10 Nave 2. Pol. Ind. Tres Santos.
Tel.: (93) 372 83 00 • Fax: (93) 473 03 09.
08960 (Sant Just Desvern) BARCELONA.

MADRID

Monte Esquina, 30, 4.º D.
Tel.: (91) 310 51 58 • Fax: (91) 308 58 65.
28010 MADRID.

SEVILLA

Polígono Store, Calle A, N.º 17-1.
Tel.: (95) 443 31 06/07 • Fax (95) 443 36 56.
41008 SEVILLA.

VALLADOLID

C/Pirita; Parcela 221, Nave A-6 Polígono de San Cristóbal.
Tel.: (983) 29 22 44 • Fax: (983) 29 23 78.
47012 VALLADOLID.



INTEMAC