

Condensación en carpinterías de ventanas y miradores: diagnóstico

SOLEDAD GARCÍA MORALES

DRA. ARQUITECTA

Los problemas de condensación empiezan a presentarse con cierta frecuencia en edificios de reciente construcción incluso en zonas climáticas que podrían considerarse como fuera de riesgo. En este artículo se analiza un caso concreto de diagnóstico que puede resultar orientativo sobre los pasos a seguir en la detección de las causas, así como la necesidad de cierta investigación en el caso de diagnóstico de humedades de condensación. Se puede comprobar que, para descubrir la interferencia de factores que producen una determinada patología, se necesita la ayuda instrumental de los termohigrómetros, y cierta capacidad de análisis de los valores obtenidos.

Humidity problems often arise in buildings of recent construction even in climatic zones considered out of risk. This paper deals with a methodology to detect the causes and provide the diagnosis against humidity and condensation problems. This technique relies on the use instruments such as thermo-hydrometers as well as a systematic method of analysis.

Los problemas de condensación empiezan a presentarse con cierta frecuencia en edificios de reciente construcción, incluso en zonas climáticas que en principio podrían considerarse fuera de riesgo, por tratarse de climas secos. Lo que hace unos años se consideraba una patología de la vivienda llamada **social**, ha pasado a convertirse también en problema de viviendas de alta calidad.

Hay distintos criterios para la clasificación de las humedades de condensación¹. No se pretende aquí describirlos todos, sino analizar un caso concreto de diagnóstico, que puede resultar orientativo sobre los pasos a seguir en la detección de las causas.

En muchos de los casos, se trata de un defecto de calefacción, que obliga a los ocupantes a reducir la ventilación para mantener el calor de la casa. Se produce entonces un desequilibrio entre la producción diaria de vapor y la eliminación de éste; el exceso de vapor se va depositando sobre los paramentos, y es absorbido por los revestimientos, el mobiliario, los tejidos, etc. El resultado, después de un período más o menos largo, es que toda la vivienda se ha cargado de humedad, y no se produce una evaporación eficaz hasta que llega una temporada más cálida y se ventila de forma continua: algunas viviendas sólo se secan en verano.

Otra causa de condensaciones, que empieza a ser frecuente, se debe a la mejora en la estanquidad al aire de las nuevas carpinterías. Las carpinterías tradicionales siempre permitían pequeñas filtraciones de aire de rendijas, mientras que en las nuevas (provistas de doble junta) este efecto se ha reducido considerablemente. Esta circunstancia debería llevar a los ocupantes a una ventilación más cuidadosa, pero en la práctica no es así, debido muchas veces al régimen de ocupación atípico de la vivienda moderna. Ocurre que en muchos casos las personas desaparecen de la casa a primera hora de la mañana, después de la hora punta de producción de vapor (duchas, desayunos...), sin haber ventilado, y dejando las ventanas cerradas y la casa sin calentar. El vapor queda retenido en las habitaciones y, al no ser evacuado por las rendijas de las carpinterías, se absorbe en revestimientos y mobiliario, como queda dicho. Los ocupantes reaparecen a partir del medio día, o más tarde (hacia las 5 de la tarde, por ejemplo), y es entonces cuando se calienta la casa (cada vez más, la calefacción tiende a ser individualizada), pero no siempre se ventila. Incluso en viviendas bien calefactadas, con sistema centralizado, se llegan a producir acumulaciones de vapor en la casa.

Estos dos casos son corregibles siempre que se estudie el régimen de calefacción y ventilación adecuado. Es decir, si el diagnóstico señala una de estas dos causas, la solución consiste en la reconsideración de las condiciones higrotérmicas del local, para conseguir convertirlo en un local **sano**, equilibrando la producción con la ventilación-calefacción.

El problema sería más grave si no se tratara sólo de un defecto del local o vivienda (como queda descrito), sino de un puente térmico en fachada (en algún elemento estructural, en un punto singular, o en la carpintería). Es decir, cuando el problema no está en el recinto, sino en el cerramiento.

En el presente artículo se describe un método que permite hacer el diagnóstico de una condensación que se produce en una vivienda, sobre la carpintería que conforma el mirador del salón. La investigación que se ha llevado a cabo tenía por objeto distinguir si el problema era sólo de las carpinterías, o si la vivienda presentaba un desequilibrio higrotérmico.

DESCRIPCIÓN

Se trata de viviendas de tres dormitorios. Las ventanas son de aluminio lacado. Las condensaciones ocurren sobre la carpintería del mirador del salón, que ocupa prácticamente todo el paño de fachada, en longitud y en altura; no dispone de radiadores en la base. Estos miradores se han construido de forma que semejan un muro cortina que cubre las cuatro plantas del edificio de viviendas.

El salón tiene unos 25 metros cuadrados, y está situado enfrente de la cocina. Los dormitorios, cuyas ventanas tienen un tamaño normal y se encuentran retranqueadas en una jamba de 85 cm (correspondiente al armario empotrado), no presentan problemas de humedad, a pesar de la proximidad de los baños.

La condensación se produce sobre los perfiles. Los cristales son de tipo **climalit**, y no se empañan. El agua forma gotas sobre la perfilera, en tanta cantidad que salpican el suelo, y los ocupantes tienen que poner toallas a los pies del mirador. El problema ocurre en varias de las viviendas, independientemente de la orientación de éstas, y es más acusado en la última planta (figura 1).

INVESTIGACIÓN NECESARIA

La primera pregunta que hemos de plantearnos es si la condensación está revelando una patología de uso del local, o un problema del mirador. Es decir, hay que responder a las siguientes preguntas:

- Si el régimen de utilización de la casa produce un exceso de vapor no evacuado.
- Si falta calefacción.
- Si se trata sólo de una patología localizada en la carpintería (una filtración de lluvia en la carpintería).
- Si el defecto de la carpintería es un puente térmico excesivo.

El método de investigación en condensaciones requiere generalmente una ayuda instrumental, que permitirá la lectura de datos de temperatura y humedad del aire. Los



Figura 1

aparatos utilizados se llaman termohigrómetros, y en este caso se trata de unos pequeños data-logger que almacenan las medidas de temperatura y humedad siguiendo un protocolo de medida que se ha establecido para intervalos de 15 minutos.

La duración de una serie de medidas debe ser de una semana al menos, porque en este ciclo es cuando se desarrollan todas las actividades normales de la vivienda. La selección del lugar de colocación de los aparatos dependerá de la pregunta que se quiera responder con ello. En este caso, se instalaron tres aparatos:

- Uno funciona como estación de **exterior**, y se coloca en la misma fachada que el mirador que se va a estudiar. Debe estar protegido del soleamiento directo y de la lluvia.
- El segundo se ha colocado junto a uno de los perfiles de la carpintería, en el interior, cubierto por una lámina de polietileno que se sella en los bordes. De esta forma se crea una pequeña cámara de aire, que casi no recibe la influencia del aire de la habitación, sino del que pueda penetrar por las rendijas.
- El tercero se ha colocado también en el interior, junto a la misma ventana, pero en contacto con el aire del salón. Será la estación de **interior**, y medirá los valores de temperatura y humedad de éste.

COMPARACIÓN DE TEMPERATURAS EN EL INTERIOR. RIESGO DE CONDENSACIÓN SUPERFICIAL

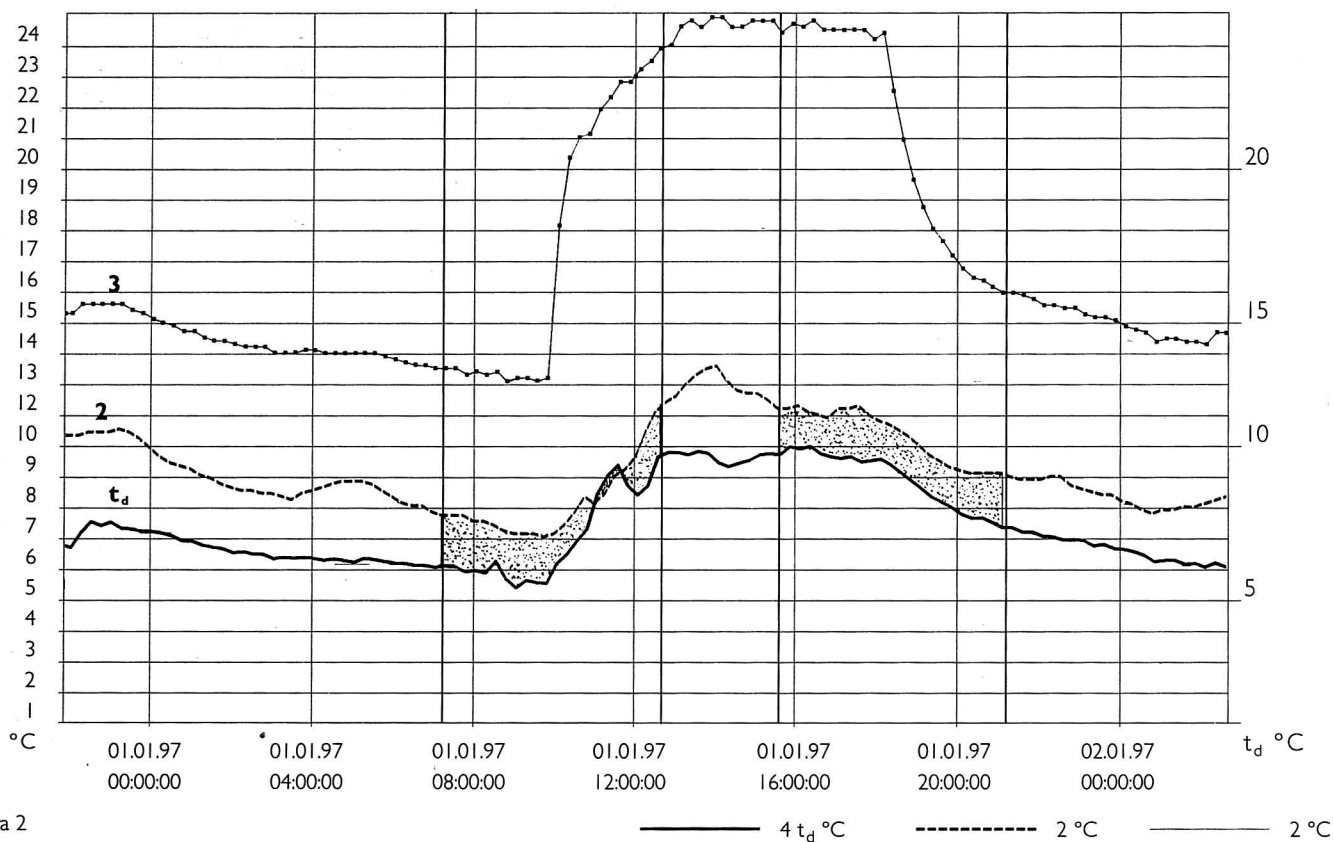


Figura 2

Terminada la semana, se obtienen las lecturas de los tres aparatos, y se convierten los valores de humedad relativa en los de **grado de humedad**². También se calculan otros valores, como la temperatura de rocío, por las razones que más adelante se explican.

A modo de ilustración se presenta un ejemplo de uno de los gráficos obtenidos, y del análisis que se hace de los datos (figura 2).

El gráfico representa la evolución de temperatura en un día determinado. La línea punteada representa los valores de temperatura del aire de la habitación, cerca del mirador. Se puede apreciar que durante la noche los valores oscilan entre 15 °C y 13 °C. A las 10 de la mañana, aproximadamente, se detecta el encendido de la calefacción, que en media hora sitúa la temperatura del aire en torno a 20 °C.

La calefacción sigue encendida, estando el aire a 24 °C hasta las 18 horas, en que se apaga, y se enfría la casa, volviendo las temperaturas a su valor nocturno. Se trata, pues, de una vivienda donde la calefacción es eficaz. (Esto responde a la segunda de las preguntas que se planteaban al diseñar el ensayo).

La segunda línea representa los valores de temperatura registrados en el termohigrómetro 2. Puede observarse

que son mucho más bajos que los del 3, puesto que no está en contacto con el aire de la habitación (es decir, no le influye la lámina superficial de aire en contacto con los paramentos, que viene descrita en la NBE.CT). Esta temperatura viene inducida por las filtraciones de rendijas, y por el gradiente térmico a través de la carpintería, proporcionándonos un valor parecido al que podríamos llamar **superficial** de la perfilería en este punto³. Si con el aparato anterior estábamos midiendo valores próximos a los de la habitación, con éste mediremos valores próximos a los de la superficie de la ventana. Se aprecia también la influencia de la calefacción, pero en menor grado que antes. Los valores oscilan entre 10 °C -9 °C (noche), y los 12 °C (día).

Se puede deducir de la comparación de estas dos líneas, el fuerte gradiente térmico que existe entre la temperatura de la habitación y la de los perfiles de la ventana. Durante la noche, con la calefacción apagada, es ya de casi 5 °C, pero durante el día se alcanzan saltos térmicos de más de 12 °C.

Si ahora observamos la tercera de las líneas dibujadas en la gráfica, ésta representa los valores de la temperatura de rocío del aire de la habitación (t_d). Es decir, el aire del salón, al entrar en contacto con la ventana, condensará



Figura 3

cuando su temperatura sea menor que la de rocío. Esto se refleja en la gráfica en el momento en que la línea gruesa (t_d), está por encima de la línea 2, cosa que se produce de modo seguro en torno a las 11 de la mañana del día observado. En ese momento ocurre la condensación.

Sin embargo, es posible que haya más momentos de riesgo de condensación, porque recordemos que con este método no se mide exactamente la temperatura de la carpintería, sino un valor algo por encima de ésta. Por ello, posiblemente haya condensaciones en el momento en que t_d se aproxime a t_2 . Con este criterio se han señalado en la gráfica, mediante áreas punteadas, lo que se consideran **horas de riesgo**, -que, como se ve, son muchas-.

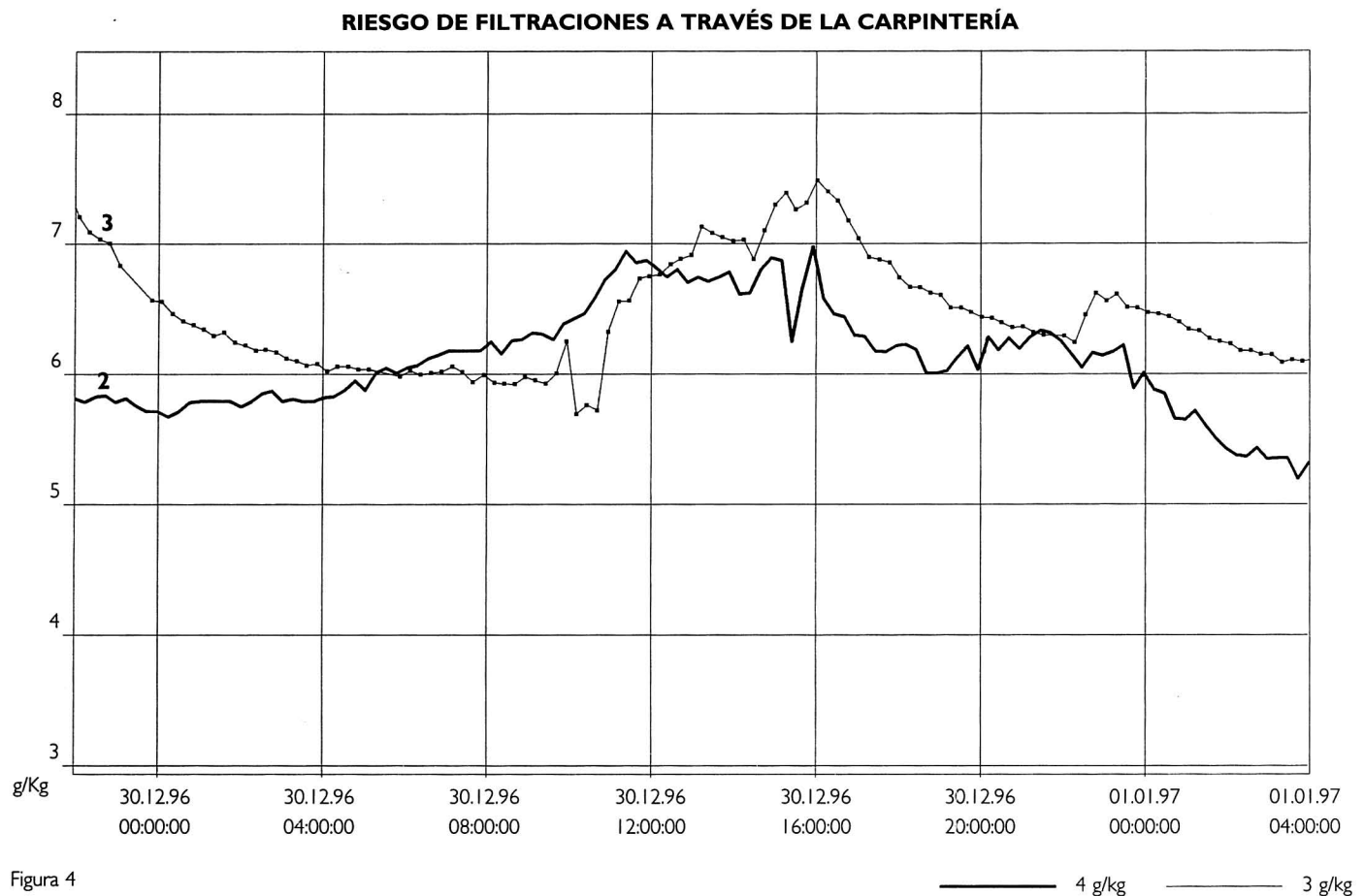
De esta forma se responde a la pregunta cuarta: en efecto, hay un salto térmico excesivo en los perfiles de la ventana. Hubiera sido necesario una rotura del puente térmico, posiblemente porque la superficie de ventana es demasiado grande para un perfil sencillo. Si fuera menor, quedaría más resguardada, y la inercia térmica de los muros en jambas y dinteles **protegería** la carpintería, haciendo que el salto térmico disminuyera. (Esta es, posiblemente, la razón de que la condensación no aparezca en los dormitorios).

Falta responder a las preguntas 1ª y 3ª. Para comprobar si la vivienda tiene un régimen de producción de vapor normal, recurrimos a los gráficos que comparan el grado de humedad medido en el termohigrómetro 1 (línea gruesa) y en el 3 (línea punteada). De esta manera se comparan los valores de humedad del exterior (que son los del aire **normal**, con los del interior, que recibe las aportaciones del uso (figura 3).

Como se ve, durante todo el día hay más humedad dentro que fuera de la habitación (valores de 4,5 a 5,5 g/kg en la calle, y de 7 a 8 g/kg en el interior). A las 10 de la noche se puede observar cómo se ventila, durante unos 15 minutos o media hora, y los valores de humedad del interior descienden bruscamente. Pero en cuanto se cierra la ventana, vuelven a aumentar, manteniéndose constantes durante toda la noche (7 g/kg). Se está detectando una fuente de humedad en el interior de la vivienda.

Esta fuente no parece ser de uso **normal** (cocina, baños...) porque la influencia de éstos es pequeña (se aprecia, por ejemplo, a las 8 de la mañana, a las 2 del medio día... como pequeños picos de producción de vapor).

La fuente de humedad que se está detectando es más constante. Se encontró la causa en una filtración de agua



de cubierta, que producía una gotera en el forjado del salón. Por eso la humedad vuelve a subir una vez que se ha ventilado.

Es decir: se trata de una vivienda de producción normal de vapor. Si no existiera la **gotera**, a pesar de que se ventila poco, no habría una diferencia de humedad tan grande entre el interior y el exterior.

En lo que respecta a posibles filtraciones de agua por las carpinterías, se detectan en el gráficos de la figura 4. En él se representan los valores de humedad en el salón (línea de puntos), y en la **cámara** cerrada (línea gruesa) durante el día 30 XII, en que llovió.

Como se ve, la humedad en la casa se mantiene durante la noche en torno a los 6 g/kg. Cerca de las 10 de la mañana hay un pequeño pico de producción, y seguidamente se ventila un poco. La ventana muestra un comportamiento contrario: la humedad va aumentando durante la noche, con la lluvia.

Este aumento revela que la carpintería recibe una humedad que no afecta a la habitación: debe proceder del exterior. Si varios de los gráficos manifiestan la misma tendencia, se necesitaría hacer un ensayo de permeabilidad a la lluvia.

RESUMEN DE CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN

– La vivienda tiene una producción normal-baja de vapor por uso. Sin embargo, hay filtraciones de agua de cubierta, y esto aumenta la humedad del salón (y consiguientemente, el riesgo de condensación). Es necesario primero reparar los defectos de cubierta. De hecho, se ha detectado que el problema de condensación es mayor en esta última planta que en pisos intermedios.

– La ventilación es pequeña, pero sería suficiente dada la poca producción de vapor. El régimen de calefacción es también adecuado.

– En la carpintería se produce un puente térmico importante, dada la gran superficie de ventana del salón, y su situación expuesta (el mirador sobresale de la fachada). Este es el factor causante de las condensaciones. Para este mirador hubiera sido más adecuado un tipo de perfil con interrupción del puente térmico. El problema no se produce en las ventanas de los dormitorios porque son más pequeñas, y además quedan muy resguardadas por el retranqueo en las jambas, y la inercia térmica de los muros.

– Se sospechan filtraciones de agua en la carpintería, que conviene estudiar, porque pueden incidir también en la patología.

POSIBLES SOLUCIONES

Una vez reparadas las filtraciones de cubierta y las de la carpintería, la solución del mirador sólo puede ir por la vía de calentar los perfiles. Si la calefacción se mantuviera encendida en un régimen más estable, podría hacerse una ampliación de la instalación llevando un radiador a la parte baja del ventanal. Sin embargo, si la utilización de la calefacción es esporádica, no sería suficiente esta medida (más aún teniendo en cuenta que las horas más frías son las de la noche, que no suelen coincidir con las de calentamiento de la casa).

Esta medida se puede completar con el relleno de los perfiles por inyección de aislante térmico. Esta solución no corta el puente térmico del perfil, pero aumenta su inercia térmica y minora las pérdidas por radiación, así que si se combina con el calentamiento, puede ser eficaz.

De todas formas, una solución completa es difícil, porque el puente térmico es muy grande. Se está estudiando un posible aislamiento térmico exterior de los montantes de los miradores. Un aislamiento por el interior no sirve, porque la condensación seguiría produciéndose, y el agua acabaría apareciendo por algún lado.

CONCLUSIONES

El comportamiento higrotérmico de un ventanal es una cuestión que requiere cierta atención a la hora del diseño. En el presente caso, el diseño conceptual correspondía al de un muro cortina, y se debería haber resuelto mediante perfiles con interrupción de puente térmico. No suele describirse la relación entre la superficie de ventanas y su inercia térmica, pero parece que es un dato significativo, sobre todo en situaciones expuestas como la presente.

Asimismo, es importante el papel que juegan los radiadores bajo las ventanas, cuando éstas quedan expuestas. La cortina de aire caliente que establecen, reduce el enfriamiento de la superficie de ventana.

Queda expuesto aquí un ejemplo que sirve para mostrar la necesidad de cierta investigación, en el caso de diagnóstico de humedades de condensación. Se puede comprobar que, para descubrir la interferencia de factores que producen una determinada patología, se necesita la ayuda instrumental de los termohigrómetros, y cierta capacidad de análisis de los valores obtenidos.

NOTAS

1. PUEDE CONSULTARSE UNA CLASIFICACIÓN GENERAL DE LAS MISMAS EN EL ARTÍCULO *HUMEDADES DE CONDENSACIÓN EN VIVIENDAS*, PUBLICADO EN EL BOLETÍN DE ASEMAS, Nº 11, SEPT-OCT 1996.

2. SE DENOMINA **GRADO DE HUMEDAD** A LA CANTIDAD DE AGUA (EN GRAMOS) POR kg DE AIRE. ES UN VALOR ABSOLUTO, QUE PERMITE ESTABLECER COMPARACIONES ENTRE UNA MASA DE AIRE Y OTRA. ESTAS COMPARACIONES NO SON POSIBLES CON LA HUMEDAD RELATIVA, PORQUE, COMO ES BIEN SABIDO, ÉSTA VARÍA CON LA TEMPERATURA.

3. ES PRÁCTICAMENTE IMPOSIBLE MEDIR CON EXACTITUD LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DE LA CARPINTERÍA, PERO SE PUEDE DECIR QUE ES ALGO INFERIOR QUE LOS VALORES QUE SE OBTIENEN CON ESTE SISTEMA.

GARANTIA DE CALIDAD EN CONSTRUCCION

LABORATORIO DE EDIFICACION ACREDITADO OFICIALMENTE

Desde 1966 al servicio del Sector de la Construcción en colaboración con:

- Instituciones
- Promotores
- Direcciones Facultativas
- Constructores
- Fabricantes
- Usuarios



REALIZACION DE :

- Certificados de ensayos de conformidad a normas nacionales e internacionales.
- Control, seguimiento y asesoramiento de calidad de fabricación de material y ejecución de elementos constructivos.
- Informes técnicos.
- Trabajos de investigación para empresas.

HORMIGONES

- Ensayos de control de:
 - Hormigones
 - Cementos
 - Adiciones
 - Aridos
 - Aguas
 - Aditivos
 - Aceros para armaduras
- Estudio de dosificaciones de hormigón
- Hormigones de características especiales

SUELOS

Ensayos de Mecánica del suelo:
Clasificación de suelos - Plasticidad - Compresión simple - Consolidación (Edómetro) - Resistencia al corte - Proctor - C.B.R - Permeabilidad - Grado de compactación «in situ» (Placa de Carga)

OTROS MATERIALES DE CONSTRUCCION

- Cerámicos:
Ladrillo - Tejas - Revestimientos cerámicos...
- Derivados del cemento:
Terrazos - Baldosas hidráulicas - Bloques - Tuberías...
- Morteros
- Yesos y derivados
- Cales y derivados

ENSAYOS ESPECIALES

- Estructuras:
Viguetas - Forjados - Pruebas de Carga...
Ensayos no destructivos:
 - Esclerómetro
 - Ultrasonido
- Patología de la Construcción



LABORATORIO DE EDIFICACION

Instituto Científico y Tecnológico de Navarra, S.A.