

# CUADERNOS INTEMAC

## **Juntas en construcciones de hormigón**

### **Joints in concrete constructions**

**J. Calavera Ruiz**  
Dr. Ingeniero de Caminos

**E. González Valle**  
Dr. Ingeniero de Caminos



**INTEMAC**

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

**N.º 14**  
**2.º TRIMESTRE '94**

# INTEMAC



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

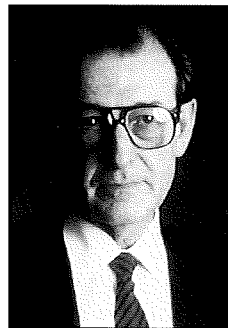
Aire  
Agua  
Ruido

AUDITORIA MEDIOAMBIENTAL

ASESORAMIENTO EN MATERIA DE MEDIO AMBIENTE

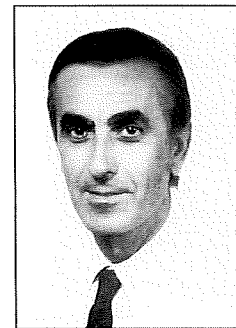
# **JUNTAS EN CONSTRUCCIONES DE HORMIGON**

## **JOINTS IN CONCRETE CONSTRUCTIONS**



**J. Calavera Ruiz**  
Dr. Ingeniero de Caminos  
Presidente de INTEMAC

Dr. Civil Engineer  
President of INTEMAC



**E. González Valle**  
Dr. Ingeniero de Caminos  
Director General de INTEMAC

Dr. Civil Engineer  
Managing Director of INTEMAC

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.

ISSN 1133-9365

Depósito legal: M-19.963-1994  
Torreangulo Arte Gráfico, S. A. - Batalla de Belchite, 19

## INDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. DEFORMACIONES TERMOHIGROMÉTRICAS Y POR RETRACCIÓN DEL HORMIGÓN
  - 2.1 DEFORMACIONES TÉRMICAS A CORTA EDAD
  - 2.2 DEFORMACIONES DEBIDAS A LA RETRACCIÓN
  - 2.3 DEFORMACIONES TÉRMICAS ESTACIONALES
  - 2.4 DEFORMACIONES POR CAMBIOS ESTACIONALES DE HUMEDAD
3. CUANTÍAS MÍNIMAS
4. DIFERENTES TIPOS DE JUNTAS
  - 4.1 JUNTAS DE TRABAJO
  - 4.2 JUNTAS DE CONTRACCIÓN
  - 4.3 JUNTAS DE DILATACIÓN
  - 4.4 JUNTAS DE ASIENTO
5. JUNTAS PARA DIFERENTES TIPOS DE CONSTRUCCIONES
  - 5.1 MUROS DE CONTENCIÓN
  - 5.2 MUROS DE SÓTANOS Y APARCAMIENTOS
  - 5.3 PAVIMENTOS Y SOLERAS
  - 5.4 DEPÓSITOS PARA LÍQUIDOS Y PISCINAS
  - 5.5 ESTRUCTURAS DE EDIFICACIÓN EN GENERAL

## INDEX

1. INTRODUCTION
2. THERMOHYGROMETRIC AND SHRINKAGE DEFORMATIONS OF CONCRETE
  - 2.1 SHORT TERM THERMAL DEFORMATIONS
  - 2.2 DEFORMATIONS DUE TO SHRINKAGE
  - 2.3 SEASONAL THERMAL DEFORMATIONS
  - 2.4 DEFORMATIONS DUE TO SEASONAL HUMIDITY VARIATIONS
3. MINIMUM STEEL RATIO
4. DIFFERENT TYPES OF JOINTS
  - 4.1 CONSTRUCTION JOINTS
  - 4.2 CONTRACTION JOINTS
  - 4.3 EXPANSION JOINTS
  - 4.4 SETTLEMENT JOINTS
5. JOINTS FOR DIFFERENT TYPES OF CONSTRUCTIONS
  - 5.1 RETAINING WALLS
  - 5.2 BASEMENT WALLS AND UNDERGROUND CAR PARKWALLS
  - 5.3 PAVEMENTS AND FLOORS
  - 5.4 LIQUID TANKS AND POOLS
  - 5.5 GENERAL BUILDING STRUCTURES

## ABSTRACT

*The subject of joints in concrete structures is of vital importance to its quality and especially to its durability. Information on the subject is scarce and sparse and the standards of different countries only treat them in a superficial way.*

*In this work the authors make a general analysis of the different types of joints for different classes of reinforced concrete constructions, and indicate aspects of execution together with the corresponding construction details.*

## 1. INTRODUCTION

Joints play a vital role in both the design and execution of a concrete construction and in its subsequent service and durability.

There are four basic types of joints

- a) construction joints*
- b) contraction joints*
- c) expansion joints*
- d) settlement joints*

In section 4 we will make a detailed analysis of the necessity and function of each type of joint together with their corresponding design, execution and maintenance recommendations.

This report covers general Construction but does not include two specific types of construction:

- Dams
- Concrete roads

For reasons of space and scope, these two types of construction will be dealt with in subsequent INTEMAC publications (\*). However, we should point out that the subject of joints in both of these constructions requires urgent revision, especially with regards to construction and contraction joints. In the case of dams very few of the recent or not so recent technical advances which have been employed in other fields, have been applied to dams. With regards to roads, the diversity of characteristics of modern day cements makes standarization necessary for the layout of joints, which are more complex than those employed in normal practice, and especially so in hot climates.

## 2. THERMOHYGROMETRIC DEFORMATIONS AND SHRINKAGE OF CONCRETE

While the behaviour of concrete with respect to dimensional variations, particularly at certain ages, is extremely complex, for the purposes of this report we will only consider the following deformations.

---

(\*) We are currently investigating dam joints at our Institute.

## RESUMEN

*El tema de las juntas en las estructuras de hormigón es de esencial importancia en su calidad y, muy especialmente, en su durabilidad. La documentación sobre este asunto es escasa y dispersa y las propias normas de los diferentes países lo tratan solo de forma superficial.*

*Los autores realizan en este trabajo un análisis general de los distintos tipos de juntas para diferentes clases de construcciones de hormigón armado, exponiendo tanto los aspectos de su ejecución como los correspondientes detalles constructivos.*

## 1. INTRODUCCIÓN

Las juntas constituyen un aspecto de acusada importancia en el proyecto y ejecución de las construcciones de hormigón, así como en su posterior funcionamiento y durabilidad.

Esencialmente existen cuatro tipos de juntas:

- a) Juntas de trabajo
- b) Juntas de contracción
- c) Juntas de dilatación
- d) Juntas de asiento

En el apartado 4 analizaremos en detalle, para cada tipo de ellas, el origen de su necesidad, su función, y las recomendaciones de proyecto, ejecución y, en su caso, mantenimiento.

Este trabajo cubre el campo general de la Construcción, pero deja fuera dos tipos concretos de construcciones:

- Las presas
- Los firmes de hormigón para carreteras

Estos dos tipos de construcciones serán objeto de futuras publicaciones de INTEMAC (\*), ya que por su extensión no cabe su tratamiento en este trabajo. Bueno es señalar que ambas construcciones requieren revisiones urgentes en lo que al tema de juntas, en especial de trabajo y contracción, se refiere. En lo referente al caso de presas no se han incorporado a la práctica muchos avances técnicos, algunos recientes y otros no tan recientes, que han pasado en cambio a ser utilizados en otros campos; por lo que se refiere a carreteras, la diversidad de características de los cementos actuales requiere reglas para la disposición de juntas más complejas que las del uso habitual, especialmente en climas cálidos.

## 2. DEFORMACIONES TERMOHIGROMÉTRICAS DEL HORMIGÓN

Aunque el comportamiento del hormigón en cuanto a variaciones dimensionales, especialmente a ciertas edades, sea extremadamente complejo, a los efectos prácticos de lo que aquí nos ocupa basta considerar las que se indican a continuación.

---

(\*) Sobre el tema de juntas en presas se está realizando una investigación en nuestro Instituto.

## 2.1 SHORT TERM THERMAL DEFORMATION

These are principally caused by the heat of cement hydration. Fig. 1 shows two typical graphs of temperature changes in fresh concrete and the daily evolution of ambient temperatures in standard climates. The maximum concrete temperature is normally reached between 24 and 48 hours after pouring. The value increases with the cement content, the speed of hardening and the reactivity of the cement used, the local

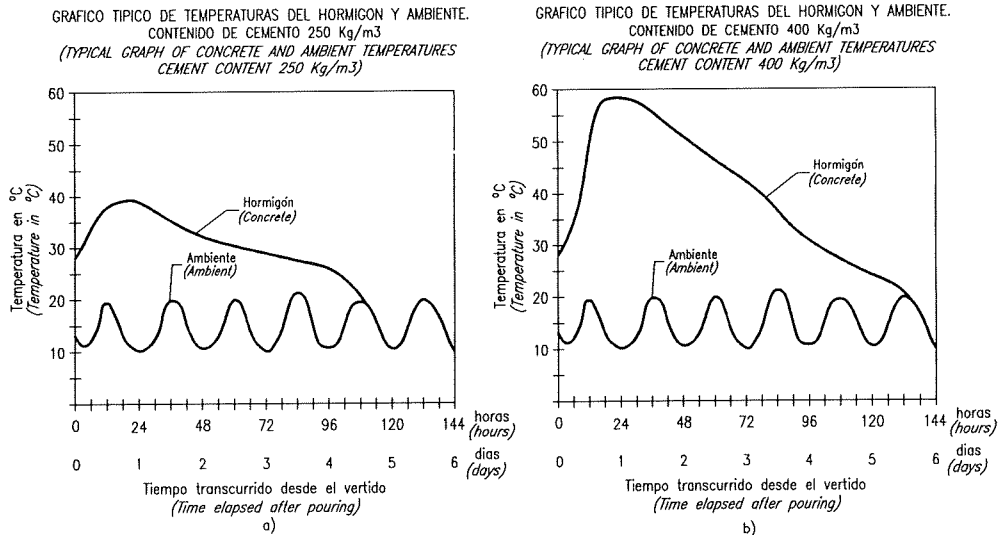


Fig.- 1

temperature, the thickness of the concrete member and the type of formwork employed (1).

After the fifth or sixth day, the member reaches the same temperature as that of its ambient as a result of heat dissipation through the surface of the member.

The maximum temperature difference between the concrete and the local temperature is referred to as the *thermal jump*.

Fig. 2 offers guidelines taken from (1) and (2) for slabs with different types of formwork and cement content, for normal hardening cements. These may be adapted to slow hardening cements by reducing the thermal jump by 2 to 3°C and to quick hardening cements by increasing the same by 4 to 5°C. The type of formwork is seen to be of vital importance.

## 2.2 DEFORMATION DUE TO SHRINKAGE (\*)

### a) Deformations at temperature $T = 20^{\circ}\text{C}$

The total shortening as a result of shrinkage, for  $T = 20^{\circ}\text{C}$ , may be calculated from the formula:

$$\epsilon_{c,ret}(t, t_p) = \epsilon_{cr,0} \cdot \beta_r(t - t_p) \quad [1]$$

where:

$\epsilon_{cr,0}$	=	Base shrinkage ratio
$\beta_r(t - t_p)$	=	Ratio of shrinkage development to time
$t$	=	Age of concrete when shrinkage is calculated
$t_p$	=	Age when shrinkage begins. (Normally $t_p \approx 1$ day, as standard curing at local temperature does not noticeably affect the shrinkage value)

From [1] we obtain:

$$\epsilon_{cr,0} = \epsilon_r(f_{cm}) \cdot \beta_{HR} \quad [2]$$

(\*) The following summary is taken from J. CALAVERA and L. GARCÍA DUTARI (3).



## 2.1 DEFORMACIONES TÉRMICAS A CORTA EDAD

Están producidas fundamentalmente por el calor de hidratación del cemento. En la Fig. 1 se indican dos gráficos típicos de evolución de la temperatura del hormigón a corta edad y de la evolución diaria de la temperatura ambiente para climas medios. La máxima temperatura del hormigón suele alcanzarse entre las 24 y 48 horas a partir de su puesta en obra. Su valor crece con el contenido de cemento, con la rapidez de endurecimiento y la reactividad del cemento empleado, con la temperatura ambiente, con el espesor de la pieza de hormigón y también con el tipo de encofrado que se emplee (1).

A partir del quinto o sexto día, la disipación de calor a través de la superficie de la pieza le permite igualar su temperatura a la del ambiente.

Llamaremos *salto térmico* a la máxima diferencia de temperaturas entre el hormigón y el ambiente.

La Fig. 2 proporciona información de carácter orientativo tomada de (1) y (2), para losas con diversos tipos de encofrado y contenidos de cemento, para el caso de cementos de velocidad de endurecimiento normal. Puede aceptarse que para cementos de endurecimiento lento el salto térmico se reduce de 2 a 3°C y para los de endurecimiento rápido se incrementa entre 4 y 5°C. Como puede verse el tipo de encofrado es de elevada importancia.

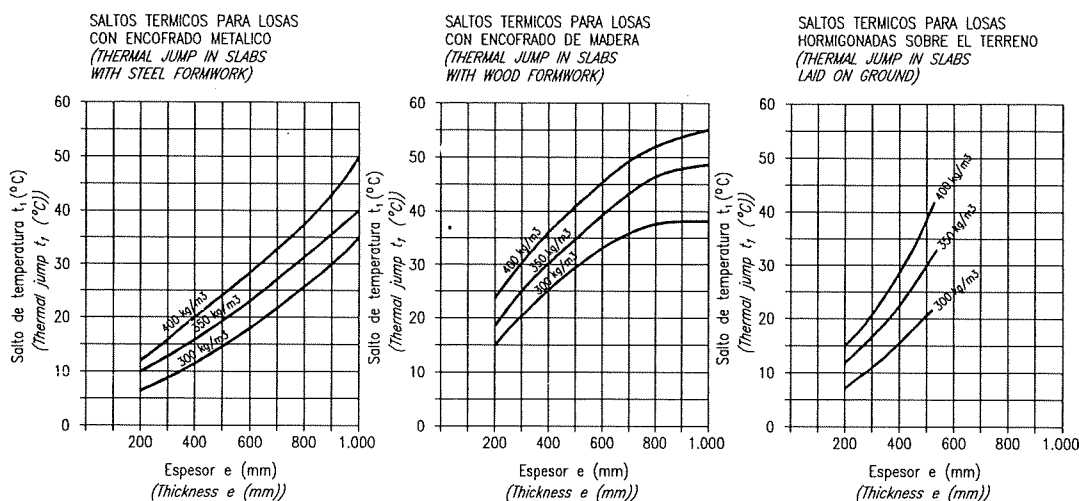


Fig. 2

## 2.2 DEFORMACIONES DEBIDAS A LA RETRACCIÓN (\*)

a) Deformaciones a temperatura  $T = 20^{\circ}\text{C}$

El acortamiento total por retracción, para  $T = 20^{\circ}\text{C}$ , puede estimarse a partir de la expresión:

$$\epsilon_{\text{ret}}(t, t_p) = \epsilon_{\text{cr},0} \cdot \beta_r (t - t_p) \quad [1]$$

donde:

- $\epsilon_{\text{cr},0}$  = Coeficiente base de retracción.
- $\beta_r (t - t_p)$  = Coeficiente de desarrollo de la retracción con el tiempo.
- $t$  = Edad del hormigón en el momento para el que se calcula la retracción.
- $t_p$  = Edad a la que comienza la retracción. (Normalmente  $t_p \approx 1$  día, pues los curados de tipo habitual a temperatura ambiente no afectan apreciablemente al valor de la retracción).

En [1] se tiene:

$$\epsilon_{\text{cr},0} = \epsilon_r (f_{\text{cm}}) \cdot \beta_{\text{HR}} \quad [2]$$

donde:

$$\epsilon_r (f_{\text{cm}}) = \left[ 160 + 10 \beta_{\text{rc}} \left( 9 - \frac{f_{\text{cm}}}{100} \right) \right] \cdot 10^{-6} \quad [3]$$

(\*) El resumen que sigue está tomado de J. CALAVERA y L. GARCÍA DUTARI (3).

where:

$$\epsilon_r (f_{cm}) = \left[ 160 + 10 \beta_{rc} \left( 9 - \frac{f_{cm}}{100} \right) \right] \cdot 10^{-6} \quad [3]$$

$f_{cm}$  = Average concrete strength in  $\text{kp/cm}_2$  under standard conditions, at 28 days.  
 $\beta_{rc}$  = Coefficient depending on cement type  
 $\beta_{rc}$  = 4 for slow hardening cements  
 $\beta_{rc}$  = 5 for normal or fast hardening cements  
 $\beta_{rc}$  = 8 for fast setting and high strength cements

$$\beta_{RH} = -1,55 \left[ 1 - \left( \frac{RH}{100} \right)^3 \right] \quad \text{for } 40\% \leq RH < 99\% \quad [4]$$

0,25 for  $RH \geq 99\%$   
 where RH is the relative local humidity as a %

$\beta_r (t - t_r)$  is given by the formula

$$\beta_r (t - t_r) = \left[ \frac{(t - t_r)}{0.035 h^2 + t - t_r} \right]^{0.5} \quad [5]$$

where h is the fictitious thickness in mm.

#### b) Shrinkage correction for temperatures other than 20°C

If the temperature during the development of shrinkage is other than 20°C, the effect may be estimated by the following formula:

$$\alpha_{rT} = 0.0350 [h]^2 e^{-0.06(T-20)} \quad [6]$$

where T is given in °C and h in mm.

The coefficient  $\alpha_{rT}$  replaces the term  $0.035 h^2$  in formula [5]. The influence in  $\epsilon_r(f_{cm})$  is then obtained by substituting  $\beta_{RH}$  in [2] by

$$\beta_{RH,T} = \beta_{RH} \cdot \beta_{rT} \quad [7]$$

where  $\beta_{RH}$  is as given in [4] and  $\beta_{rT}$  is given by

$$\beta_{rT} = 1 + \left( \frac{8}{103 - RH} \right) \left( \frac{T - 20}{40} \right) \quad [8]$$

where RH = relative humidity as % and T as °C.

From [6] one can calculate  $\beta_r (t-t_r)$  and therefore [1] and from [8], we can calculate [2].

In most practical cases shrinkage deformation is negligible at early ages. By way of example, at five days of age with a relative humidity of 50% and  $T \approx 20^\circ\text{C}$ , in a 40 mm. thick wall, with  $t_1 = 1$  day and  $h \approx 40$  mm.

$$\epsilon_{c,ret} (5 - 1) = 17,5 \times 10^{-6}$$

Under the same conditions, shrinkage at 70 years of age (practically the age of stabilization) is around  $0.52 \times 10^{-3}$ . *That is to say that even in dry atmospheric conditions, shrinkage at early ages ( $t = 5$  days) does not reach 5% of the predicted total.*

### 2.3 SEASONAL THERMAL DEFORMATION

These are produced throughout a construction's life. In practice they are strongly influenced in accordance with whether the concrete is exposed to the atmosphere or protected by non structural construction elements. The most representative value is normally the maximum difference of average daily temperatures over a given period.

### 2.4 DEFORMATION DUE TO SEASONAL HUMIDITY VARIATIONS

An increase in the humidity of concrete (an extreme but fairly common case in many works) may then reach saturation leading to the expansion of the same.

An approximate estimate of the degree of these deformations would be 50% of that of shrinkage shortening given in 2.2.

### 3. MINIMUM STEEL RATIO

Minimum steel ratios should be established in reinforced concrete structures, generally as a result of the following three factors:

$f_{cm}$  = Resistencia media del hormigón en  $\text{kp/cm}^2$  en condiciones normalizadas, a 28 días.  
 $\beta_{t,c}$  = Coeficiente dependiente del tipo de cemento.  
 $\beta_{t,c}$  = 4 para cementos de endurecimiento lento.  
 $\beta_{t,c}$  = 5 para cementos de endurecimiento normal o rápido.  
 $\beta_{t,c}$  = 8 para cementos de endurecimiento rápido y alta resistencia.

$$\beta_{HR} = -1,55 \left[ 1 - \left( \frac{HR}{100} \right)^3 \right] \quad \text{para } 40\% \leq HR < 99\%$$

0,25 para  $HR \geq 99\%$   
siendo HR la humedad relativa ambiente en %.

[4]

$\beta_r(t - t_r)$  viene dada por la expresión

$$\beta_r(t - t_r) = \left[ \frac{(t - t_r)}{0,035 h^2 + t - t_r} \right]^{0,5}$$
[5]

donde h es el espesor ficticio en mm.

#### b) Corrección de la retracción para temperaturas diferentes de 20°C

Si la temperatura durante el desarrollo de la retracción es diferente de 20°C, su efecto sobre ella puede ser estimado mediante la expresión:

$$\alpha_{rT} = 0,0350 [h]^2 e^{-0,06(T-20)}$$
[6]

donde T viene en °C y h en mm.

El coeficiente  $\alpha_{rT}$  reemplaza al término  $0,035 h^2$  en la expresión [5]. Al mismo tiempo la influencia en  $\epsilon_r(f_{cm})$ , se obtiene sustituyendo  $\beta_{HR}$  en [2], por

$$\beta_{HR,T} = \beta_{HR} \cdot \beta_{rT}$$
[7]

donde  $\beta_{HR}$  se expuso en [4] y  $\beta_{rT}$  viene dada por

$$\beta_{rT} = 1 + \left( \frac{8}{103 - HR} \right) \left( \frac{T - 20}{40} \right)$$
[8]

siendo HR = humedad relativa en % y T en °C.

Con [6] se calcula  $\beta_r(t - t_r)$  y con ello [1] y con [8], [2].

Las deformaciones de retracción a edades cortas son despreciables en la mayoría de los casos prácticos. A título de ejemplo, para cinco días de edad con una humedad relativa del 50% y  $T \approx 20^\circ\text{C}$ , en un muro de 40 mm. de espesor, resulta, con  $t_1 = 1$  día y  $h \approx 40$  m.

$$\epsilon_{c,ret}(5 - 1) = 17,5 \times 10^{-6}$$

En las mismas condiciones, la retracción a 70 años de edad (prácticamente su edad de estabilización) es del orden de  $0,51 \times 10^{-3}$ . Es decir, aun en condiciones de ambiente seco, la retracción a edades cortas ( $t = 5$  días) no llega al 5% de la total previsible.

### 2.3 DEFORMACIONES TÉRMICAS ESTACIONALES

Son las producidas a lo largo de la vida de la construcción. En la práctica pueden estar fuertemente influidas por el hecho de que el hormigón esté expuesto al ambiente o protegido por elementos constructivos no estructurales. El valor más representativo suele ser la diferencia máxima, en el período considerado, entre temperaturas medias diarias.

### 2.4 DEFORMACIONES POR CAMBIOS ESTACIONALES DE HUMEDAD

El incremento de humedad del hormigón que, como caso extremo pero frecuente en bastantes obras, puede alcanzar la saturación, causa una expansión del mismo.

Una estimación aproximada del valor de estas deformaciones es el del 50% de las del acortamiento de retracción expuesto en 2.2.

## 3. CUANTÍAS MÍNIMAS

La necesidad de establecer cuantías mínimas en las construcciones de hormigón armado surge, en general, de tres conceptos diferentes:

- To avoid brittle failure in a member, that is to say without a certain degree of warning by cracking.
- To guarantee minimum ductility.
- To control cracking due to thermohygro-metric deformation and restricted shrinkage, either by avoiding the appearance of cracks or by maintaining the width below specific limits.

This last aspect is the subject of this report and the first condition has to be:

$$A_s \cdot f_{yk} \geq A_o \cdot f_{ckt,j} \quad [9]$$

or rather

$$q_{min} = \frac{f_{ckt,j}}{f_{yk}} \quad [10]$$

where:

$A_s$	=	Area of reinforcement
$f_{yk}$	=	Characteristic elastic limit of steel
$A_o$	=	Sectional area of concrete
$f_{ckt,j}$	=	Pure tensile strength of the concrete at early ages (normally 3 days and with a 95% reliability level if not exceeded).
$q$	=	geometrical ratio of reinforcement

The strength  $f_{ckt,j}$  at early ages must be carefully evaluated. This evaluation should be carried out with a view to the concrete and particularly the cement actually employed, by in-situ tests. One valid method is that of indirect determination by the Brazilian test. In this case

$$f_{ckt,j} = 0,85 f_{ckt,k}^b \quad [11]$$

where  $f_{ckt,k}^b$  is the average tensile strength in the Brazilian test. The test specimens should be cured under the same conditions of humidity and temperature as those of the concrete on site. The application of the EH-91 formula has been proved to be invalid by J.FERNANDEZ GOMEZ (4), this being.

$$f_{ckt} = 0,45 \sqrt[3]{f_{ck}^2} \quad [12]$$

where  $f_{ck}$  is the compressive strength as this formula is only valid for ages of 28 days or over. In accordance with the investigations given in (4), the relationship between tensile and compressive strength at early ages depends on the type of cement and for which the following expressions may be taken:

Portland Cement (High Strength)	$f_{ck,t} = 0,26 f_{ck}^{0,77}$	[13]
Portland Cement (Medium Strength)	$f_{ck,t} = 0,07 f_{ck}^{1,03}$	[14]
Portland Cement with Slag (Medium Strength)	$f_{ck,t} = 0,18 f_{ck}^{0,75}$	[15]
Portland Cement with Puzzolanas (Medium Strength)	$f_{ck,t} = 0,06 f_{ck}^{1,07}$	[16]

By way of example, for a cement type II-S (addition of slag and category 35), where the compressive strength at 3 days is 95 kp/cm<sup>2</sup> [15] this gives:

$$f_{ck,t} = 0,18 \times 95^{0,75} = 8,6 \text{ kp/cm}^2$$

In accordance with [10] with AEH 400 steel

$$q_{min} = \frac{8,6}{4100} = 2 \text{ ‰}$$

In addition to condition [10], one should know the amount necessary to give a suitable width of cracking in accordance with atmospheric and thermohygro-metric conditions.

The predicted shortening, in accordance with section 2, corresponds to the thermal variation:

$$\Delta T = T_1 + T_2 \quad [17]$$

where:

$T_1$  is the thermal jump given in 2.1, in °C  
 $T_2$  is the seasonal thermal variation in °C

If the dimensional variation is restricted, the value  $\Delta T$  will have a restricted deformation

$$\epsilon_t = k \alpha [T_1 + T_2] \quad [18]$$

where  $\alpha$  is the coefficient of thermal expansion of the concrete which can be taken as  $10 \times 10^{-6}$ . The coefficient  $k$  considers the reduction of deformation due to effects of creep at early ages and the bonding that occurs at this early stage. It is usually taken that  $k = 0.5$  and therefore:

$$\epsilon_t = 5 [T_1 + T_2] \times 10^{-6} \quad [19]$$

- Evitar que la pieza presente una rotura frágil, es decir sin un cierto aviso producido por la fisuración.
- Garantizar una mínima ductilidad.
- Controlar la fisuración debida a las deformaciones termohigrométricas y de retracción coartadas, bien evitando la aparición de fisuras, bien manteniendo su ancho por debajo de límites determinados.

En relación con este último aspecto, que es el analizado en este trabajo, una primera condición ha de ser por tanto

$$A_s \cdot f_{yk} \geq A_o \cdot f_{ckt,j} \quad [9]$$

o bien

$$q_{min} = \frac{f_{ckt,j}}{f_{yk}} \quad [10]$$

donde:

$A_o$	=	Área de armadura
$f_{yk}$	=	Límite elástico característico del acero
$A_c$	=	Área de la sección de hormigón
$f_{ckt,i}$	=	Resistencia a tracción pura del hormigón a corta edad (Generalmente 3 días y correspondiente a un nivel de fiabilidad del 95% de no ser rebasada).
$q$	=	Cuantía geométrica de armadura

La resistencia  $f_{ckt,i}$  a corta edad debe ser evaluada cuidadosamente. Su evaluación debe ser realizada a la vista del hormigón y sobre todo del cemento realmente empleados, mediante ensayos en obra. Un método válido es el de su determinación indirecta mediante el ensayo brasileño. En ese caso

$$f_{ckt,i} = 0,85 f_{ckt,k}^b \quad [11]$$

donde  $f_{ckt,i}^b$  es la resistencia a tracción medida en el ensayo brasileño. Las probetas de ensayo deben curarse en las mismas condiciones de humedad y temperatura que el hormigón de la obra. No es en cambio válido, según demostró J. FERNÁNDEZ GÓMEZ (4), aplicar la fórmula de la EH-91.

$$f_{ckt} = 0,45 \sqrt[3]{f_{ck}^2} \quad [12]$$

donde  $f_{ck}$  es la resistencia a compresión ya que esta fórmula sólo es válida para edades de 28 días o superiores. De acuerdo con los estudios expuestos en (1), las relaciones a corta edad entre resistencia a tracción y compresión dependen del tipo de cemento y, como órdenes de magnitud, pueden tomarse las expresiones siguientes:

Cemento Portland (Alta Resistencia)	$f_{ck,t} = 0,26 f_{ck}^{0,77}$	[13]
Cemento Portland (Resistencia Media)	$f_{ck,t} = 0,07 f_{ck}^{1,03}$	[14]
Cemento Portland con Escoria (Resistencia Media)	$f_{ck,t} = 0,18 f_{ck}^{0,75}$	[15]
Cemento Portland con Puzolana (Resistencia Media)	$f_{ck,t} = 0,06 f_{ck}^{1,07}$	[16]

A título de ejemplo, para un cemento tipo II-S (adición de escorias y categoría 35), si la resistencia a compresión a 3 días es de 95 kp/cm<sup>2</sup> [15] conduce a:

$$f_{ck,t} = 0,18 \times 95^{0,85} = 8,6 \text{ kp/cm}^2$$

De acuerdo con [10] si el acero es AEH 400

$$q_{min} = \frac{8,6}{4100} = 2 \text{ ‰}$$

Además de la condición [10], es interesante conocer la cuantía necesaria para que el ancho de fisura se considere aceptable en función del ambiente y de las condiciones termohigrométricas. El acortamiento previsible, de acuerdo con el apartado 2, correspondería a una variación térmica:

$$\Delta T = T_1 + T_2 \quad [17]$$

donde:

$T_1$  es el salto térmico expuesto en 2.1, en °C  
 $T_2$  es la variación térmica estacional, en °C

A este valor  $\Delta T$ , si la variación dimensional está coartada, le corresponde una deformación coartada

$$\epsilon_t = k \alpha [T_1 + T_2] \quad [18]$$

donde  $\alpha$  es el coeficiente de dilatación térmica del hormigón que puede tomarse igual a  $10 \times 10^{-6}$ . El coeficiente  $k$  tiene en cuenta la reducción de la deformación debida a los efectos de la fluencia a corta edad y la formación de adherencia a esa edad temprana. Se acepta usualmente  $k = 0,5$  con lo que se obtiene:

$$\epsilon_t = 5 [T_1 + T_2] \times 10^{-6} \quad [19]$$

Las deformaciones de retracción y de la variación de humedad  $\epsilon_r$  y  $\epsilon_h$  se suman a las anteriores, con lo que

$$\epsilon = \epsilon_t + \epsilon_r + \epsilon_h \quad [20]$$

The shrinkage deformation and the humidity variation  $\epsilon_i$  and  $\epsilon_h$  are added to the above, and therefore

$$\epsilon = \epsilon_i + \epsilon_r + \epsilon_h \quad [20]$$

We have seen that  $\epsilon_i + \epsilon_h$  for under five days of age is normally negligible, and therefore we can take:

$$\epsilon = 5 [T_1 + T_2] \times 10^{-6} \quad [21]$$

as the formula for total deformation.

In our opinion the most suitable formula for the calculation of necessary geometrical amounts regarding acceptable widths of crack is that given by the British Standard BS 8007 (for deformed bars): (\*)

$$q_{min} = \frac{1,7 [T_1 + T_2] \times 10^{-6}}{W} \phi \geq \frac{f_{ct,i}}{f_{yk}} \quad [22]$$

where  $\phi$  is the diameter in mm. and W the acceptable width of crack in mm.  
If we take, for example, a 400 mm. wall, with  $T_1 = 30^\circ\text{C}$  and  $T_2 = 10^\circ\text{C}$ , if  $W = 0,2$  mm., with  $F_{ct,i} = 8,6$  kp/cm<sup>2</sup> and  $f_{yk} = 4100$  kp/cm<sup>2</sup>, and using  $\phi = 12$  mm., [22] then:


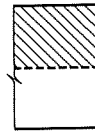
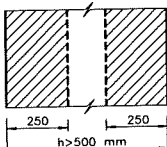

$$q_{min} = \frac{1,7 (30+40) \times 10^{-6}}{0,2} \times 12 = 0,004$$

and therefore superior to the minimum [10]

$$q_{min} = \frac{8,6}{4100} = 0,002$$

Therefore per m. of height  $A_s = 0,004 \times 40 \times 100 = 16\text{cm}^2 \approx \varnothing 16$  to 25cm in each face.  
In the case of very thick walls and floor slabs, Standard (1) limits the value of the concrete area  $A_c$ , to be considered in the calculation of minimum ratios, by that given in Table 1.

TABLA 1  
(TABLE 1)  
ESPESOR EFECTIVO DE LA SECCION  
(EFFECTIVE SECTIONAL THICKNESS)

MUROS Y LOSAS (WALLS & SLABS)	ESPESOR EFECTIVO (EFFECTIVE THICKNESS) (mm)	LOSAS SOBRE EL TERRENO (SLABS ON GROUND)	ESPESOR REAL (REAL THICKNESS) (mm)	ESPESOR EFECTIVO (EFFECTIVE THICKNESS) (mm) (ZONA RAYADA, EXCLUSIVAMENTE) (HATCHED AREA ONLY)
	h			h/2
	500		<300 < h ≤ 500	$h_1 = \frac{h}{2}$ $h_2 = 100$
			h > 500	$h_1 = 250$ $h_2 = 100$

#### 4. DIFFERENT TYPES OF JOINTS

The types of joints required in a building may generally be grouped as follows:

##### 4.1 CONSTRUCTION JOINTS

Construction joints normally arise when work is interrupted or at the end of the working day.

(\*) The said standard, for the British climate recommends taking  $T_1$  at no less than  $20^\circ\text{C}$  for walls and  $15^\circ\text{C}$  for slabs.

Como hemos visto,  $\epsilon_1 + \epsilon_2$ , para el caso de edades inferiores a cinco días suelen ser despreciables, con lo que adoptamos:

$$\epsilon = 5 [T_1 + T_2] \times 10^{-6} \quad [21]$$

como fórmula para la deformación total.

A nuestro juicio la fórmula más adecuada para el cálculo de la cuantía geométrica necesaria en función del ancho de fisura admisible es la dada por la Norma Inglesa BS 8007 (1) (para barras corrugadas): (\*)

$$q_{\min} = \frac{1,7 [T_1 + T_2] \times 10^{-6}}{w} \phi \geq \frac{f_{akt,j}}{f_{yk}} \quad [22]$$

donde  $\phi$  es el diámetro en milímetros y  $w$  el ancho de fisura admisible, también en mm.

Suponiendo, por ejemplo, un muro de 400 mm., con  $T_1 = 30^\circ\text{C}$  y  $T_2 = 10^\circ\text{C}$ , si se admite  $w = 0,2$  mm. con  $f_{akt,j} = 8,6$  kp/cm<sup>2</sup> y  $f_{yk} = 4100$  kp/cm<sup>2</sup>, y empleamos  $\phi = 12$  mm., [22] conduce a:

$$q_{\min} = \frac{1,7 (30+40) \times 10^{-6}}{0,2} \times 12 = 0,004$$

luego es superior al mínimo [10]

$$q_{\min} = \frac{8,6}{4100} = 0,002$$

Por tanto por m. de altura  $A_s = 0,004 \times 40 \times 100 = 16$  cm<sup>2</sup>  $\approx \phi$  16 a 25 cm. en cada cara.

La Norma (1) limita el valor del área de hormigón  $A_{cr}$ , en el caso de muros y losas de gran espesor, a tener en cuenta para el cálculo de la cuantía mínima de acuerdo con lo que se resume en la Tabla 1.

#### 4. DIFERENTES TIPOS DE JUNTAS

En general los tipos de juntas necesarios en un edificio pueden agruparse de acuerdo con lo siguiente.

##### 4.1 JUNTAS DE TRABAJO

Son aquellas que resultan necesarias por las interrupciones o finalización de la jornada de trabajo.

##### 4.2 JUNTAS DE CONTRACCIÓN

Son las que resultan necesarias para permitir, en parte suficiente, la contracción del hormigón y evitar o al menos controlar la fisuración debida a la contracción coartada. Como se vio en 3, las componentes fundamentales de la contracción, a estos efectos, son las deformaciones térmicas a corta edad (salto térmico), visto en 2.1 y las deformaciones térmicas estacionales, vistas en 2.3. Los problemas de contracción son tanto más serios cuanto mayor es el volumen de la pieza y mayor es su relación superficie/volumen.

##### 4.3 JUNTAS DE DILATACIÓN

Las variaciones de temperatura ocasionan cambios dimensionales, tanto en la estructura como en el resto de los componentes de la construcción, de forma que ésta se comporta como un objeto dinámico.

El proyectista se ve obligado a disponer juntas de dilatación que permitan la contracción y la expansión de la estructura y reduzcan los esfuerzos que dichos movimientos, siempre parcialmente impedidos, introducen en ella. El hecho de que los métodos actuales de cálculo permitan calcular las construcciones con mayor precisión que en otros tiempos conduce, en definitiva, a estructuras más afinadas y ello hace que muchas reglas empíricas sobre el tema de las juntas de dilatación no resulten ya válidas y sea necesario un análisis más racional del tema. A esto se suma el que gran parte de nuestra experiencia se refiere a construcciones antiguas, que engloban un número reducido de materiales que además tenían un comportamiento térmico relativamente homogéneo, mientras que el proyectista actual interconecta sus estructuras con muchos materiales de comportamientos térmicos que, con frecuencia, son muy diferentes.

##### 4.4 JUNTAS DE ASIENTO

###### 4.4.1 CONCEPTOS GENERALES

Las juntas de asiento tienen como misión permitir asientos diferentes de dos zonas de una construcción. Son por tanto juntas que afectan a la totalidad del edificio, *incluida la cimentación*. Como un ejemplo, en la Fig. 3 se representa en sección y planta un edificio compuesto de una torre de gran altura y pequeña superficie en planta, rodeada en su zona baja de un área edificada en una gran extensión, pero con poca altura. Los asientos previsibles en las dos zonas de alturas

---

(\*) Dicha norma, para el clima británico, recomienda no tomar  $T_1$  menor de  $20^\circ\text{C}$  para muros y  $15^\circ\text{C}$  para losas.

## 4.2 CONTRACTION JOINTS

These are the joints required to permit an adequate contraction of the concrete thereby avoiding, or at least controlling, cracking due to restricted contraction. As we have already seen in section 3, the basic components of contraction, to this effect, are thermal deformations at early ages (thermal jump), seen in 2.1 and the seasonal thermal deformations, seen in 2.3. Contraction problems become greater in proportion to the volume of the member and its surface/volume ratio.

## 4.3 EXPANSION JOINTS

Temperature variations cause dimensional changes in both the structure and in all other building components, making this behave like a dynamic object.

The designer is forced to place expansion joints which allow the contraction and expansion of the structure and which reduce the stresses which these partially impeded movements create. Modern design methods enable a more precise form of construction design than ever before, and this eventually leads to more refined structures and as such many of the empirical rules on expansion joints are no longer valid and a more rational analysis of the subject is now required. In addition to all this, a large part of our experience is based on old fashioned constructions which include a reduced number of materials, and these materials have a relatively homogeneous thermal behaviour. In contrast, today's designer has to deal with structures made up of many materials which frequently have very different thermal characteristics.

## 4.4 SETTLEMENT JOINTS

### 4.4.1. GENERAL CONCEPTS

These joints are made to enable different settlement in two areas of the construction. They, therefore, affect the whole of the building, *including the foundations*. By way of example, Fig. 3 shows the section and plan of a very tall tower with reduced floor space, surrounded at its base by a large built-up complex of little height. The predicted settlement in the two very different areas of construction will also be very different and will require a settlement joint to make both parts of the building independent.

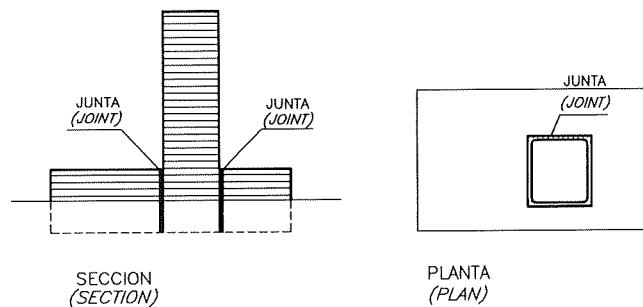


Fig.— 3

### 4.4.2 POSITION OF THE JOINTS

In the absence of a special study into each specific case, the settlement joints should be placed in the following cases:

- To separate areas of the structure with very different heights.
- To separate areas of the structure with foundations on different types of soils.
- To separate areas of the structure with foundations at very different levels.

A settlement joint must obviously coincide with an expansion joint, which, in this case, will also affect the foundation. One should bear in mind that settlement joints always require a careful geotechnical study in order to prevent the adverse influence of one area over an adjoining area. In some cases it may be preferable not to use them and to design, instead, a foundation which will resist the imposed stresses.

## 5. JOINTS FOR DIFFERENT TYPES OF CONSTRUCTION

In section 4 we indicated different types of joints for general use. We will now describe the joints necessary for specific types of construction.

### 5.1 RETAINING WALLS

a) CONSTRUCTION JOINTS (\*). In retaining walls, as we will see later on, the construction joints have to coincide with the contraction or the expansion joints, and, therefore, no specific construction joints exist. If for any reason, these were necessary, then obviously one could select a suitable type from the contraction joints given below.

---

(\*) The construction joints in the foundation are made in the same way as in beams, in accordance with that given in 5.5



tan diferentes habrán de ser también muy distintos y ello requiere una junta de asiento independizando ambas partes del edificio.

#### 4.4.2 POSICIÓN DE LAS JUNTAS

Salvo un estudio especial de la situación planteada, deben disponerse juntas de asiento en los siguientes casos:

- Para separar zonas del edificio de alturas muy diferentes.
- Para separar zonas del edificio cimentadas en suelos de diferentes características.
- Para separar zonas del edificio cimentadas a profundidades muy diferentes.

Por supuesto, una junta de asiento puede coincidir con una junta de dilatación que, en este caso, ha de afectar también a la cimentación.

Debe tenerse en cuenta que las juntas de asiento requieren siempre un estudio cuidadoso desde el punto de vista geotécnico para evitar que la influencia de una zona sobre la contigua perturbe a esta segunda. En ciertos casos, puede ser preferible no usarlas y proyectar en cambio el cimiento para resistir los esfuerzos que ello origine.

### 5. JUNTAS PARA DIFERENTES TIPOS DE CONSTRUCCIONES

En el apartado 4 se han planteado de forma general los diferentes tipos de juntas. A continuación se detallan las correspondientes a tipos específicos de construcciones.

#### 5.1 MUROS DE CONTENCIÓN

a) **JUNTAS DE TRABAJO (\*)**. Por lo que veremos más adelante, en los muros de contención las juntas de trabajo se hacen coincidir con las de contracción o con las de dilatación, por lo que no existen juntas de trabajo específicas. Por supuesto, si por alguna causa particular fueran necesarias, puede elegirse el tipo adecuado entre las de contracción que más adelante se exponen.

Sí existen, en cambio, las juntas horizontales, cuya distancia en vertical viene condicionada por la capacidad de hormigonado y por la resistencia de los encofrados a la presión del hormigón fresco. En la Fig. 4 se indica una disposición de encofrado con algunos detalles que permiten obtener una superficie sin resaltos ni rebabas, importante en cualquier caso e imprescindible en caso de hormigón visto (4).

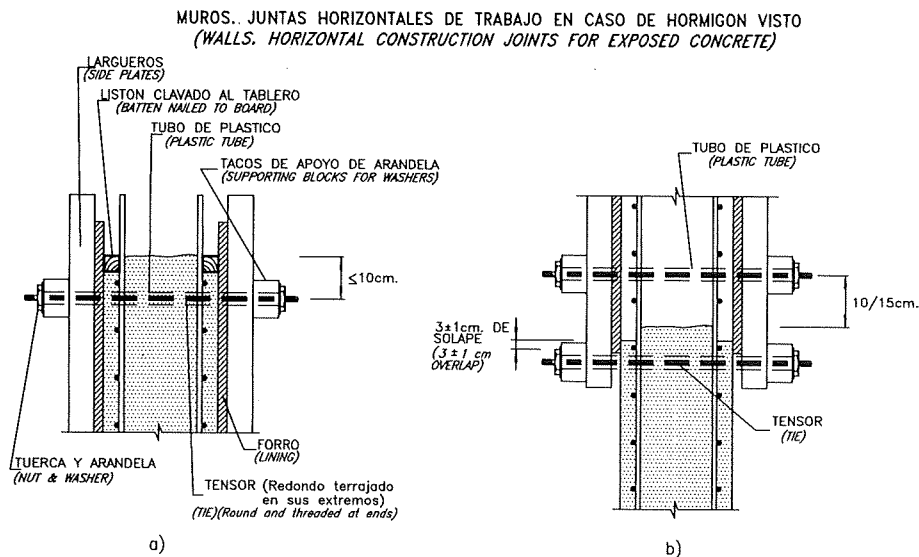


Fig.- 4

Al no existir coacción a la contracción vertical del hormigón, no es necesario ningún tiempo de apertura de este tipo de juntas.

b) **JUNTAS DE CONTRACCIÓN (\*\*)**. No son necesarias juntas horizontales, pues como se ha dicho la contracción en dirección vertical no está coartada.

(\*) Las juntas de trabajo en el cimiento, se realizan como en vigas, de acuerdo con lo que se expone en 5.5.

(\*\*) Las juntas de contracción en cimientos, se realizan como en vigas, de acuerdo con lo expuesto en 5.5.

However, horizontal construction joints do exist and the vertical separation is affected by the concreting capacity and by the formwork's resistance to the pressure of the fresh concrete. Fig. 4 shows the arrangement of formwork with certain details that ensure a smooth and even surface, which, while always important, is essential in exposed concrete (4).

MUROS. TIPOS DE JUNTAS VERTICALES DE CONTRACCION  
(WALLS. VERTICAL CONTRACTION JOINTS)

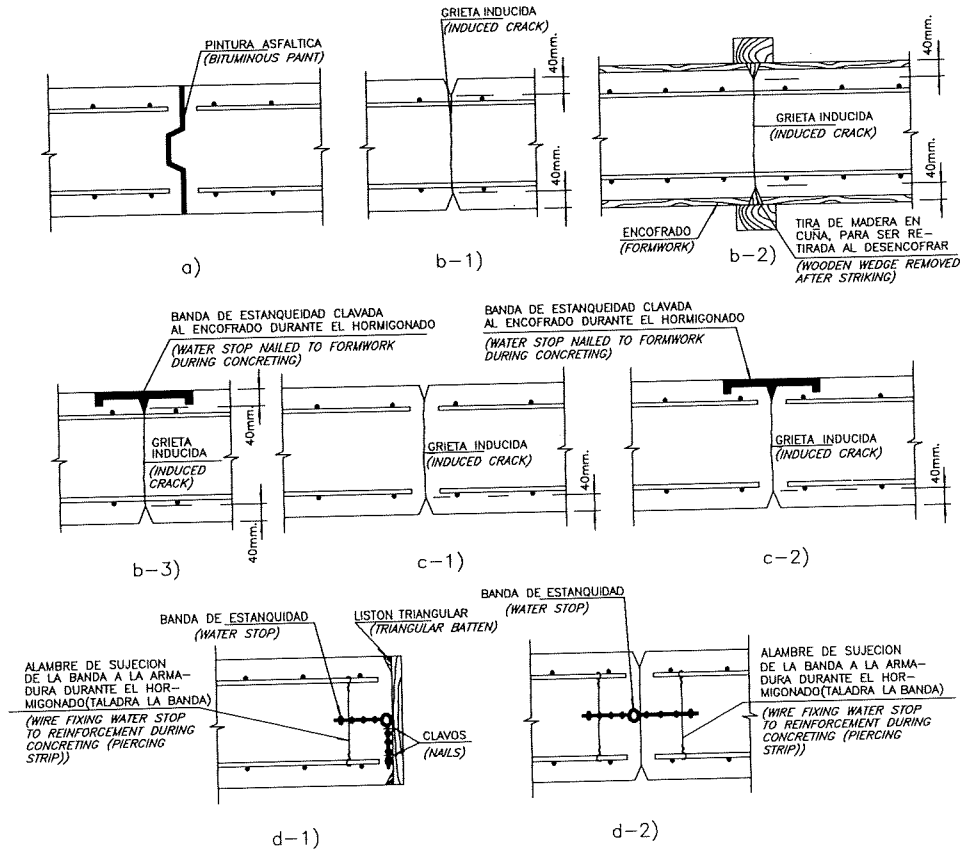


Fig.- 5

As there is no coercion to the vertical contraction of concrete it is not necessary to spend anytime on this type of joint.

b) **CONTRACTION JOINTS**. Horizontal contraction joints are not necessary, as the contraction, as we have already mentioned, is not impeded in a vertical direction. Vertical contraction joints are, on the other hand, essential and various types of this joint can be seen in Fig. 5.

- Solution a) is the simplest. It allows the transmission of forces from one wall part to the next, which is important when there are different load pressures in one area and another. It will have an average watertightness if the wall is concreted in summer and a reduced watertightness if it is concreted in winter (\*).
- Solution b-1) (construction details given in b-2)), offers a certain cross-sectional strength due to the continuation of the reinforcement, but its watertightness is very low. The horizontal reinforcement should be protected against corrosion (by paint, resin, etc.) a certain length each side of the crack.
- Solution b-3) is identical to b-1) from a structural point of view. However, it is fully watertight and does not cause corrosion problems in the reinforcement.

According to the waterstop selected, one should take special care to ensure that its watertightness is not impaired when it is nailed to the formwork. Care should be taken when vibrating the concrete especially in the area around the water stop.

(\*) Water penetration from the back of the wall may be more or less serious according to the wall type, and will always affect its appearance.

Son en cambio esenciales las juntas verticales de contracción, existiendo diversas variantes que se indican en la Fig. 5.

- La solución a) es la más simple. Permite transmisión de acciones de un paño de alzado al contiguo, lo cual es interesante ante empujes desiguales de unas zonas a otras. Su garantía de estanquidad es mediana si el muro se hormigona en verano y reducida si se hormigona en invierno (\*).
- La solución b-1) (cuya ejecución se detalla en b-2)), al presentar continuidad de la armadura supone una cierta capacidad resistente transversal pero su garantía de impermeabilidad es muy baja. Debe considerarse la necesidad de proteger la armadura horizontal contra la corrosión (pintura, resina, etc.) en una cierta longitud a cada lado de la grieta.
- La solución b-3) es, desde el punto de vista estructural, idéntica a la b-1). En cambio, proporciona una estanquidad completa y no crea problemas de corrosión de la armadura.

De acuerdo con el tipo de banda de estanquidad elegido, debe prestarse especial atención a que su clavado al encofrado no perjudique a su estanquidad. El vibrado del hormigón debe cuidarse especialmente en la zona próxima a la banda.

- La solución c-1) es equivalente a la b-1) pero sin capacidad de resistencia transversal. Su garantía de estanquidad es nula.
- La solución c-2), presenta respecto a c-1) una completa garantía de estanquidad.
- La solución d-2), cuyo proceso de ejecución se indica en d-1), es equivalente a la c-2).

Todas las juntas con grieta inducida se prestan a moldeado de líneas en la superficie que presentan interés estético.

Sea cual sea el tipo de junta de contracción elegido, su separación máxima se rige por las indicaciones de la tabla 2, tomada de la referencia (6).

TABLA 2  
(TABLE 2)

MUROS. JUNTAS VERTICALES DE CONTRACCION EN ALZADOS  
(WALLS. VERTICAL CONTRACTION JOINTS)

ALTURA DEL MURO (WALL HEIGHT)	DISTANCIA RECOMENDADA ENTRE JUNTAS VERTICALES DE CONTRACCION (RECOMMENDED DISTANCE BETWEEN VERTICAL CONTRACTION JOINTS)
$H \leq 2,40$ m.	3 H
$2,40 < H \leq 3,60$ m.	2 H
$H > 3,60$ m.	H (*)

(\*) La distancia máxima no debe rebasar 7,50 m.  
(\*) (The maximum distance should not exceed 7,50 m.)

Con los tipos de junta indicados no es necesario mantener ningún período de interrupción del hormigonado en la dirección horizontal de desarrollo del muro, y la progresión de la obra viene condicionada únicamente por la capacidad del hormigonado.

c) JUNTAS DE DILATACIÓN. Como norma general no deben distanciarse más de 20 m. Afectan únicamente al alzado del muro y no a su cimiento (\*\*).

Aparte de lo anterior deben disponerse en los cambios de dirección en planta si el relleno queda en la parte

(\*) Las infiltraciones de agua procedentes del trasdós tienen ciertamente muy distinta gravedad según el tipo de muro, pero en cualquier caso afectan a su calidad estética.

(\*\*) Si fuera previsible que el cimiento hubiera de permanecer períodos muy superiores a los usuales sin ser cubierto por el relleno, las juntas de dilatación deberían extenderse también al cimiento.

- Solution c-1) is similar to b-1) but without this latter's transversal strength. It offers no protection against water penetration.
- Solution c-2), on the other hand, offers complete watertightness.
- Solution d-2) is equivalent to c-2) and the construction process is that of d-1).

All the joints with induced cracks allow the moulding of surface lines which is aesthetically important. The maximum joint separation, regardless of the type of contraction joint selected, is governed by that given in table 2, taken from reference (6).

With the aforementioned types of joints it is not necessary to interrupt the concreting process in the horizontal direction of the wall, and work progress is only conditioned by the concreting capacity.

MUROS. JUNTAS DE DILATACION  
(WALLS. EXPANSION JOINTS)

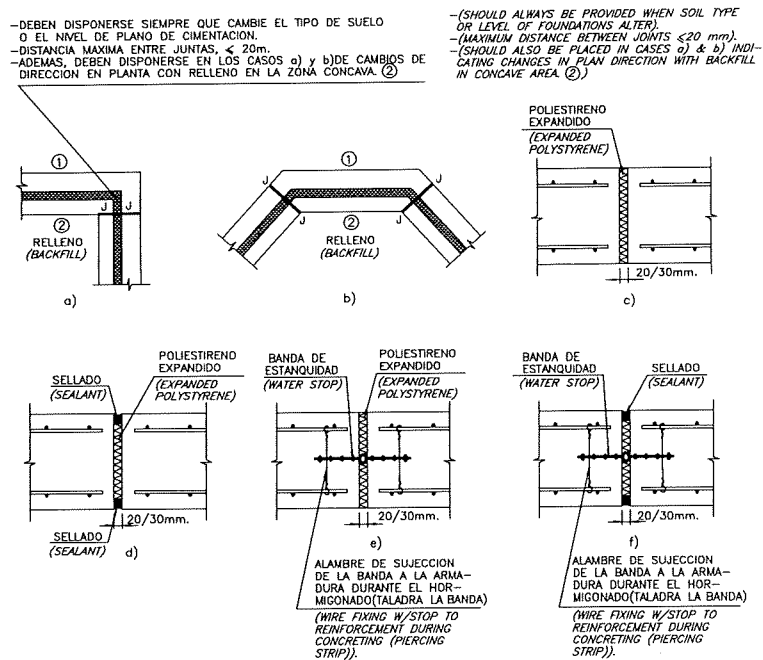


Fig.- 6

c) EXPANSION JOINTS. As a general rule these should not be further than 20 m. apart. They only affect the stem of the wall and not the foundations (\*).

Furthermore, they should be placed where there is a change in plan direction if the backfill lies in the concave part of the wall (\*\*) (Fig 6a) and b)). They should also be placed if there is a change in the height of the wall, or in the foundation soil type or in the level of the foundations. In these last cases it is advisable that they also affect the foundations.

The simplest type is c). The backfill material is placed against the first concreted area. In solution d) the backfill is removed and sealants are placed. There are many different sealant materials today and these come in colours which may contrast with the concrete and become an important aesthetical element.

Types e) and f) derive from c) and d) but include a waterstop and therefore offer greater watertightness than type d) and require less maintenance (See the process indicated in figs. 5 d-1) and 5 d-2) for the placing of waterstops).

Special attention should be paid to the filling material. All of these, including polystyrene, transfer stresses. If the only forces in the direction of the wall are those produced by temperature and the 20 m. maximum distance between expansion joints is observed, then experience shows that it is not necessary to remove the said material (\*\*\*). On touching some of these materials with our fingers one may get the false sensation that they are easily

(\*) If the foundations have to remain uncovered by the backfill for very long periods, the expansion joints should also extend to the foundations themselves.  
 (\*\*) Otherwise torsion and tension will be transferred from one area to another.  
 (\*\*\*) They are necessary to place the sealing runs.

cóncava (\*) (Fig. 6 a) y b)). También si hay cambio en la altura del muro, en el tipo de suelo de cimentación o en el nivel del plano de cimentación. En estos últimos casos conviene que afecten también al cimientto.

El tipo más simple es el c). El material de relleno se pega a la zona primeramente hormigonada. La solución d) es una variante en la que se retira el relleno y se disponen sellados. Los materiales de sellado son hoy múltiples y se fabrican en colores que pueden contrastar con el del hormigón y jugar un papel estético apreciable.

Los tipos e) y f) son derivados de los c) y d) pero llevan banda de estanquidad y tienen por tanto garantía en este sentido mayor que el tipo d) y con menor mantenimiento. (Para la colocación de las bandas, véase el procedimiento indicado en las Figs. 5 d-1) y 5 d-2)).

Debe hacerse una observación especial respecto al material de relleno. Todos, incluso el poliestireno, transmiten esfuerzos. Si el muro no tiene otras fuerzas en su dirección que las derivadas de la temperatura, y se respeta la distancia máxima entre juntas de dilatación de 20 m., la experiencia indica que no es necesario retirar dicho material (\*\*). Se debe estar advertido contra la falsa sensación de gran deformabilidad a la presión de los dedos que presentan algunos materiales, pues si bien ello indica un bajo módulo de deformación, en el caso de juntas las tensiones se aplican a grandes superficies con lo que las fuerzas totales transmitidas pueden ser más importantes de lo que una falsa intuición puede indicar.

Las juntas en el cimientto no necesitan sellado. La banda de estanquidad, si existe, debe penetrar 50 cm. en el cimientto.

d) JUNTAS DE ASIENTO. En este tipo particular de estructuras la necesidad de juntas de asiento aparece cuando se producen cambios importantes en la altura del muro, en la clase de suelo de cimentación o en el nivel del plano de cimentación. En todos estos casos las juntas son idénticas a las expuestas en c) y deben afectar al alzado y al cimientto. Las juntas en el cimientto no necesitan sellado.

## 5.2 MUROS DE SÓTANOS Y APARCAMIENTOS

Presentan algunas particularidades respecto a las correspondientes a muros de contención, expuestas en 5.1.

a) JUNTAS DE TRABAJO Y CONTRACCIÓN. Como estos muros aparte de una función de contención, desempeñan otra como viga de cimentación, generalmente de gran canto, su continuidad estructural en la dirección longitudinal del muro es esencial.

Las juntas de trabajo se hacen coincidir con las de contracción, pero los tipos utilizables son exclusivamente los b-1) y b-3) de la Fig. 5 y mejor el indicado en la Fig. 7, que contiene las indicaciones necesarias para su ejecución. La longitud  $L_1$  es la de solape de las armaduras horizontales de diámetro  $\phi_1$ . El "metal desplegado" puede sustituirse por una malla

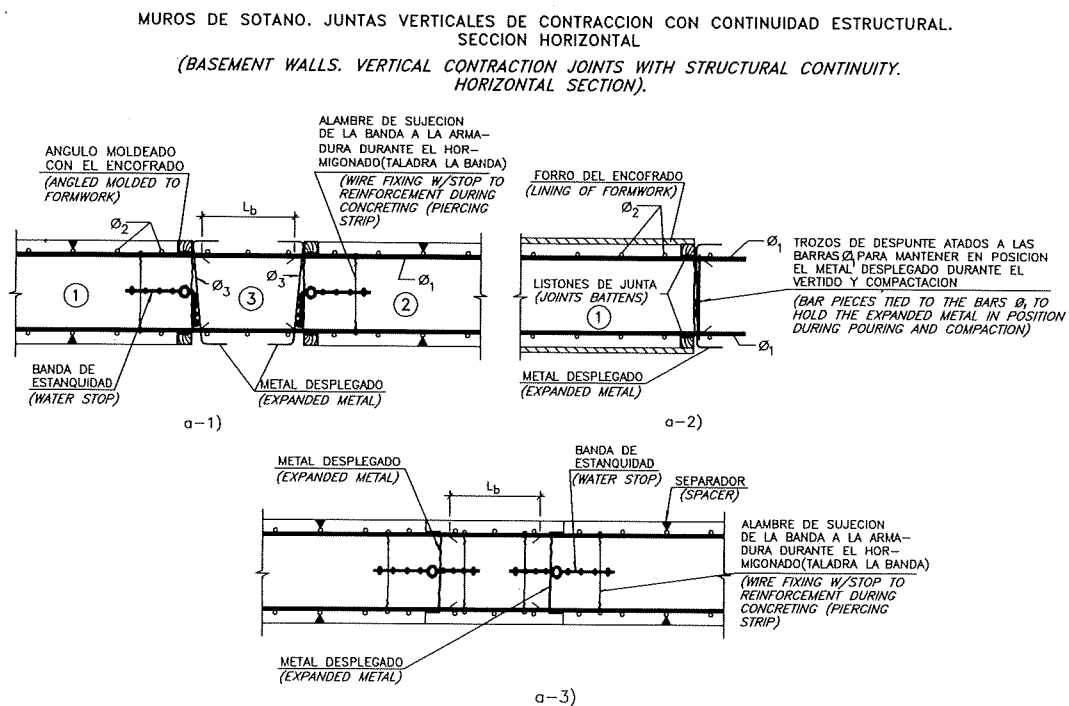


Fig.- 7

(\*) En otro caso se transmiten torsiones y tracciones de una zona a otra.

(\*\*) Su existencia es necesaria para depositar los cordones de sellado.

deformable, and while they may indeed have a low elastic modulus ratio, in the case of joints the stresses apply to large surfaces and as such the total force transmitted may be much greater than we may imagine by simple intuition.

The joints in the foundations do not have to be sealed. If there is a water stop this should penetrate the foundation by 50 cm.

d) **SETTLEMENT JOINTS.** Settlement joints are necessary in this particular type of structure, when there are important changes in the height of the wall, in the type of foundation soil or in the level of the foundation plan. In all these cases the joints are identical to those given in c) and should affect both stem and foundation. The foundation joints do not require sealing.

## 5.2 BASEMENT WALLS AND CAR PARKS

These have certain additional peculiarities with respect to retaining walls, as described in 5.1.

a) **CONSTRUCTION AND CONTRACTION JOINTS.** These walls, apart from acting as retaining walls, also serve as foundation beams, generally of great depth, and as such their longitudinal structural continuity is of utmost importance.

Construction joints are made to coincide with the contraction joints, but only types b-1) and b-3) , shown in Fig. 5, may be used though the best is that of Figure 7 which shows another possible type of joint, and indicates the necessary construction details. The length  $L_1$  is that of the overlap of the  $\varnothing_1$  diameter horizontal reinforcement. The expanded metal may be substituted by a galvanized steel mat with a mesh no wider than 20 mm. which is stiffened by  $\varnothing_3$  fixing bars.

This system offers structural continuity and excellent watertightness, but forces the concreting to be carried out first in areas "1" and "2" of the stem and then in "3", after two days in winter and three in summer. The batten used to shape the joint is similar to that shown in Fig. 4.

b) **EXPANSION JOINTS.** These are not commonly used as in many cases the possible temperature changes are only moderate and they are therefore unnecessary. If they are employed they should be the same as those given for retaining walls.

c) **SETTLEMENT JOINTS.** These are also infrequently employed and are in any case identical to those given for retaining walls.

## 5.3 PAVEMENTS AND FLOORS

The correct performance of pavements and floors are very closely linked to the design, construction and maintenance of the joints.

Figure 8 shows the three types of joints usually required in pavements.

a) **PAVEMENT BORDER JOINTS.** The pavement has to be able to expand without any restriction other than its inevitable friction with the subbase. Even this should be reduced as much as possible by ensuring that the upper surface of the subbase is compacted flat and the surface closed and often a polyethylene sheet is placed to further assist sliding(\*\*).

However, this alone is not enough. It is necessary that the different parts of the building, such as walls, columns, etc., are separated from the pavement by joints which are strictly speaking expansion joints, but which we will call *pavement border joints*, and refer to *expansion joints* purely as those separating different areas of the pavement. Fig. 9 shows a pavement border joint with a wall. Note that it is necessary to place at least a subbase (or even a compacted bed) between the lower face of the pavement and the upper face of the foundations. If this is not done it will create a rigid support to the pavement at edge A of the foundations, and almost certainly cause cracking in the pavement.

It is an error to eliminate this joint and to butt the extreme edge of the pavement against the wall (concreting against it). The idea that in this way the wall will be supported on the pavement and as thereby assuring against sliding is almost always false as, except in very rare cases, the friction between the base of the footings and the ground is sufficient for this particular function. (See reference (6) for a detailed study). If this is not enough, the equilibrium of the same must be obtained by other methods, but not by supporting the pavement against the wall, as this will prevent any expansion of the pavement, and subject it to cycles of compression which will end up destroying it (\*\*).

---

(\*) The so called "platform" solution, consisting of substituting the subbase by a layer of gravel with no or very little sand, is a totally inadequate solution, as well as being impossible to compact.

(\*\*) If objects which are sensitive to humidity are stored on the pavement it is recommendable to place a vapour barrier.

(\*\*\*) This may be ignored in those basements which are not likely to experience notable changes in temperature

de acero galvanizado de luz no superior a 20 mm. que se rigidiza con despuntes  $\phi_3$ . Este sistema presenta una continuidad estructural y una estanquidad excelentes pero obliga a hormigonar primero las zonas ① y ② del alzado y después la ③, transcurridos dos días en invierno y tres en verano. El empleo del listón para perfilar la junta es análogo al indicado en la Fig. 4.

b) JUNTAS DE DILATACIÓN. Son de empleo poco frecuente, pues en muchos casos los cambios de temperatura previsible son moderados y no resultan necesarias. En todo caso sus disposiciones son idénticas a las expuestas para los muros de contención.

c) JUNTAS DE ASIENTO. También son de empleo reducido y en cualquier caso idénticas a las expuestas para muros de contención.

### 5.3 PAVIMENTOS Y SOLERAS

El buen funcionamiento de pavimentos y soleras está fuertemente ligado al proyecto, la ejecución y el mantenimiento de las juntas.

En la Fig. 8 se indican los tres tipos de juntas que habitualmente son necesarias en los pavimentos.

a) JUNTAS DE LIMITE DE PAVIMENTO. El pavimento ha de poderse dilatar sin más coacción que la inevitable de su rozamiento con la subbase. Aún éste, se procura reducirlo al máximo, procurando que en la compactación de la subbase la cara superior quede plana y con la superficie cerrada y disponiendo frecuentemente una hoja de polietileno para facilitar el deslizamiento (\*) (\*\*).

Lo anterior no es suficiente. Es necesario además que las distintas partes del edificio, tales como muros, pilares, etc., estén separadas del pavimento por unas juntas que, aún siendo, estrictamente hablando, juntas de dilatación, llamaremos *juntas de límite de pavimento*, dejando el nombre de *juntas de dilatación* para las que separan diferentes zonas de pavimento.

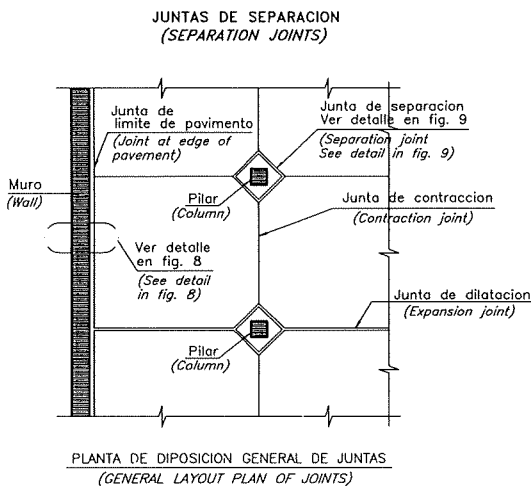


Fig.- 8

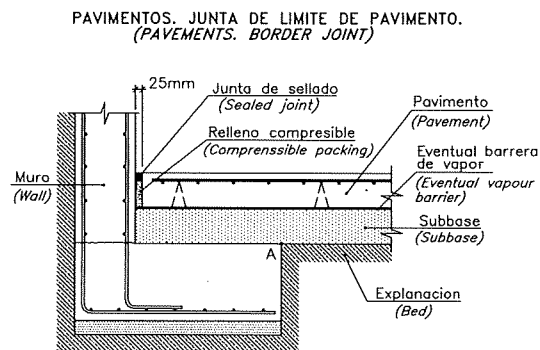


Fig.- 9

La Fig. 9 indica el caso de junta de límite de pavimento con muro. Obsérvese la necesidad de interponer al menos la subbase (o incluso explanación compactada) entre la cara inferior del pavimento y la superior del cimiento. No hacerlo conduciría a crear un apoyo rígido del pavimento en la arista A del cimiento, con la casi segura fisuración del primero.

Debe observarse que es un error suprimir este tipo de junta y apoyar el borde extremo del pavimento contra el muro (hormigonándolo contra él). La creencia de que así el muro se apoya en el pavimento y se asegura así el no deslizamiento, es casi siempre falsa pues salvo muy raros casos el rozamiento del fondo del cimiento contra el terreno es suficiente para cumplir esa función. (Véase la referencia (6) para un estudio de detalle). Si ello no es suficiente, el equilibrio del mismo debe conseguirse por otros procedimientos, pero no apoyando el pavimento contra él pues eso impediría cualquier dilatación del pavimento, sometiéndolo a ciclos de compresión que acabarían por deteriorarlo (\*\*\*)

- (\*) La solución del llamado "enchachado", consistente en sustituir la subbase por una capa de grava con ninguna o poca arena, es totalmente inadecuada, aparte de ser de imposible compactación.
- (\*\*) Si se almacenan objetos sensibles a la humedad sobre el pavimento, es conveniente disponer una barrera de vapor.
- (\*\*\*) Pueden suprimirse en aquellos sótanos en los que no son esperables cambios notables de temperatura.

Another type of pavement border joint is shown in Figure 10, which shows two possible solutions. The first version is the more

PAVIMENTOS. JUNTAS DE SEPARACION CON PILARES  
(PAVEMENTS. COLUMN SEPARATION JOINTS)

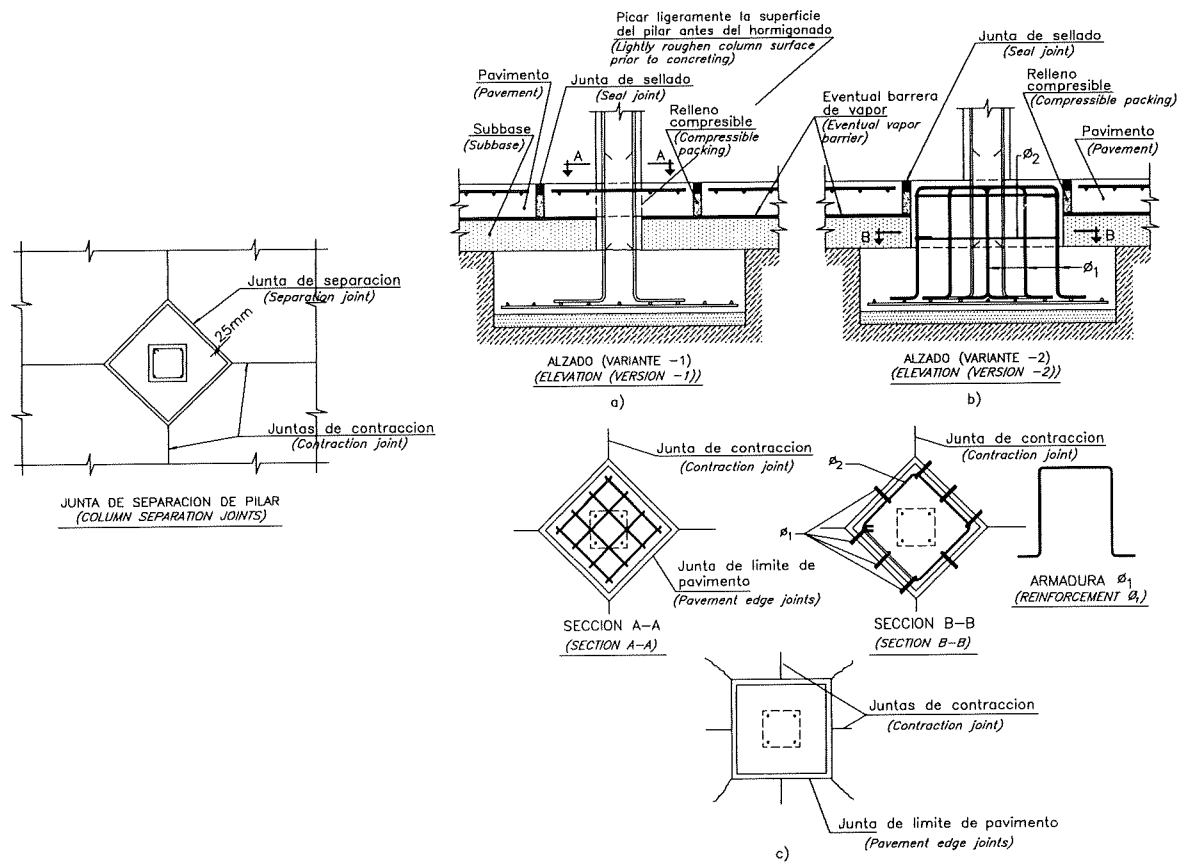


Fig.- 10

common. If this type of joint is not placed it will lead to situation c) indicated in the figure which shows entrant angles which tend to cause cracking in the pavement.

b) CONSTRUCTION AND CONTRACTION JOINTS. Once again both joints are one and the same. The separation may range from 5 to 7.50 m. generally in accordance with the modulation demanded by the building's structure, and act as a divider between the expansion joints of the building.

Fig. 11 shows different types of joint. Type a) has a reduced capacity to transfer loads but is adequate in many cases. Type b) has a certain capacity to transfer loads, but this is greater in type c), however, this latter has the drawback in that it restricts the free contraction of the slab. Type d), fitted with bolts, allows free contraction and has a good capacity to transfer loads.

The slab should be cut as soon as the concrete has hardened enough to permit the use of machinery and the cutting operation.

c) EXPANSION JOINTS. They are normally separated by between 20 and 30 m. and should always be placed to coincide with the expansion joints in the building's structure.

Fig. 12 shows the necessary details. With regards to the backfill material the same applies as in the case of walls.

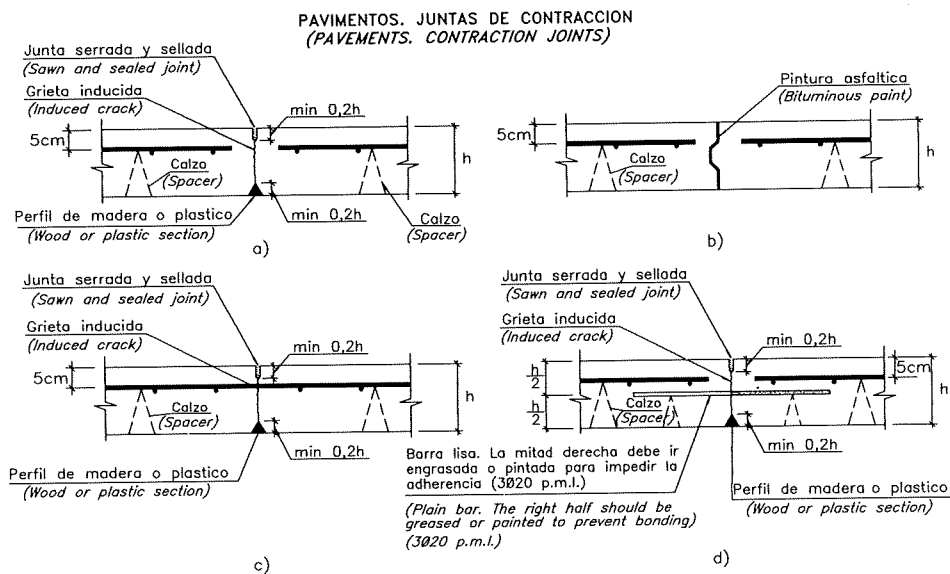


Otro tipo de junta de límite de pavimento es el indicado en la Fig. 10, en la que se señalan dos soluciones. La variante 1 es la más habitual. No disponer este tipo de junta conduce a la situación c) de la figura que presenta ángulos entrantes que tienen tendencia a producir fisuras en el pavimento.

b) JUNTAS DE TRABAJO Y CONTRACCIÓN. También en este caso se identifican ambas juntas. La separación puede oscilar de 5 a 7,50 m. ajustándose en general a la modulación que exija la estructura del edificio, de forma que sean un divisor de la distancia entre juntas de dilatación de este.

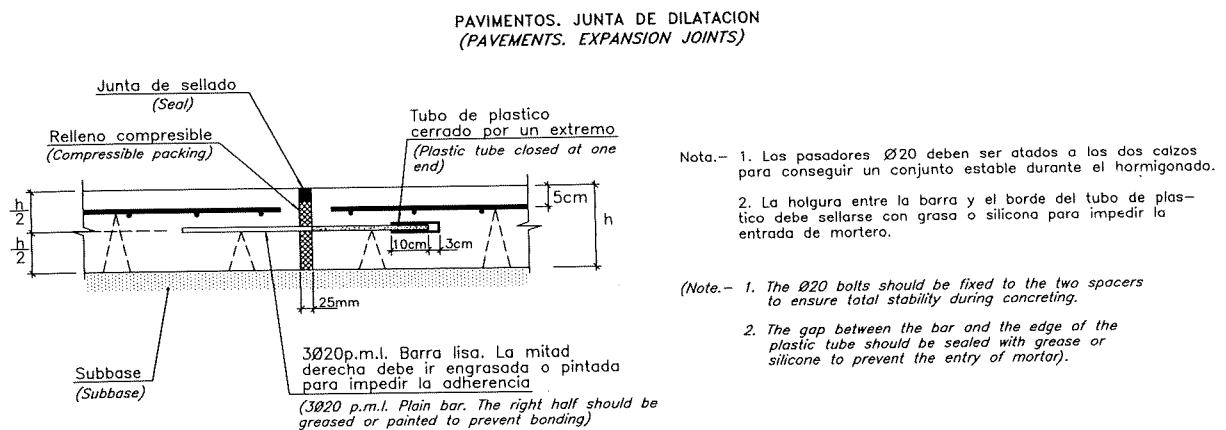
En la Fig. 11 se indican diversos tipos. El tipo a) presenta una reducida capacidad de transmisión de cargas, pero resulta adecuado para muchos casos. El tipo b) presenta una cierta capacidad de transmisión de cargas. Mayor es ésta para el tipo c) con el inconveniente de coartar la libre contracción de la losa. El tipo d) con pasadores presenta libre contracción con buena capacidad de transmisión de cargas.

El serrado de la losa debe realizarse tan pronto el hormigón ha endurecido lo suficiente para permitir el paso de la máquina y la operación de corte.



c) JUNTAS DE DILATACIÓN. Su separación suele establecerse entre 20 y 30 m. y disponerse siempre, además, coincidiendo con las juntas de dilatación de la estructura del edificio.

La Fig. 12 indica los detalles necesarios. Vale aquí lo dicho respecto al material de relleno en el caso de muros.



## 5.4 TANKS AND POOLS

In many ways the joints in this type of construction are directly derived from those corresponding to walls and pavements, but further considerations have to be made in view of their impermeability.

### 5.4.1. FLOORS

a) CONSTRUCTION AND CONTRACTION JOINTS. Fig. 13 shows the normal types.

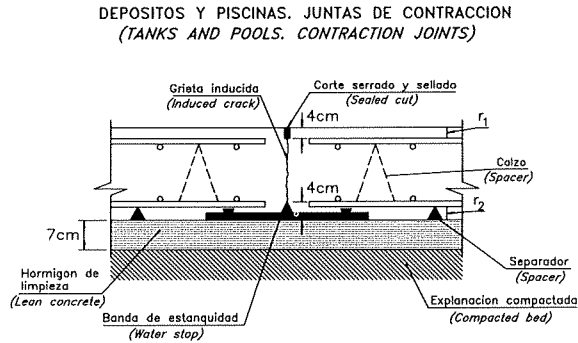


Fig.- 13

A water stop should always be placed. However, the lean concrete may be eliminated on the condition that the compacted bed is guaranteed to be flat.

The distance between joints and the cost of the same is governed by the same criteria given for pavements.

Particular care should also be taken in the vibration of areas around the water stop.

A 5 cm.  $r_1$  covering is recommended, though  $r_2$  may be 3cm.

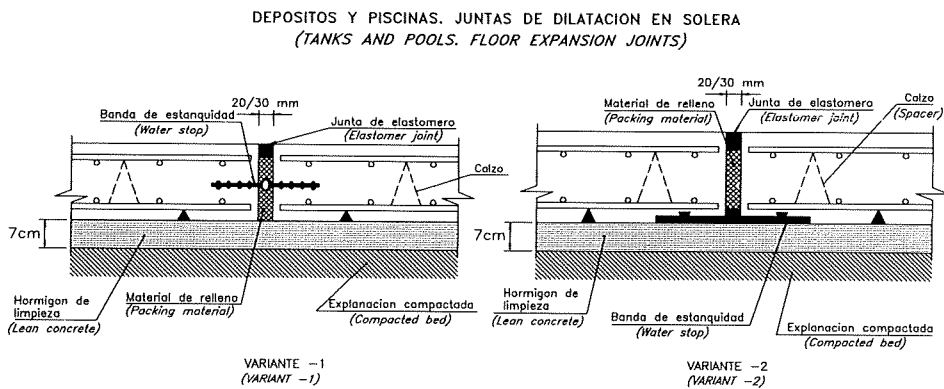


Fig.- 14

b) EXPANSION JOINTS. Fig. 14 shows two versions. Version 1 shows the water stop in the centre of the slab. This is a complicated method as it is difficult to keep the strip in the correct position. Version 2 is generally more preferable.

With regards to the covering, the lean concrete and the distance between joints etc., the same applies as given in a).

### 5.4.2. WALLS

To all extents and purposes this is the same as in basement walls.

However, the requirements of watertightness make it particularly necessary to verify the quantity of reinforcement and the width of crack indicated in 3.

The construction joints between the floor or foundation and the wall require a water stop. Fig. 15 shows two typical cases.

Remember that it is necessary to place auxiliary reinforcement to support the water stop and to hold these by wires (not shown in the figure) in order to keep them in position during concreting. Fig. 16 shows a typical joint arrangement.

## 5.4 DEPÓSITOS PARA LÍQUIDOS Y PISCINAS

En muchos aspectos las juntas en este tipo de construcciones se derivan directamente de las correspondientes a muros y pavimentos, pero los requisitos de estanquidad exigen consideraciones adicionales.

### 5.4.1 SOLERAS

a) **JUNTAS DE TRABAJO Y CONTRACCIÓN.** La Fig. 13 indica el tipo habitual. La banda de estanquidad debe disponerse siempre. En cambio el hormigón de limpieza puede suprimirse, pero solo si se puede garantizar la planeidad de la explanación compactada.

La distancia entre juntas y el coste de las mismas se rige por los mismos criterios expuestos para el caso de pavimentos.

También aquí el vibrado debe ser especialmente cuidadoso en las zonas próximas a la banda de estanquidad.

El recubrimiento  $r_1$  es recomendable sea de 5 cm. El  $r_2$  puede fijarse en 3 cm.

b) **JUNTAS DE DILATACIÓN.** En la Fig. 14 se indican dos variantes. La variante 1 presenta la banda de estanquidad en el plano medio de la losa. Es de ejecución complicada, pues es difícil mantener la banda en posición correcta. En general es preferible la variante 2. Para los recubrimientos, hormigón de limpieza, distancia entre juntas, etc. vale lo indicado en a).

### 5.4.2 MUROS

En general, y a todos los efectos, vale lo dicho para los muros de sótano. Sin embargo, las exigencias de estanquidad hacen especialmente necesarias en este caso las comprobaciones de cuantía de armadura y de ancho de fisura expuestas en 3.

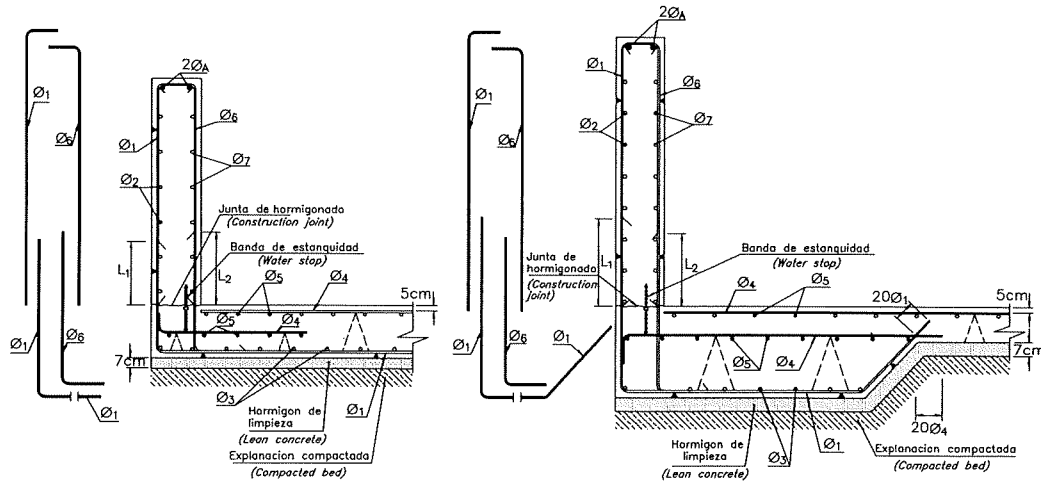


Fig.- 15

### DEPOSITOS Y PISCINAS. JUNTAS EN MUROS Y SOLERAS (TANKS AND POOLS. WALL AND FLOOR JOINTS)

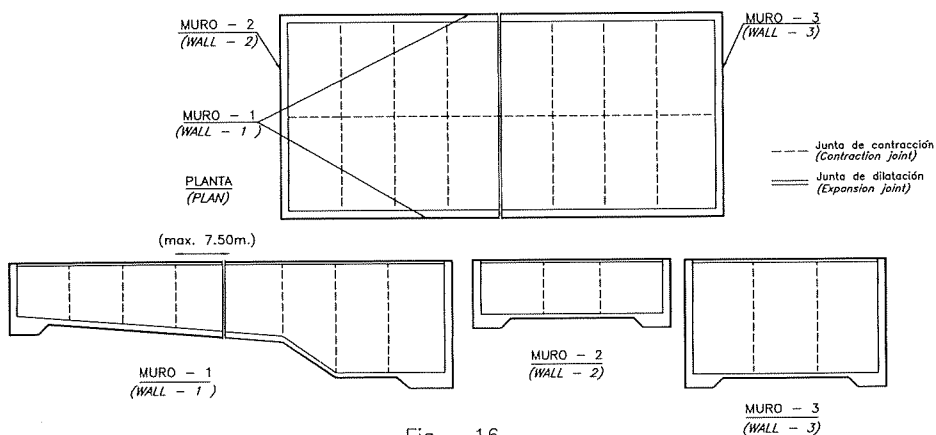


Fig.- 16

Las juntas de hormigonado entre solera o cimiento y muro, requieren el empleo de banda de estanquidad. La Fig. 15 indica dos casos típicos. Recuérdese la necesidad de disponer armaduras auxiliares para apoyo de la banda de estanquidad y de sujetar éstas con alambres (no indicados en la figura) para mantenerlas en posición durante el hormigonado. La Fig.16 indica una disposición típica de juntas.

Fig. 17 shows solutions for the roof bearing joints on the wall, and for the support of the wall on the floor or foundation b) and c). Solution c) may only be used when the vertical reaction of the wall ensures sufficient compression on the elastomer bearing.

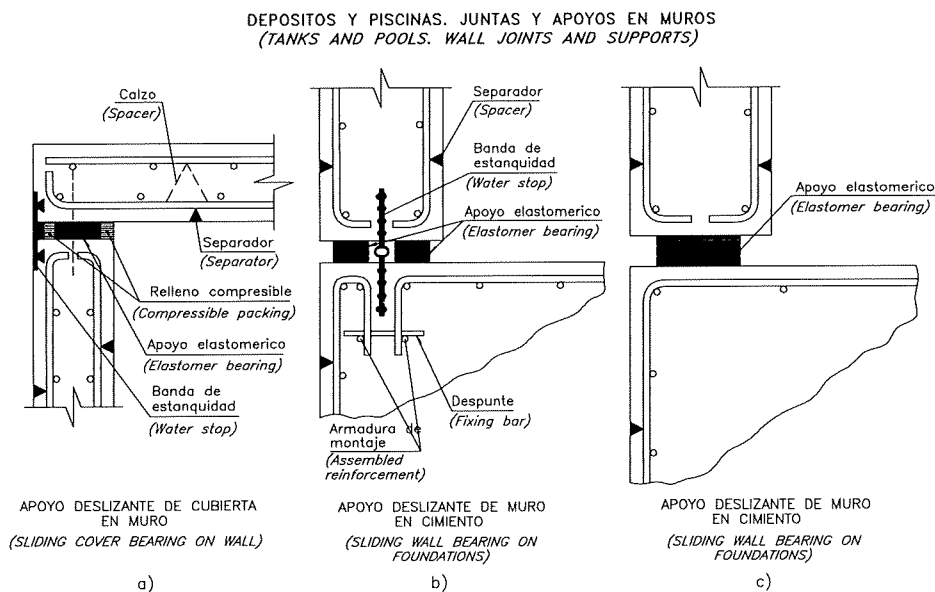


Fig.- 17

## 5.5 GENERAL BUILDING STRUCTURES

Even though there are a huge variety of concrete building structures, their joints may be summarized as follows:

### a) CONSTRUCTION JOINTS (\*)

a-1) GENERAL CONCEPTS. Construction joints are practically inevitable in all except the smallest concrete structure and arise from the interruption of concreting at the end of the working day. The concreting of a member is continued the following working day and this gives rise to the name construction or working joint. It is essential to obtain a good transfer of stresses via this joint and this has to be made by the bonding between the old concrete and the new (\*\*).

The basic aspects of these joints are as follows:

- Position
- Roughness
- Treatment
- Length of interruption between concreting

and are dealt with below.

One should mention that very little has been written about this type of joint and there are many contradictory opinions about the same.

The standard EH-91 deals very briefly with the subject in articles 4.4 and 17.

This is an important question because the layout of the joints and their construction methods noticeably affect the rhythm of construction. The following information is mainly taken from J.CALAVERA (7) and J.CAFFARENA (8).

a-2) POSITION. As a general rule it is normally recommended that the joints are placed in areas of reduced stress. However, this is not possible in many cases. Sometimes, as in the case of the continuous beam shown in Figs. 18a) and b), the minimum bending moments do not coincide with the minimum shear stresses. In other cases, such as in the retaining wall shown in Fig. 18-c), for construction reasons it is necessary to place a joint in the section AB, which is precisely that of the maximum bending moment and maximum shear stress.

(\*) The EH-91 Code establishes that these joints should be defined in the Specifications. However, this is very difficult as they are intrinsically affected by the time of the year in which the building is constructed and the construction programme for the same.

(\*\*) The word bond is given in the purely conventional sense. The act of transfer includes very complex behaviours involving bond, friction, interlock, etc.

En la Fig. 17 se indican soluciones para las juntas de apoyo de cubierta en muro, para el apoyo de muro en solera o cimiento b) y c). La solución c) solo puede ser empleada si la reacción vertical del muro asegura una compresión suficiente sobre el apoyo elastomérico.

## 5.5 ESTRUCTURAS DE EDIFICACIÓN EN GENERAL

Aunque la variedad de las estructuras de hormigón de edificación es muy grande, los problemas de sus juntas pueden resumirse en lo que sigue:

### a) JUNTAS DE TRABAJO (\*)

a-1) **CONCEPTOS GENERALES.** Las juntas de trabajo son prácticamente inevitables en las estructuras de hormigón, si se exceptúan las de muy pequeña dimensión y se originan en la necesidad de interrumpir el hormigonado al finalizar la jornada de trabajo. El hormigonado de la pieza se continúa al siguiente día laborable. En este caso, la junta de trabajo suele denominarse junta de construcción o junta de hormigonado.

Es esencial conseguir una buena transmisión de esfuerzos a través de la junta y esto se ha de lograr mediante la adherencia entre el hormigón viejo y el nuevo (\*\*).

Los aspectos más fundamentales de las juntas son los siguientes:

- Posición
- Rugosidad
- Tratamiento
- Duración de la interrupción del hormigonado

que serán expuestos a continuación.

Debe señalarse que existe poca documentación sobre este tipo de juntas y las opiniones sobre ellas, en muchos casos, son contradictorias.

En particular, la Instrucción EH-91 trata el tema muy brevemente en sus artículos 4.4 y 17.

La cuestión es importante, porque la disposición de juntas y su técnica de ejecución afectan de manera notable al ritmo de construcción. La información que sigue está recogida, fundamentalmente en J. CALAVERA (7) y J. CAFFARENA (8).

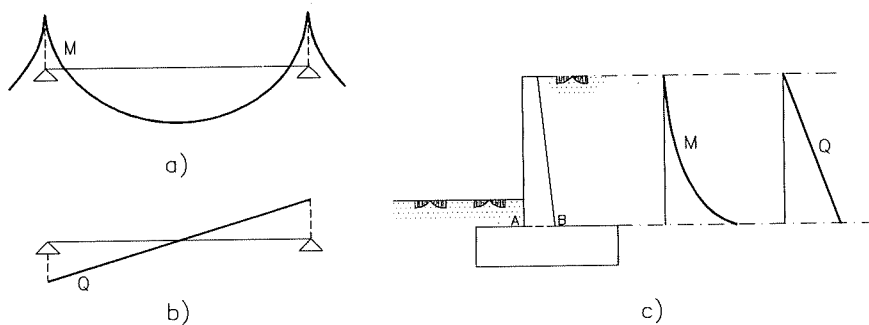


Fig.- 18

a-2) **POSICIÓN.** Como norma general, suele recomendarse que las juntas se dispongan en zonas de esfuerzos reducidos. Esto no es posible en bastantes casos. Unas veces, como en el caso de la viga continua de las Figs. 18-a) y b), los mínimos de momentos flectores no coinciden con los mínimos de esfuerzos cortantes. En otros casos, como en el del muro de contención de la Figura 18-c), es necesario disponer, por razones constructivas, una junta de hormigonado en la sección AB, que, precisamente, es la de máximo momento flector y máximo esfuerzo cortante.

(\*) La Instrucción EH-91 especifica que dichas juntas deben ser definidas en el Proyecto. Como se verá, esto es realmente difícil debido a que están muy ligadas a la época del año en que se construya la obra y al plan de ejecución de la misma.

(\*\*) La palabra adherencia es puramente convencional aquí. El fenómeno de transmisión engloba comportamientos muy complejos que abarcan adherencia, rozamientos, engranamiento, etc.

Frame structures are the most common type of building structure and here there are two solutions which are normally carried out with good results, these being indicated in Fig. 19.

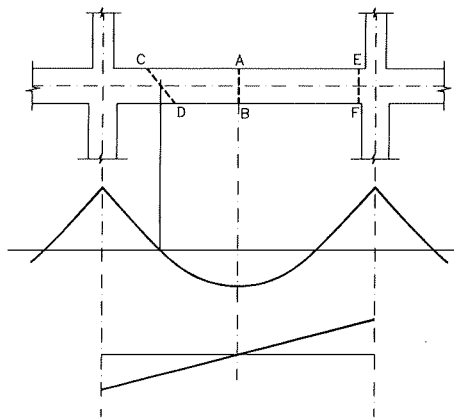


Fig.- 19

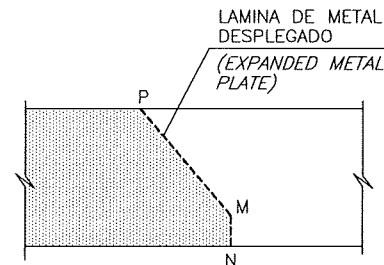


Fig.- 20

The solution A-B corresponds to a vertical joint placed in the area of maximum span moments, which is that of null shear. For a long time this type of joint was deficient and not very practical, as it was necessary to form it in wood. Today we may employ expanded polystyrene or generally galvanized expanded metal or closely woven mat, which retain the concrete, leaving a very rough joint and without the necessity to remove the metal or mat.

Solution C-D, which was investigated in J.CAFFARENA's thesis (8), indicates a sloping joint at a point of null moment, corresponding to average shear stress at a right angle to the directrix, but null in plane C-D of the joint. Theoretically, the angle of the joint to the horizontal should be that of the natural slope of the concrete, that is to say  $30^\circ$ . However, in narrow beams, the presence of reinforcement and the friction with the sides of the formwork allow the angle to reach the theoretically desired angle of  $45^\circ$ .

Another possibility is to "sheath" the joint with expanded metal, leaving a small vertical length MN (using a batten) to assure a good filling, as indicated in Fig. 20.

Figure 21 shows an isostatic net. Both joint AB and CD are placed at right angles to the compression isostatics and are, therefore, not subject to shear stress. Even a joint such as EF is placed in this way, though the tangential stresses in the joint plane are noticeable here.

The tests of BROOK (9) and MONKS and SADGROVE (10) (\*) have revealed interesting information on the subject.

The basic conclusions from all the aforementioned investigations are:

- The position of a joint in a reinforced concrete beam, in areas which are not subject to appreciable shear stress, do not noticeably affect either the rigidity or the moment of failure of the beam, even when the joint has been treated with products which prevent the bonding of both concretes.

- There is a certain tendency in vertical joints to suffer from bending cracks, though they are rarely wider than the permissible limit.

- When the joint is subject to bending and shear, the behaviour of the joint, with a rough surface, is similar to that of a monolithic beam. If the joint is made by formwork there may be up to a 40% reduction in shear capacity.

The above shows that joints AB and CD, given in Fig. 21, are preferable, however, if joint EF is given a rough surface and suitable treatment it should not be rejected out of hand, though possible cracking makes it less recommendable in normal environments. One should not forget that this latter type of joint, as indicated in Fig. 18, is common in retaining walls, and precisely in areas of maximum bending moment and shear stress, and experience shows it to be suitable. In any case, the joints in areas of large shear stress should always be verified for shear at the interface. (See (7)).

With regards to types AB and CD, the latter has the advantage that there is no tension or shear tension over the whole of the joint surface.

a-3) **ROUGHNESS.** The question of the roughness of the joint surface has been the subject of many investigations, not just in relation to the construction joints of poured-in-situ concrete buildings, but particularly regarding the shear at the interface between prefabricated members and in-situ concretes. The investigations carried out in recent years have led to the revision of many erroneous traditional building practices and ideas.

(\*) The CD type joint indicated in Fig. 19 is not covered by the tests of BROOK or MONKS and SADGROVE.

En el caso más frecuente en edificios, de estructuras de entramado, existen dos soluciones que vienen practicándose con buenos resultados y que se indican en la Fig. 19.

La solución A-B corresponde a junta vertical situada en la zona de máximos momentos de vano, que es la de cortante nulo. Durante mucho tiempo, este tipo de junta fue deficiente y además poco práctico, por ser necesario encofrarla con madera. Modernamente se ha recurrido al empleo de poliestireno expandido o de metal desplegado o malla muy tupida, generalmente galvanizados, que retienen el hormigón dejando la junta muy rugosa y no siendo necesario retirar el metal o malla.

La solución C-D investigada en la Tesis de J.CAFFARENA (8) corresponde a una junta inclinada situada en el punto de momento nulo, al que corresponden esfuerzos cortantes de magnitud media, en cuanto a un plano ortogonal a la directriz, pero nulos en el plano C-D de junta. Teóricamente, el ángulo de la junta con la horizontal debería ser el de talud natural del hormigón, o sea de unos 30°. Sin embargo, en vigas estrechas, la presencia de la armadura y el rozamiento con los encofrados laterales permiten que el ángulo se aproxime al teóricamente deseable de 45°.

Otra posibilidad es "encofrar" la junta con metal desplegado, dejando un pequeño tramo vertical MN (mediante un listón) para asegurar un buen llenado, tal como se indica en la Fig. 20.

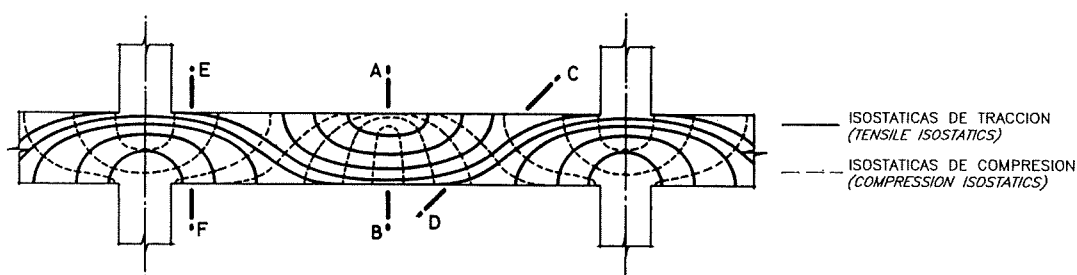


Fig.- 21

En la Fig. 21 se indica la red de isostáticas. Tanto la junta AB como la CD están dispuestas ortogonalmente a la red de isostáticas de compresión y, por tanto, no están sometidas a esfuerzos cortantes. Incluso una junta como la EF, lo está también, si bien en ella las tensiones tangenciales en el plano de la junta son importantes.

Los ensayos de BROOK (9) y MONKS y SADGROVE (10) (\*) han arrojado también información interesante sobre estos temas.

Las conclusiones esenciales de todas las investigaciones mencionadas son:

- La disposición de una junta en una viga de hormigón armado, en zonas no sujetas a esfuerzos cortantes apreciables, no afecta significativamente ni a la rigidez ni al momento de rotura de la viga, incluso cuando la junta ha sido tratada con productos que impiden la adherencia de ambos hormigones a través de ella.

- Existe una cierta tendencia, en las juntas verticales, a que se produzca en ellas una fisura de flexión,, aunque su ancho no suele alcanzar nunca el límite admisible.

- Cuando la junta está sometida a flexión y corte, el comportamiento de la junta, si ésta presenta superficie rugosa, es similar al de una viga monolítica. Si la junta se encofra, la reducción de la capacidad a corte puede alcanzar hasta el 40%.

Todo lo anterior indica como preferibles las juntas AB y CD de la Fig. 21, aunque si la superficie es rugosa y el tratamiento adecuado, la solución EF no puede ser rechazada, si bien la posible fisura aconseja reducir su empleo a casos de ambientes normales. No debe olvidarse que este último tipo de junta, como ya indicamos en la Fig. 18, es habitual en muros de contención, precisamente en zonas de máximo momento flector y máximo esfuerzo cortante, sin que la experiencia adquirida sea desfavorable. De todas formas, estas juntas en zonas de esfuerzos cortantes grandes es siempre aconsejable que sean comprobadas a esfuerzo rasante. (Véase (7)).

Por lo que se refiere a los tipos AB y CD, el segundo presenta la ventaja de que en toda la superficie de la junta no hay ni tracciones ni tensiones de corte.

a-3) RUGOSIDAD. El tema de rugosidad de la superficie de las juntas ha sido objeto de numerosas investigaciones, no sólo en relación con las juntas de hormigonado de las estructuras hormigonadas in situ, sino, muy especialmente, en relación con el esfuerzo rasante entre piezas prefabricadas y hormigones in situ. Las investigaciones realizadas en los últimos años han obligado a revisar muchas ideas y prácticas constructivas tradicionales que se han mostrado erróneas.

(\*)Ni los ensayos de BROOK ni los de MONKS y SADGROVE incluían juntas del tipo CD indicado en la figura 19.

With regards to construction joints, the surfaces which may be simply obtained and which are practical on site, are as follows:

- Surfaces in formwork
- Brushed surfaces
- Surfaces with natural roughness
- Surfaces sheathed in expanded metal or closely woven meshes.

The first three of which have been the object of a comparative study made by CALAVERA, GONZALEZ VALLE, DELIBES and IZQUIERDO (11). The main conclusions of this study are given below:

- *Surfaces in formwork.* By extension this is also taken to include float finished surfaces. Their bonding capacity is low but not null and if the sectional shear is insignificant, they may offer a suitable solution for a joint. The main problem with a joint of this type lies in the almost impossible task of placing the passing reinforcement in inclined joints, and in doing so seriously complicating the formwork.

- *Brushed surfaces.* These are recommended in many codes, and particularly in the Code EH-91. The method consists of wire brushing the concrete between two and sixteen hours after it has been placed, in order to remove part of the mortar and reveal the thick aggregate. The problem of this method is if the brushing is made prematurely one runs the risk of the exposed aggregate coming loose, that is to say a breaking of the bond between the aggregate and the mortar matrix. In this way when the new concrete is placed, it bonds to the thick aggregate which is not in turn bonded to the old concrete. On the other hand, if the brushing is delayed, one runs the risk that the mortar will be too hard to remove by brushing. The efficiency of this procedure is, therefore, closely connected to the speed of hardening of the concrete, which in turn depends on the type of cement employed and the ambient temperature. In addition, tests have shown that this roughness is not that much better than the natural surface, and we are personally against using this type of roughness which is also rather expensive to carry out. See GONZALEZ VALLE (12).

- *Natural surface.* This is obtained by simply vibrating the concrete. We should point out the dangers of excessive vibration in horizontal surfaces as this leads to a slurry of cement on the surface, which is detrimental for the bonding of both concretes.

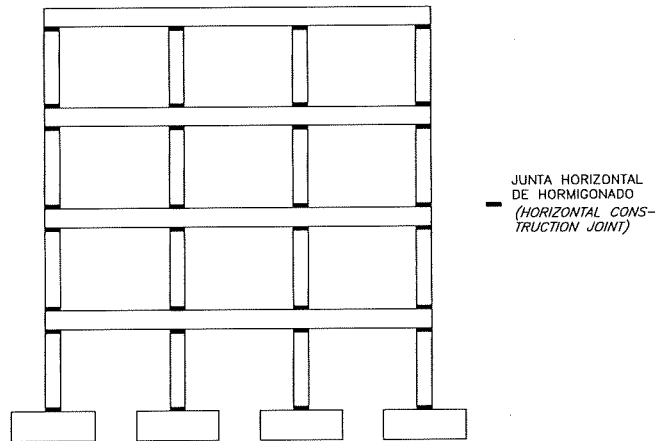


Fig.- 22

The horizontal joint (Fig. 22) is very common at the connection between columns and foundations and columns and beams in framed structures.

Tests have shown that this joint has almost the same bonding as that obtained by wire brushing.

- *Expanded metal.* In accordance with J.CAFFARENA's thesis (8) it is clear that from the four types analysed, this has the greatest bonding capacity. However, the metal must be galvanised in such a way that it will last throughout the predicted life of the building. If this is not the case, and particularly in humid environments, then corrosion stains may appear on the surface of the joint. This is due to the fact that expanded metal placed on the plane of the joint inevitably comes into contact with the formwork and, in short, will come into contact with the concrete surface.

One treatment which should be prohibited is that of pitting the surface by mechanical means. Tests show that this produces micro-cracking in the concrete which weakens the bonding of the joint. Naturally, treatments such as sand blasting, resin coatings, etc., may give excellent joints, but due to their high cost they are not frequently used in building structures except in special cases.

a-4) **TREATMENT.** The joints should be adequately cleaned prior to the pouring the new concrete. This means arranging the formwork in such a way that allows the joint to be properly cleaned and all dust and dirt removed. This may be quite difficult in areas of dense reinforcement. The tests described in reference (11) show that small quantities of dust can reduce the bonding by up to 30%.



A los efectos de juntas de hormigonado, las superficies que pueden obtenerse de una manera simple, para la práctica de obra, son las siguientes:

- Superficies encofradas
- Superficies cepilladas
- Superficies con rugosidad natural
- Superficies encofradas con metal desplegado o malla tupida

Un estudio comparativo de las tres primeras ha sido realizado por CALAVERA, GONZÁLEZ VALLE, DELIBES e IZQUIERDO (11). Sus principales conclusiones se exponen a continuación:

- *Superficies encofradas.* Por extensión pueden asimilarse a ellas también las superficies fratasadas. Su capacidad de adherencia es baja pero no nula, y si los cortantes en la sección son despreciables, puede ser una solución aceptable para una junta. La dificultad principal de una junta de este tipo reside en la casi imposibilidad de disponer armaduras pasantes en el caso de juntas no horizontales, ya que, de otra forma, el encofrado se complica considerablemente.

- *Superficies cepilladas.* Son las recomendadas en muchas normas, y en particular en la Instrucción EH-91. El método consiste en cepillar la superficie del hormigón transcurrido un tiempo que suele oscilar de dos a dieciséis horas, a partir de la colocación del hormigón, de forma que se retire parte del mortero y quede visto el árido grueso. El problema es que si el cepillado es prematuro se corre el peligro de que el árido visto quede "suelto", es decir que se rompa la adherencia de ese árido con la matriz del mortero. Con ello, al colocarse el nuevo hormigón, adheriría a un árido grueso que no estaría adherido a su vez al hormigón antiguo. Por el contrario, si el cepillado se retrasa, se corre el riesgo de que el mortero esté excesivamente duro para que el cepillo pueda levantarlo. La eficacia del procedimiento está, por tanto, muy ligada a la velocidad de endurecimiento del hormigón, la que a su vez depende del cemento empleado y de la temperatura ambiente. Como, además, los ensayos han puesto en evidencia que esta rugosidad si bien es mejor que la natural no lo es en un margen importante, nuestra opinión es contraria a este tipo de rugosidad, que además es relativamente costosa de realizar. Ver GONZÁLEZ VALLE (12).

- *Superficie natural.* Es la obtenida simplemente al vibrar el hormigón. Debe llamarse la atención sobre el peligro de que, por un exceso de vibración, se forme, en el caso de superficies horizontales, una lechada de cemento en la superficie, que es perjudicial para la adherencia de ambos hormigones. Esto puede detectarse fácilmente rayando la junta con un clavo. La junta horizontal (Fig. 22) es muy frecuente en la unión de pilares a cimientos y de pilares a vigas en los entramados. Los ensayos han demostrado que esta junta tiene casi la misma adherencia que la obtenida por cepillado.

- *Metal desplegado.* De acuerdo con la Tesis de J. CAFFARENA (8) es evidente que, de las cuatro analizadas, es la de mayor capacidad adherente. Sin embargo, debe prestarse atención a que el metal tenga un galvanizado de espesor tal que su duración no sea inferior a la vida prevista para la estructura pues, en otro caso, y en especial en ambientes húmedos, pueden surgir manchas de corrosión en la superficie de la junta. Esto es debido a que el metal desplegado situado en el plano de junta ha de entrar en contacto, forzosamente, con los encofrados, y en definitiva quedará en contacto con la superficie del hormigón. Un tratamiento que, en cambio, debe ser prohibido, es el "picado" de la junta con medios mecánicos. Los ensayos demuestran que producen una microfisuración del hormigón que debilita la adherencia de la junta. Naturalmente, tratamientos como el chorro de arena, la imprimación con resinas, etc. pueden conducir a juntas excelentes, pero por su elevado coste no son de empleo usual en las juntas de estructuras de edificios, salvo casos especiales.

a-4) **TRATAMIENTO.** El primer tratamiento a aplicar a las juntas, antes de verter el nuevo hormigón, es limpiarlas adecuadamente. Esto exige disponer los encofrados de forma que la junta pueda realmente limpiarse y pueda retirarse el polvo y la suciedad recogidos. Las zonas muy densas de armaduras pueden presentar dificultades apreciables. Los ensayos descritos en la referencia (11) pusieron en evidencia que cantidades pequeñas de polvo puede reducir la adherencia en un 30%. Además de la limpieza, habitualmente se aplica algún tratamiento adicional a la junta.

- Un tratamiento, hoy abandonado, fue el de aplicar lechada de cemento. El procedimiento en sí (en contra de lo que se expone frecuentemente) no es perjudicial, pero existe un riesgo grande de que, por problemas de organización de los tajos de hormigonado, la lechada se seque y se fisure por retracción, antes de que se deposite el nuevo hormigón, dañando en ese caso gravemente la adherencia de la junta.

- Un tratamiento bastante difundido es frotar la superficie de la junta con mortero, inmediatamente antes de depositar el nuevo hormigón. La técnica intenta evitar que, por segregación del vertido del nuevo hormigón, la zona de contacto de la junta quede empobrecida de mortero. El mortero que se emplea puede ser obtenido por cribado del propio hormigón. La dificultad reside en que el procedimiento es difícil de aplicar cuando la densidad de armadura es grande y, por otra parte, al desencofrar, la capa de mortero se aprecia en la superficie de contacto, creando problemas de aspecto. Puede ser un sistema adecuado en casos en que, por segregación de vertido del hormigón nuevo, se tema un empobrecimiento en la zona de la junta.

- A nuestro juicio, el mejor procedimiento es, simplemente, humedecer la superficie del hormigón antiguo y depositar el nuevo cuando la superficie comienza a estar visiblemente seca. Con esto no existe peligro de que el hormigón antiguo absorba agua del nuevo. La técnica de mantener la superficie húmeda hasta el hormigonado se ha demostrado en ensayos recientes que reduce la resistencia.

a-5) **DURACIÓN DE APERTURA.** El tiempo transcurrido entre el final de la puesta en obra del hormigón antiguo y el comienzo de la del hormigón nuevo no tiene influencia apreciable sobre la adherencia de la junta. Los ensayos de WATERS (10) demostraron que la resistencia de la unión no variaba dentro de plazos de apertura de la junta de 1 a 100 días. Los ensayos de CAFFARENA (8) no apreciaron diferencias entre piezas con juntas abiertas 2, 7 y 155 días.

In addition to cleaning there are other treatments which may be made to the joint.

- One practice which has since been abandoned was to apply a slurry of cement. The procedure in itself is not detrimental (in spite of what is commonly thought), but there is a great risk that, due to problems of organization of the concreted sections, the slurry will dry and crack by shrinkage before the new concrete is placed, and this will seriously damage the bonding of the joint.

- A common practice is to rub the surface of the joint with mortar immediately prior to the pouring of the new concrete. This technique aims to prevent the contact area of the joint from being low in mortar due to the segregation of the casting of the new concrete. The mortar employed may be taken from the sifting of the concrete itself. The problem lies in the difficulty of applying the mortar when there is a large mass of reinforcement and also when striking the formwork the mortar layer appears on the contact surface and ruins its appearance. This system may be suitable in cases where there might be a poor quantity of mortar in the area of the joint due to the segregation of the pouring of new concrete.

- In our opinion, the best procedure is simply to wet the surface of the old concrete and to place the new when the surface begins to be visibly dry. In this way there is no danger that the old concrete will absorb water from the new. Recent tests have proved that the technique of keeping the surface wet up to the time of concreting reduces the strength.

a-5) LENGTH OF INTERVAL. The period of time between the end of the casting of the old concrete and the beginning of the new does not have an appreciable influence on the bonding of the joint. The tests by WATERS (10) demonstrate that the strength of the joint does not vary within intervals of 1 to 100 days. Tests by CAFFARENA (8) showed no differences between intervals of 2, 7 and 155 days.

#### a-6) ADDITIONAL ASPECTS OF CONSTRUCTION JOINTS

- In construction joints in general, the strength of the joint is strongly affected by the compaction of the new concrete on the surface of the joint. Tests show that the strength may be reduced by half if the concrete is placed without vibration instead of a vigorous, careful vibration of the joint. Particular care should also be taken in the curing of the area of the joint.

- When dealing with exposed concrete, it is important that these joints are not noticed. Fig. 23 gives correct construction details.

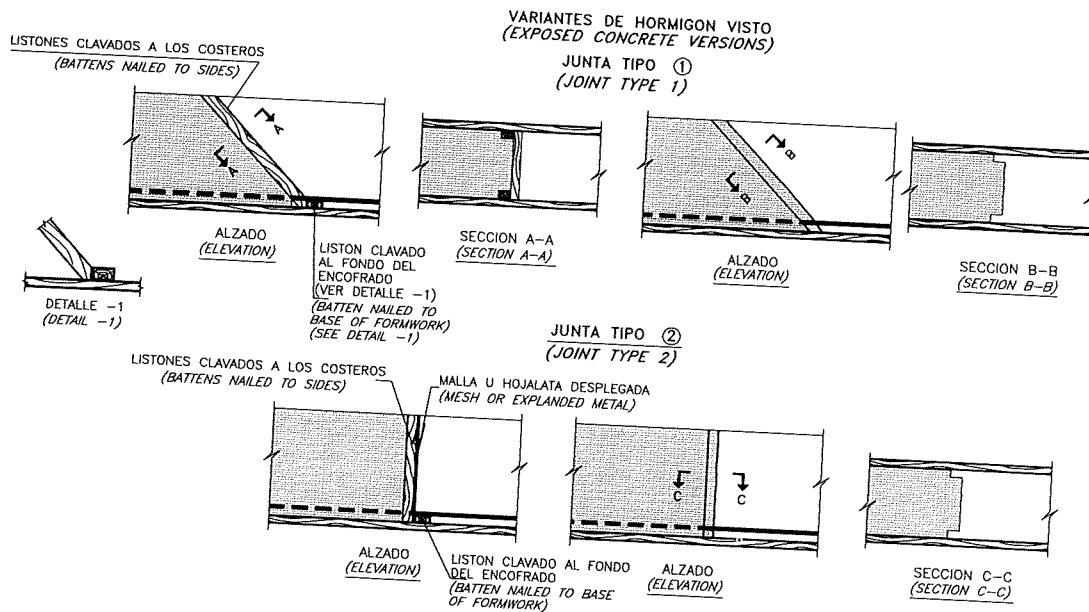


Fig.- 23

b) CONTRACTION JOINTS. Everything mentioned regarding position, slope, roughness, treatment etc., for construction joints in a) also applies here.

One essential point, however, is the distance between these joints, and this is strongly influenced by the local hygrometric conditions, by the type of member and by the cement mix. If the quantities are high concreting may be carried out without any contraction joints. If this is not the case, then contraction joints are necessary, especially in warm climates. It is commonly believed that these joints are a weak point and they are therefore avoided, which only leads to the cracking of the structure.

Fig. 24 gives some recommendations regarding the separation between contraction joints.

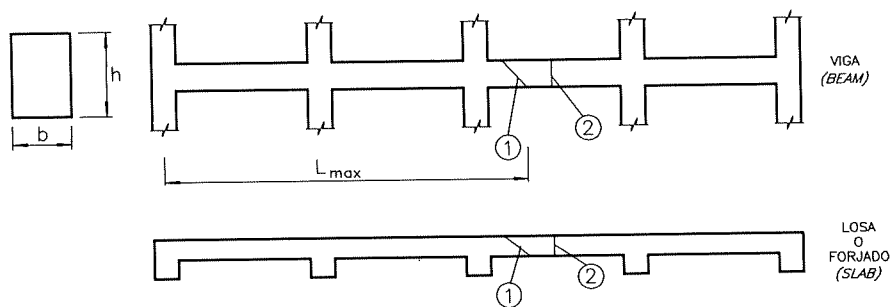
### a-6) ASPECTOS ADICIONALES DE LAS JUNTAS DE TRABAJO

- En el caso de juntas de trabajo en general, la resistencia de la junta está fuertemente condicionada por la compactación del hormigón nuevo junto a la superficie de la junta. Los ensayos demuestran que la resistencia puede reducirse a la mitad si, en vez de una vibración enérgica y cuidadosa de la junta, se coloca el hormigón sin vibración. El curado de la zona de la junta debe ser también especialmente cuidadoso.

- Si se trata de hormigón visto, es importante que no se aprecien las juntas. La Fig. 23 contiene los detalles para la ejecución correcta.

b) **JUNTAS DE CONTRACCION.** En todo lo referente a posición, inclinación, rugosidad, tratamiento, etc., vale íntegramente lo dicho en a) para las juntas de trabajo. Un punto esencial es, en cambio, el de la distancia entre ellas, que está muy influida por las condiciones higrométricas del ambiente y por el tipo de pieza y dosificación de cemento. Si las cuantías son elevadas puede incluso hormigonarse sin juntas de contracción. Si no es así, las juntas de contracción son necesarias, especialmente en zonas de clima cálido. La creencia de que constituyen un punto débil conduce a veces a intentar evitarlas, con lo que lo único que se consigue es fisurar la estructura. La Fig. 24 contiene recomendaciones sobre la separación entre juntas de contracción.

VIGAS, LOSAS Y FORJADOS. JUNTAS DE CONTRACCION  
(BEAMS AND SLABS. CONTRACTION JOINTS)



**TIPO ①**  
**POSICION:** Puntos de momento flector nulo (o muy reducido)  
**INCLINACION:**  $\approx 45^\circ$   
**EJECUCION:** - Para  $b \leq 30$  cm, el talud natural es  $\approx 45^\circ$   
 - Para  $b > 30$  cm, encofrar con malla de luz no superior a 20 mm u hojalata desplegada (ambas galvanizadas), con ángulo de  $45^\circ$   
**TRATAMIENTO:** Rugosidad natural

**TYPE ①**  
**POSITION:** Points of null (or very reduced) bending moment  
**PITCH:**  $\approx 45^\circ$   
**EXECUTION:** -For  $b \leq 30$  cm., the natural slope is  $\approx 45^\circ$   
 -For  $b > 30$  cm., form with matting no greater than 20 mm. or with expanded metal (both galvanized), at an angle of  $45^\circ$   
**TREATMENT:** Natural roughness.

**TIPO ②**  
**POSICION:** Puntos de esfuerzo cortante nulo (o muy reducido)  
**INCLINACION:** Vertical  
 Encofrar con malla de luz no superior a 20 mm u hojalata desplegada (ambas galvanizadas)

**TYPE ②**  
**POSITION:** Point of null (or very reduced) shear stress.  
**PITCH:** Vertical  
 Form with matting no greater than 20 mm. or with expanded metal (both galvanized)

DISTANCIA  $L_{max}$  ENTRE JUNTAS

TIPO DE CLIMA	EPOCA DEL AÑO	
	CALUROSA	FRIA
SECO	14 m	18 m
HUMEDO	18 m	22 m

Nota.- Reducir las longitudes 2 m. si hay viento durante el hormigonado.  
 Aumentar las longitudes 2 m. si la armadura supera apreciablemente a la mínima.

$L_{max}$  DISTANCE BETWEEN JOINTS

CLIMATE	TIME OF YEAR	
	HOT	COLD
DRY	14 m	18 m
WET	18 m	22 m

Note.- Reduce lengths by 2 m. if there is wind during concreting.  
 Increase the lengths by 2 m. if the reinforcement is noticeably larger than the minimum

Fig.- 24

c) Un punto controvertido es el del tiempo a transcurrir entre el vertido de ambos hormigones. Nuestra experiencia es que dos días en invierno y tres en verano son suficientes en la práctica, para obras usuales, si se respetan las cuantías mínimas reglamentarias y el curado es adecuado. Este plazo tiene por supuesto una incidencia grande en el rendimiento del hormigonado y, por lo tanto, en el coste de la estructura. La razón de esto reside en el análisis de contracciones realizado en el apartado 2 y en particular en el 2.1.

d) Existen, en general, dos procedimientos en cuanto a la disposición de juntas, que se indican esquemáticamente en la Fig. 23. El primero consiste en dejar sin hormigonar una zona de corta longitud, usualmente de 0,50 m. a 1,00 m. (Fig. 23 a). El segundo consiste en interrumpir el hormigonado hasta el vano siguiente (Fig. 22 b). Ambos tienen que ser estudiados para elegir la solución que perturbe menos el plan de hormigonado. La solución b), con los esquemas actualmente en uso para el despiece de la ferralla, hace que la armadura esté interrumpida en la zona no hormigonada, permitiendo su corrimiento de acuerdo con el acortamiento de las dos zonas hormigonadas. La primera solución exige en cambio disponer solapes que independicen las armaduras de ambas zonas. Esto exige anclados especiales en la

c) The time lapse between the casting of both concretes is a controversial question. Our experience shows that two days in winter and three days in summer are sufficient in practice in common works, if the obligatory minimum steel ratios are respected and if the curing is sufficient. This period obviously has a great effect on the concreting operation and therefore on the cost of the structure. The reason for this lies in the analysis of contractions given in section 2 and particularly in section 2.1.

d) There are generally two procedures regarding the arrangement of joints, and these are indicated in Fig. 23. The first consists of leaving a short area without concrete, usually between 0.50 m. and 1.00 m. (Fig. 23 a). The second consists of interrupting the casting until the follow span (Fig. 22b). Both procedures have to be studied in order to find the solution that least affects the concreting programme. Solution b), with the modern methods for detailing the reinforcement, means that the reinforcement is interrupted in the uncasted areas, allowing its movement in accordance with the shortening of the two casted areas. The first solution, on the other hand, requires overlaps which make the reinforcement in both areas independent. If this is placed in areas of large bending moments this will require special anchors in the stirrup arrangement around the overlap, as demonstrated in the tests by MONKS and SAGGROVE referred to in reference (10). The selection of solution a) or b) basically depends on the type of work and the construction plan.

e) The above applies to the habitual static loads. In the case of structures subject to fatigue, information is available if of an experimental type, though the tests of FOURE (13), made in 1988, confirm the thesis given by CALAVERA in 1981 (7) that in cases of fatigue, the bonding between concrete and concrete should be ignored leaving the tie to be made purely by the crossing reinforcement.

### c) EXPANSION JOINTS

c-1) TEMPERATURE CALCULUS. Information on the subject is scarce, especially regarding measurements for constructed buildings. References (14), (15), (16) and (17) contain important information on the subject. The report by the National Academy of Sciences in Washington, "Expansion Joints in Buildings", is particularly relevant and is based on the study of measurements of new buildings and on numerous calculations on theoretical structures and, in our opinion, contains the most valid information on the subject. (\*)

In the following the *Temperature Variation Calculus* refers to the greater of the values.

$$\Delta_t = T_s - T_m \quad [23]$$

$$\Delta_t = T_m - T_i \quad [24]$$

Where:

- $T_s$  = Temperature which, on an average, is only exceeded by one per cent of the temperatures during the summer months from June to September. (\*\*)
- $T_m$  = Average temperature during the normal construction period in the area where the building is to be built. As a general rule the normal construction period may be taken to be the consecutive period of the year when the daily minimum temperatures fall no lower than 0°C.
- $T_i$  = Temperature which, on average, is equal or exceeded by ninety-nine per cent of the temperatures during the winter months from December to February.

### c-2) CALCULATION OF JOINT. EMPIRICAL METHOD.

#### - Distance between joints

In building structures made up of frames, frames and shear-walls and/or cores, the distance between the joints may be determined by the graph shown in Fig. 25, corresponding to structures in which the columns may be taken to be fixed to the foundations and in buildings with heating(\*\*\*)

The following corrections may be applied to the distance between joints given by the graph in Fig. 25.

- If the building is to be provided with air-conditioning, the distance should be increased by 15% (\*\*\*\*).
- If the building is not going to be provided with heating, the distance should be reduced by 33% (\*\*\*\*\*).
- If the columns are taken to be hinged at the foundations, the distance may be reduced by 15% (\*\*\*\*\*).

(\*) The section was taken from J.CALAVERA (7).

(\*\*) This refers only to the Northern hemisphere.

(\*\*\*) The following is not applicable to structures placed outside a building's enclosure.

(\*\*\*\*) This correction should not be made if the air-conditioning installation is likely to be interrupted by more than two days at a time.

(\*\*\*\*\*) This correction should also be considered when the heating installation is likely to be interrupted by more than two days at a time.

(\*\*\*\*\*) This may be considered when laying foundations on very compact or rocky ground. A theoretical analysis shows that the stresses produced in two buildings, one with fixed columns and the other with columns hinged in the foundations, are basically identical in all floors except the ground floor where the stresses in the case of fixed columns are almost double.

In any case, the maximum bending moments and shear stresses appear in columns and lintels adjacent to the joint, while the maximum axial stresses induced on the lintels appear in the area equidistant from two consecutive joints.

disposición de estribos en la zona de solape, si está situada en zona de grandes momentos flectores, tal como demostraron los ensayos de MONKS y SADGROVE citados en la referencia (10). La elección entre la solución a) o la b) depende esencialmente del tipo de obra y del plan de ejecución.

e) Todo lo anterior es válido para cargas estáticas, como son las habituales. En caso de estructuras sometidas a fatiga, se dispone de menos información experimental, aunque los ensayos de FOURE (13), realizados en 1988, confirman la tesis expuesta por CALAVERA en 1981 (7) en el sentido de que, en casos de fatiga, la adherencia hormigón-hormigón debe ser despreciada y el cosido confiado exclusivamente a las armaduras.

### c) JUNTAS DE DILATACION

c-1) TEMPERATURA DE CALCULO. La información sobre el tema es poca, especialmente por lo que se refiere a mediciones sobre edificios construidos. Las referencias (14), (15), (16) y (17) contienen información importante sobre este asunto. En particular el Informe de la National Academy of Sciences, de Washington, "Expansion Joints in Buildings", basado en el estudio de medidas sobre nueve edificios reales y en numerosos cálculos de estructuras teóricas, contiene, a nuestro juicio, la información más válida sobre el tema 2 (\*).

En lo que sigue llamaremos *Variación de Temperatura de Cálculo* al mayor de los valores

$$\Delta_t = T_s - T_m \quad [23]$$

$$\Delta_t = T_m - T_i \quad [24]$$

donde:

- $T_s$  = Temperatura que, como término medio, es excedida solamente el uno por ciento del tiempo durante los meses de verano de Junio a Septiembre. (\*\*)
- $T_m$  = Temperatura media durante la época normal de construcción en la zona que se va a construir el edificio. Como norma general puede definirse como época normal de construcción el período consecutivo del año durante el cual la temperatura mínima diaria no es inferior a 0°C.
- $T_i$  = Temperatura igualada o excedida, por término medio, el noventa y nueve por ciento del tiempo durante los meses de invierno, de Diciembre a Febrero.

### c-2) CALCULO DE LA JUNTA. MÉTODO EMPÍRICO.

#### - Distancia entre juntas

Para estructuras de edificios formadas por entramados, entramados y pantallas y/o núcleos, la distancia entre juntas puede ser determinada mediante el gráfico de la Fig. 25, correspondiente a estructuras en las que puede suponerse que los pilares están articulados en su unión al cimiento y que el edificio tiene calefacción(\*\*\*)).

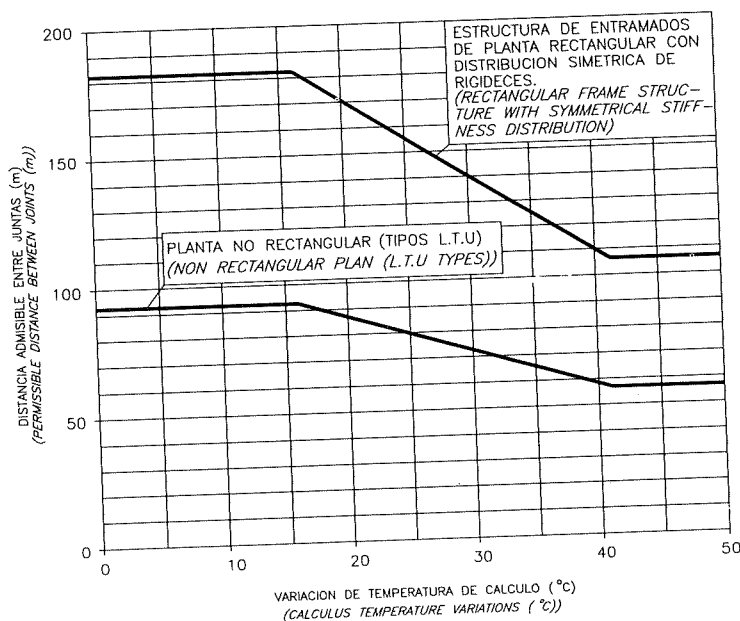


Fig.- 25

(\*) Este apartado ha sido tomado de J. CALAVERA (7).

(\*\*) En todo lo que sigue nos referimos al hemisferio Norte.

(\*\*\*) Lo que sigue no es aplicable a estructuras situadas exteriormente a los cerramientos del edificio.

All the above is applicable to cases such as a) and b) shown in Fig. 26, in which the deformations caused by temperature are symmetrically distributed each side of the central plane between joints. If situations arise such as shown in Fig. 26 c), in which the deformation essentially occurs towards one side of the joint, the distance shown in the graph in Fig. 25 should be reduced by 33%.

If a number of the aforementioned situations coexist, the corresponding percentages of correction have to be algebraically totalled.

- *Maximum closure of joints.*

The theoretical maximum closure of joints in a framed building, subject to temperature variations in degrees centigrade:

$$\Delta_t = T_s - T_m \quad [25]$$

with a distance L between joints, given by

$$C_t = [T_s - T_m] L \times 1.1 \times 10^{-5} \quad [26]$$

In the equation L should be taken as the average of the two distances between the joints of the blocks adjacent to the given joint. If it is in one of the cases of asymmetric rigidity shown in Fig. 24, then the distance of the block should be taken as one and a half times the real distance if the rigid area is on the opposite side of the considered joint and 33% of the real distance if it is on the same side of the joint in question.

- *Width of joints*

When considering the construction tolerances and the deformation characteristics of the sealing material of the joint, the joint should be arranged as

$$a = K_j C_t \quad [27]$$

where  $C_t$  is given by [27] and the values of  $k_j$  are:

$K_j = 2$  in buildings without heating

$k_j = 1.7$  in buildings with heating but without air-conditioning (\*)

$k_j = 1.4$  in buildings with heating and air-conditioning (\*\*)

The minimum width of joint must always be taken as 25 mm.

### c-3) CALCULATION OF THE JOINT. ANALYTICAL METHOD

In those cases where the empirical method does not apply or when it is felt that the results of this method will be too conservative, direct calculation is possible, applied to a temperature variation  $c (T_s - T_m)$  where

$c = 1$  in buildings without heating

$c = 0.7$  in buildings with heating but without air-conditioning (\*\*\*)

$c = 0.55$  in buildings with heating and air-conditioning (\*\*\*\*)

The maximum closure and width of the joint is calculated in accordance with that given in c-2).

In all analytical calculation of joints it is essential to introduce correct hypothesis regarding the connection of the columns to the foundation, or rather, the column-foundation assembly with the ground. Observe the method given in (7) when considering a flexible and non-rigid fixing between the column and its foundation and the soil.

### c-4) TYPES OF JOINTS

Different situations and different types of joints may be found in typical framed structures, as shown in Fig. 27.

The case indicated in Fig. 27a) corresponds to frames parallel to the longest face of the building, with duplicated jointed columns, forming what is known as a "fork joint".

- 
- (\*) Heating and air-conditioning systems should only be considered if they are not likely to be interrupted for more than two days at a time.
  - (\*\*) Heating and air-conditioning systems should only be considered if they are not likely to be interrupted for more than two days at a time.
  - (\*\*\*) Heating and air-conditioning systems should only be considered if they are not likely to be interrupted for more than two days at a time.
  - (\*\*\*\*) Heating and air-conditioning systems should only be considered if they are not likely to be interrupted for more than two days at a time.

A la distancia entre juntas resultante del gráfico de la Fig. 25, se le deben aplicar las siguientes correcciones.

- Si el edificio va a tener aire acondicionado, aumentar la distancia en el 15% (\*).
- Si el edificio no va a tener calefacción, reducir la distancia en el 33% (\*\*).
- Si los pilares pueden considerarse empotrados en su unión al cimiento, reducir la distancia en el 15% (\*\*\*)

Todo lo anterior es aplicable a casos como los a) y b) de la Fig. 26, en la que las deformaciones por temperatura se distribuyen simétricamente a cada lado del plano medio entre juntas. Si se dan situaciones como la c) de la Fig. 26, en que la deformación se produce esencialmente hacia un lado de la junta, la distancia indicada por el gráfico de la Fig. 25 debe reducirse en un 33%.

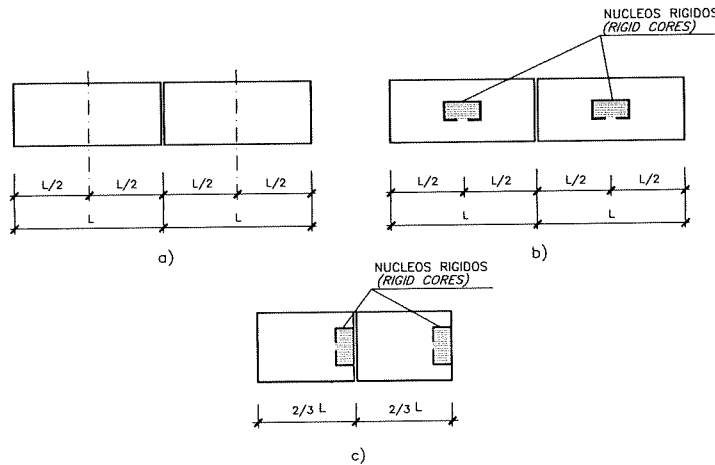


Fig.— 26

Los porcentajes de corrección indicados en los anteriores párrafos se aplicarán sumándolos algebraicamente si coexisten varias de dichas situaciones.

**- Cierre máximo de las juntas**

El máximo cierre teórico de una junta en un edificio de entramado, sometido a una variación de temperatura en grados centígrados:

$$\Delta_t = T_s - T_m \quad [25]$$

con una distancia L entre juntas, viene dado por

$$C_t = [T_s - T_m] L \times 1,1 \times 10^{-5} \quad [26]$$

En la expresión debe tomarse como L el valor medio de las dos distancias entre juntas de los bloques contiguos a la junta considerada. Si se está en uno de los casos de rigidez asimétrica, como el indicado en la Fig. 26, debe tomarse como distancia del bloque la real aumentada en un 50% si la zona rígida está en el lado opuesto la junta considerada y la real reducida en un 33% si está en el mismo lado que la junta considerada.

**- Ancho de juntas**

Para tener en cuenta las tolerancias de construcción y las características de deformabilidad del material de sellado de la junta, se dispondrá de junta

(\*) Si se considera probable que el equipo de aire acondicionado sufra interrupciones en su funcionamiento de más de dos días, no debe aplicarse esta corrección.  
 (\*\*) Se considerará también esta corrección si se supone probable que el equipo de calefacción sufra interrupciones en su funcionamiento de más de dos días.  
 (\*\*\*) Puede considerarse que se está en este caso cuando se cimente en suelos muy compactos o rocosos. Un análisis teórico conduce a que los esfuerzos producidos en dos edificios, uno con pilares articulados y otro con pilares empotrados en su cimentación, son sustancialmente idénticos en todos los pisos excepto el bajo, en el que los esfuerzos en el caso de empotramiento son casi el doble. En cualquier caso, los máximos momentos flectores y esfuerzos cortantes se presentan en los pilares y dinteles contiguos a las juntas, mientras que los máximos esfuerzos axiales inducidos en los dinteles se producen en la zona equidistante de dos juntas consecutivas.

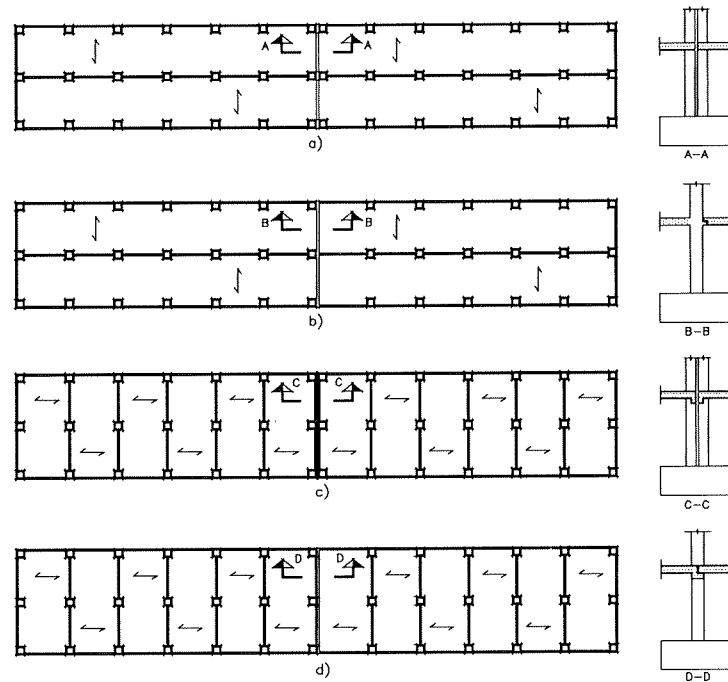


Fig.- 27

The solution given in Fig. 27c) solves the same problem without duplicating the jointed column, by using support brackets.

The solution given in 27d) solves the same problem without duplicating the supports but with the added difficulties of requiring brackets to take the facade beams and the fact that the frame beam has an L section at the joint to offer a sliding support to the right slab.

Today almost all solutions employ the "forked joint" system, as it avoids the complexity of installing and maintaining sliding bearings. In addition, the need to mark facade joints makes this system more favourable in aesthetical terms. The "forked" joint is particularly useful in seismic areas.

#### c-5 ADDITIONAL CONSIDERATIONS

- An application of that described in c-2 regarding the L value to be considered in calculations of closure and width of joint is given in the three different cases shown in Fig. 28.

In case a) the two blocks which coincide with the joint have an approximately uniform distribution and symmetrical rigidity at the centre points of their lengths  $L_1$  and  $L_2$  and, therefore, only dimensional changes in length

$\frac{L_1}{2}$  and  $\frac{L_2}{2}$  affect the joint and therefore

$$L = \frac{L_1 + L_2}{2} \quad [28]$$

In case b) an area of substantially greater rigidity than the rest of the structure is situated at the end of furthest block from the joint. Dimensional changes of the joint are, therefore, greater than in the previous case and we will take

$$L = \frac{1,5 L_1 + L_2}{2} \quad [29]$$

In case c) the area of greater rigidity is beside the joint, and we will therefore take

$$L = \frac{2/3 L_1 + L_2}{2} \quad [30]$$



$$a = k_j C_t$$

[27]

donde  $C_t$  viene dado por [27] y los valores de  $k_j$  son:

$$\begin{aligned} k_j &= 2 && \text{para edificios sin calefacción.} \\ k_j &= 1,7 && \text{para edificios con calefacción pero sin aire acondicionado (*).} \\ k_j &= 1,4 && \text{para edificios con calefacción y aire acondicionado (**).} \end{aligned}$$

El ancho mínimo de la junta debe ser, en cualquier caso, de 25 mm.

### c-3) CALCULO DE LA JUNTA. MÉTODO ANALÍTICO

Para aquellos casos en que el método empírico no sea de aplicación o bien cuando se estime que los resultados a que conduce son demasiado conservadores, cabe el cálculo directo, aplicado a una variación de temperatura  $c(T_s - T_m)$  donde

$$\begin{aligned} c &= 1 && \text{para edificios sin calefacción} \\ c &= 0,7 && \text{para edificios con calefacción pero sin aire acondicionado (***)} \\ c &= 0,55 && \text{para edificios con calefacción y aire acondicionado (****).} \end{aligned}$$

El cierre máximo de juntas y el ancho de juntas se calculan de acuerdo con lo indicado en c-2). En todo cálculo analítico de juntas es esencial introducir hipótesis correctas acerca de la unión de los pilares al cimiento, o, mejor dicho, del conjunto pilar-cimiento al suelo. Véase a estos efectos el método expuesto en (7), para considerar un empotramiento flexible, y no rígido, entre el pilar y su cimiento y el suelo.

### c-4) TIPOS DE JUNTAS

En los edificios usuales de entramado, pueden presentarse diversas situaciones y diferentes tipos de juntas que se indican en la Fig. 27.

El caso indicado en la Fig. 27 a) corresponde a entramados paralelos a las fachadas de mayor longitud, con pilares duplicados en junta, formando lo que se llama una "junta en diapasón".

La solución indicada en la Fig. 27 b) resuelve el mismo problema sin duplicar el pilar en junta, pero empleando ménsulas de apoyo.

El caso de la Fig. 27 c) corresponde a entramados perpendiculares a las fachadas de mayor longitud, y de nuevo utiliza la "junta en diapasón" con duplicación de pilares.

La solución de la Fig. 27 d) resuelve el mismo problema sin duplicar los soportes pero con la doble complejidad de necesitar ménsulas para recibir las vigas de fachada y de que la viga del entramado de junta adopta la sección en L para materializar un apoyo deslizante del forjado del bloque de la derecha.

Las soluciones habituales utilizan hoy, casi sin excepción, el sistema de "junta en diapasón", ya que evita la complejidad de los apoyos deslizantes y su mantenimiento, que con frecuencia es problemático. Por otra parte, la necesidad de acusar las juntas en fachada conduce también a la preferencia de este tipo de juntas por motivos estéticos. La junta diapasón es especialmente útil en zonas sísmicas

### c-5) CONSIDERACIONES ADICIONALES

- Como aplicación a lo dicho en c-2 sobre el valor de L a considerar en los cálculos de cierre y ancho de juntas, la Fig. 28 indica tres diferentes casos.

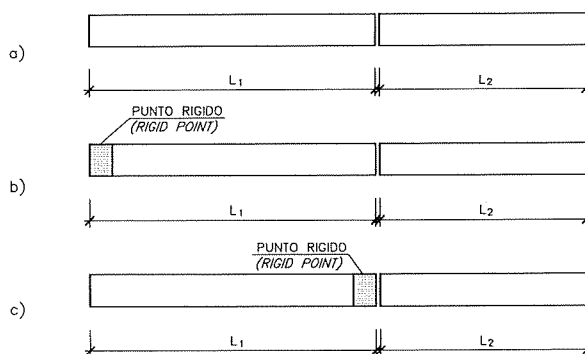


Fig.- 28

- (\*) Se recuerda que los equipos de calefacción y aire acondicionado sólo deben ser tenidos en cuenta si no es probable que su funcionamiento se interrumpa por más de dos días consecutivos.
- (\*\*) Se recuerda que los equipos de calefacción y aire acondicionado solo deben ser tenidos en cuenta si no es probable que su funcionamiento se interrumpa por mas de dos días consecutivos.
- (\*\*\*) Se recuerda que los equipos de calefacción y aire acondicionado sólo deben ser tenidos en cuenta si no es probable que su funcionamiento se interrumpa por más de dos días consecutivos.
- (\*\*\*\*) Se recuerda que los equipos de calefacción y aire acondicionado sólo deben ser tenidos en cuenta si no es probable que su funcionamiento se interrumpa por más de dos días consecutivos.

- We have already mentioned that the joint should be no smaller than 25 mm. regardless of the values given by calculation. If it is necessary to make the width over 50 mm., the joint will require a very careful study of the behaviour of the non-structural parts of the building, for reasons of both aesthetics and service conditions.

- The joints should affect the whole of the building, with the exception of the buried foundations, which do not require joints. However, when the building cools down and as indicated in Fig. 29, this produces forces  $F_1$  on the upper face of the footing. It is not normally necessary to make a specific calculation of these stresses but it is recommendable to include a certain amount of reinforcement  $A_s$  which controls possible cracking in the upper face due to the traction  $F_1$ .

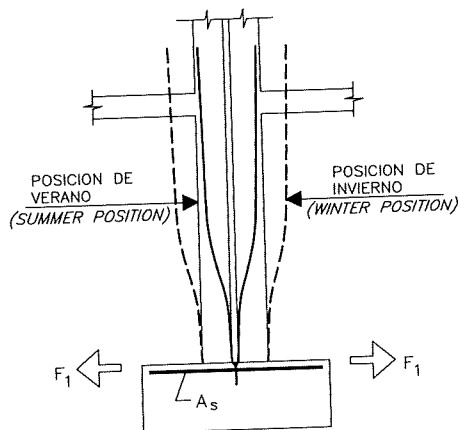


Fig.- 29

- The joints need a certain degree of maintenance in order to prevent foreign materials from impeding the correct working of the joint. They should therefore be placed in a way that allows periodical inspection.

- Theoretical calculations of joints generally give results that greatly differ from the real behaviour, this is normally due to the fact that the structure is covered by non-structural elements which cause a certain delay and absorption of temperature changes.

K.K. KARPATI and P.J. SEREDA (6) carried out measurements in existing buildings and came to the conclusion that the movements of joints in the upper part of the buildings were approximately half those given by theoretical calculation and were practically null in the lower part of the same.

- One should remember that everything we have said refers to the admissible distance between joints from the standpoint of forces produced in a structure by thermal variations. Non-structural materials may need closer joints and/or a greater number of joints. Generally the façade materials need appreciably smaller distances between joints than those of the structure and the distances between roofs joints should be even smaller.

En el caso a) los dos bloques que coinciden en la junta tienen una distribución aproximadamente uniforme y simétrica de rigideces respecto a los puntos medios de sus longitudes  $L_1$  y  $L_2$  de forma que solo los cambios dimensionales de las longitudes

$\frac{L_1}{2}$  y  $\frac{L_2}{2}$  afectan a la junta y por tanto

$$L = \frac{L_1 + L_2}{2} \quad [28]$$

En el caso b), una zona de rigidez sustancialmente mayor que la del resto de la estructura está situada en el extremo del bloque más alejado de la junta. Los cambios dimensionales de la junta son, por tanto, mayores que los del caso anterior y tomaremos

$$L = \frac{1,5 L_1 + L_2}{2} \quad [29]$$

En el caso c) la zona de mayor rigidez está al lado de la junta y, por análogas consideraciones, tomaremos

$$L = \frac{2/3 L_1 + L_2}{2} \quad [30]$$

- Con independencia de los valores proporcionados por el cálculo, ya dijimos que el ancho de junta no debe ser inferior a 25 mm. Si resulta necesario un ancho superior a 50 mm., la junta requerirá un estudio muy cuidadoso del comportamiento de las partes no estructurales del edificio, tanto desde el punto de vista estético como de condiciones de servicio.

- Las juntas deben afectar al edificio en su totalidad, con excepción de los cimientos enterrados, que no necesitan juntas. Sin embargo, al enfriarse el edificio y tal como se indica en la Fig. 29, se inducen fuerzas  $F_1$  en la cara superior de la zapata. En general no es necesario un cálculo específico de estos esfuerzos pero sí es aconsejable la disposición de una cierta armadura  $A_s$  que controle la posible fisuración en cara superior, debida a la tracción  $F_1$ .

- Las juntas requieren una cierta conservación con el fin de evitar que la introducción de materiales extraños en ella dificulte su correcto funcionamiento. Ello exige que su situación permita la inspección periódica.

- En general, los cálculos teóricos sobre juntas conducen a resultados que discrepan apreciablemente del comportamiento real, debido en general a que las partes no estructurales del edificio revisten la estructura y hacen que ésta siga con un cierto retraso los cambios de temperatura y los amortigüen parcialmente.

K.K. KARPATI y P.J. SEREDA (6) procedieron a mediciones en edificios reales y llegaron a la conclusión de que los movimientos de las juntas en la parte superior de los edificios son aproximadamente la mitad de los proporcionados por el cálculo teórico y resultan prácticamente nulos en la parte inferior.

- No debe olvidarse que todo lo que aquí se dice se refiere a las distancias entre juntas admisibles desde el punto de vista de los esfuerzos provocados en la estructura por las variaciones térmicas. Los materiales no estructurales pueden requerir juntas más próximas y/o mayor número de juntas. En general los cerramientos de fachada requieren distancias entre juntas notablemente inferiores a las de la estructura y aún menores son las distancias para juntas encubiertas.

## BIBLIOGRAFÍA

## BIBLIOGRAPHY

- (1) BS 8007. 1987 "British Standard Code of Practice for Design of Concrete Structures for Retaining Aqueous Liquids".
- (2) DEACON, R.C.; "Watertight Concrete Construction". Cement And Concrete Association. London. 1978.
- (3) CALAVERA, J.; GARCIA DUTARI, L.; "Cálculo de Flechas en Estructuras de Hormigón Armado". INTEMAC. Madrid. 1992.
- (4) FERNÁNDEZ GÓMEZ, J.; "Estudio experimental de la evolución de las características mecánicas del hormigón curado en diversas condiciones y su aplicación al cálculo de los procesos de descimbrado". Tesis Doctoral bajo la dirección de J. CALAVERA. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid, 1986.
- (5) CALAVERA, J.; "Manual de Detalles Constructivos en Obras de Hormigón Armado". INTEMAC. Madrid. 1993.
- (6) "Cast in place Walls". American Concrete Institute (ACI). Detroit. 1984.
- (7) CALAVERA, J.; "Proyecto y Cálculo de Estructuras de Hormigón Armado para Edificios". 2ª edición. INTEMAC. Madrid. 1991.
- (8) CAFFARENA, J.; "Estudio Experimental de Juntas de Hormigonado en Estructuras de Edificios". Tesis Doctoral realizada en la Escuela de Ingenieros de Caminos de la U.P. de Madrid, bajo la dirección de J. CALAVERA. Madrid. 1986.
- (9) BROOK, K.M.; "Construction Joints in Concrete". Cement and Concrete Association. Technical Report. London. Mayo 1969.
- (10) MONKS, W.L.; SADGROVE, B.M.; "The effect of Construction Joints on the performance of Reinforced Concrete Beams". Cement and Concrete Association. London. Diciembre 1973.
- (11) CALAVERA, J.; GONZALEZ VALLE, E.; DELIBES, A.; IZQUIERDO, J.M.; "Ensayos de corte en la superficie de contacto entre hormigones de piezas prefabricadas y hormigones vertidos "in situ"". Hormigón y Acero, nº 119 y 120. Madrid. 1976.
- (12) GONZALEZ VALLE, E.; "Estudio experimental del comportamiento de juntas entre hormigones "in situ" y prefabricados con distintos tratamientos en la unión". Tesis Doctoral realizada en la Escuela de Ingenieros de Caminos de la U.P. de Madrid, bajo la dirección de J. CALAVERA. Madrid. 1988.
- (13) FOURE, B.; "Comportement des surfaces de reprise de bétonnage vis-a-vis du cisaillement". Annales de l'I.T.B.T.P. Febrero 1988.
- (14) MATTHEISS, I.; "Hormigón armado. Hormigón armado aligerado. Hormigón pretensado". Editorial Reverte. Barcelona. 1980.
- (15) "Expansion Joints in Buildings". Technical Report nº 65. National Academy of Sciences. Washington. 1974.
- (16) KARPATI, K.K.; SEREDA, P.J.; "De la mesure du comportement des joints de dilatation". Bâtiment International. Noviembre/Diciembre 1976.
- (17) LENZNER, D.; "Movements in Buildings". Pergamon Press. Oxford. Second Edition. 1981.

## Relación de Personal Titulado

### Arquitectos

Jalvo García, Jaime  
Luzón Cánovas, José M<sup>a</sup>  
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 Serafi, Carles  
Ferrerías Eleta, Román  
Gómez Alvarez, Mercedes  
González González, Juan José  
González Valle, Enrique  
Hostalet Alba, Francisco  
Izquierdo Bernaldo de Quirós, José M<sup>a</sup>  
Jordán de Urriés de la Riva, Jorge  
Ley Urzaiz, Jorge  
Penón Molins, Eduardo  
Rodríguez Escribano, Raúl 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  
Arroyo Arroyo, José Ramón  
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

Alvarez Begega, José Manuel  
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

### Diplomada en Ciencias Empresariales

De la Mano Calvo, Isabel M<sup>a</sup>

### Ingenieros Técnicos Industriales

Díaz-Trechuelo Laffón, Antonio  
González Carmona, Manuel  
Laserna Parrilla, María Teresa  
Madueño Moraño, Antonio  
Sánchez Orgaz, Miguel Angel

### Ingeniero Técnico de Minas

Ballesteros Peinado, Luis Alberto

### Ingenieros Técnicos 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 de la  
Rozas Hernando, José Juan  
Sánchez González, M<sup>a</sup> del Carmen  
Sánchez Vicente, Andrés

### Ingenieros Técnicos Topógrafos

Barragán Bermejo, M<sup>a</sup> Vicenta  
Carreras Ruiz, Francisco  
García Martín, M<sup>a</sup> Mercedes  
López-Canti Casas, Elisa  
Valades Cerezo, Juan Carlos

### Profesores Mercantiles

González Alvarez, Vicente  
Sampedro Portas, Arturo

### Técnico en Administración de Empresas

González del Olmo, M<sup>a</sup> de la Peña  
de Francia

### Técnico en Informática

García Rodríguez, Juan Tomás

### Técnico en Publicidad

Blanco Armas, Cristina

### Topógrafo

Alquézar Falceto, Ricardo



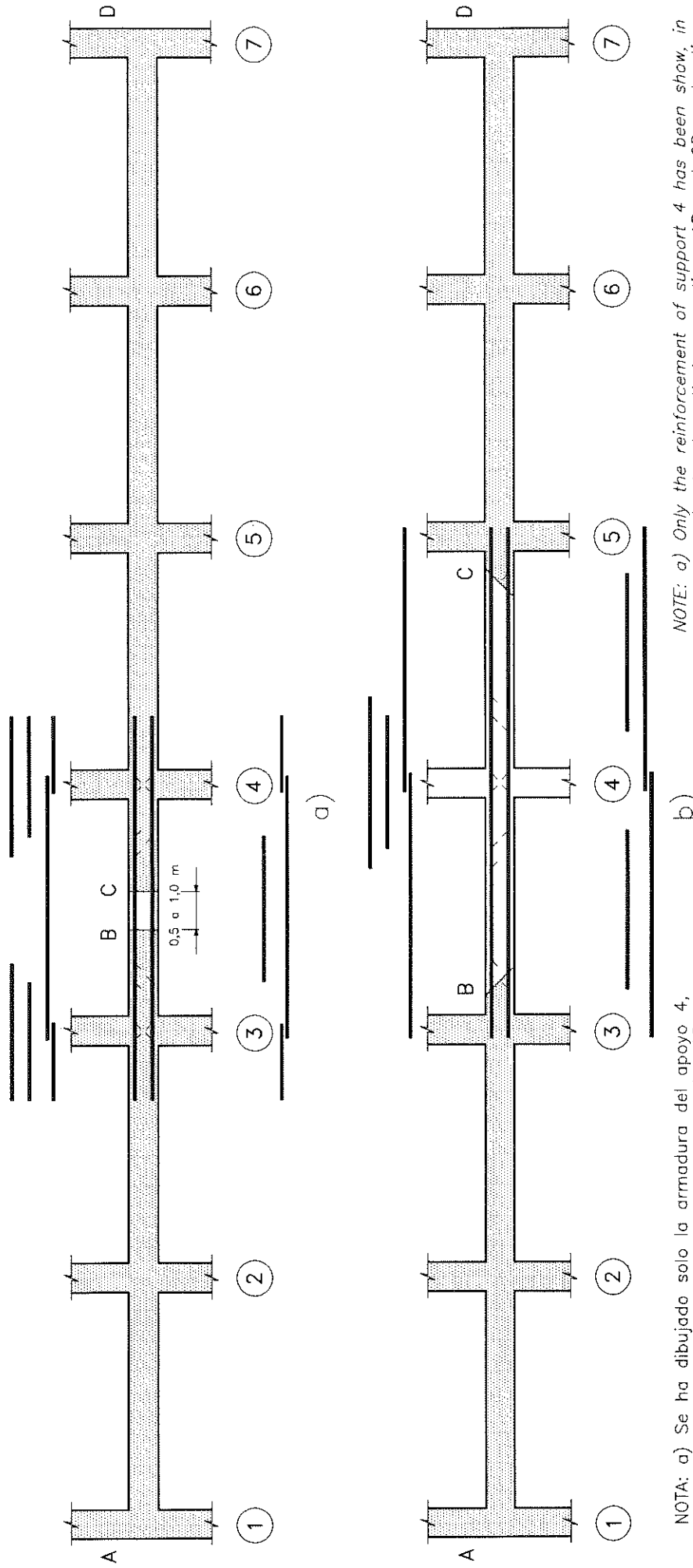
**CORRECCION DE OMISION DE FIGURA EN EL**

**CUADERNO DE INEMAC N° 14 - 2° TRIMESTRE 1994**

EN LA PAGINA 33 (VERSION ESPAÑOLA) Y 34 (VERSION INGLESA) FALTA LA FIGURA QUE SE INDICA AQUI, COMO 24 bis. LAS REFERENCIAS DEL PARRAFO d) A FIG. 23.) 23a Y 22b, DEBEN DECIR 24 bis.

**CORRECTION FOR THE OMISSION OF A FIGURE IN THE INEMAC QUARTERLY No.14 - 2nd QUARTER 1994**

ON PAGE 33 (SPANISH VERSION) AND 34 (ENGLISH VERSION) THE FIGURE, SHOWN BELOW AS 24 A, DOES NOT APPEAR. THE REFERENCES IN PARAGRAPH d) TO FIGS. 23, 23a, AND 23b, SHOULD READ 24 A.



NOTA: a) Se ha dibujado solo la armadura del apoyo 4, para mostrar que al contraer las partes AB y CD, las armaduras no coartan la retracción.

NOTA: b) En cualquier caso, siempre es válida la solución de interrumpir simplemente el hormigonado y esperar para reanudarlo a que transcurra el plazo indicado en el párrafo c).

NOTE: a) Only the reinforcement of support 4 has been show, in order to show that on sections AB and CD contracting, the reinforcement does not prevent the contraction.

NOTE: b) However, it is always possible to simply interrupt the concreting and wait for the period of time indicated in the paragraph c) before continuing.

Figura 24 bis

Figure 24 a

## 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 N° 13**  
"Ensayo de Estanqueidad al agua en cubiertas y fachadas".  
Autor: **J. JALVO GARCIA**.  
Arquitecto.

**Cuaderno N° 14**  
"Juntas de Contratación y Juntas de Trabajo en Estructuras de Hormigón".  
Autores: Prof. **J. CALAVERA RUIZ**,  
Prof. **E. GONZALEZ VALLE**.  
Dres. Ingenieros de Caminos.

### CUADERNOS DE PROXIMA APARICION

**Cuaderno N° 15**  
"Conducción de San Juan-Valmayor. Control de Calidad de una conducción forzada".  
Autores: **C. CORRAL FOLGADO**,  
Ingeniero de Caminos.  
Prof. **F. VALENCIANO CARLES**,  
Ingeniero Industrial.

**Cuaderno N° 16**  
Autor: Prof. **F. HOSTALET ALBA**,  
Dr. Ingeniero de Caminos.  
"La estimación in situ de la resistencia del hormigón endurecido. Aplicación al caso de hormigones de estructuras de edificación".

**Cuaderno N° 17**  
"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.

## 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.

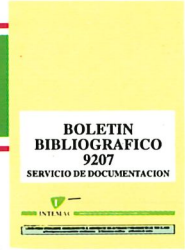
REFERENCIA	TITULO	CONTENIDO	DURACION	PRECIO
N° 8801 (1)	FABRICACION Y ENSAYO DE PROBETAS DE HORMIGON	Contempla, de forma completa y detallada, el proceso de toma de muestras de hormigón fresco en obra, medida de consistencia con el cono de Abrams, fabricación de probetas, curado en obra, transporte al laboratorio, curado en cámara, refrentado y ensayo a compresión.	27 min.	80.000 ptas* IVA INCLUIDO

### EN PREPARACION

REFERENCIA	TITULO	REFERENCIA	TITULO
N° 8802 (2)	MUESTREO Y ENSAYO DE ARMADURAS DE HORMIGON ARMADO Y PRETENSADO	N° 9002 (6)	EJECUCION DE ESTRUCTURAS DE HORMIGON (II)
N° 8901 (3)	PIEZAS DE HORMIGON ARMADO SOMETIDAS A FLEXION SIMPLE...	N° 9101 (7)	PIEZAS DE HORMIGON ARMADO SOMETIDAS A ESFUERZO CORTANTE
N° 8902 (4)	PIEZAS DE HORMIGON ARMADO SOMETIDAS A COMPRESION	N° 9102 (8)	PIEZAS DE HORMIGON PRETENSADO SOMETIDAS A FLEXION SIMPLE
N° 9001 (5)	EJECUCION DE ESTRUCTURAS DE HORMIGON (I)		

\* PRECIO para entregas dentro del territorio español

## BOLETIN BIBLIOGRAFICO

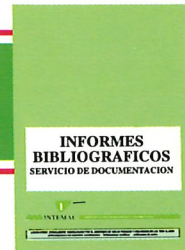


INTEMAC viene realizando desde su fundación un BOLETIN BIBLIOGRAFICO para uso interno, que ofrece, en una lectura rápida, un panorama general de todas las publicaciones técnicas disponibles. Desde 1991, esta publicación bimestral, ha sido puesta a disposición del público.

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



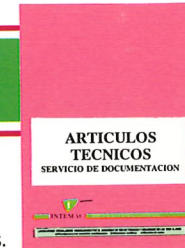
EL INSTITUTO tiene un SERVICIO DE DOCUMENTACION, que pone a su disposición y que le puede informar sobre cualquier tema relacionado con la Edificación, Instalaciones, Obra Civil y Urbanismo. Se efectúan CONSULTAS BIBLIOGRAFICAS sobre cualquiera de los temas indicados anteriormente, de acuerdo con las 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. Arrechea Veramendi, F.; Cortés Bretón, J. M<sup>º</sup>; 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<sup>º</sup>; 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.

## 2 MUROS DE CONTENCIÓN Y MUROS DE SOTANO

- Autor: *J. Calavera*
- 2ª edición, 1989.
- 308 páginas.
- Encuadernación en guaflex.
- 26 gráficos y tablas auxiliares. 22 tablas para el dimensionamiento directo.
- Precio: 6.500 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

Antón Fortuny 14-16. Esc. C. 4.º 2.ª  
Tel. (93) 473 85 00 • Fax: (93) 473 79 32.  
08950 Esplugues de Llobregat

### 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