

# Contracción del concreto y su control

RC2004

Carlos Arcila e Paulo Helene

Cartagena, septiembre 15, 2004

1

## Introducción

La contracción del concreto es un fenómeno conocido, muy estudiado en los últimos años y si no se entiende bien... inevitable!

Se trata de la reducción de volumen de una estructura de concreto!

El concreto, por razones que analizaremos más adelante, se encoge o se hincha en las tres dimensiones.

Pero ese no es el problema...

3

## El agrietamiento es el problema!



4

## El agrietamiento es el problema!

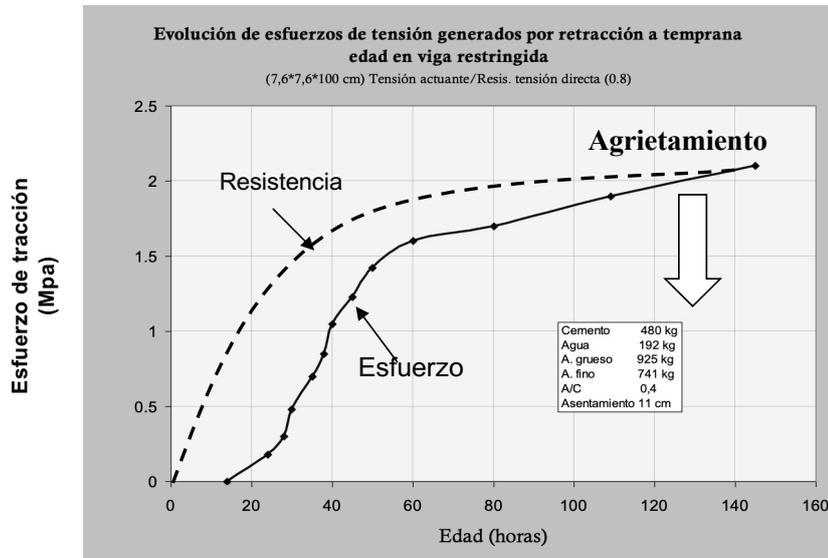
Si el concreto se encogiera libremente no habría ningún problema! Quizá un pequeño faltante de altura en una columna o vigas y losas un poco más cortas...

La cuestión es que por lo general el elemento de concreto está amarrado a algo!

- A otro elemento estructural
- A la fundación o a la base
- Incluso la misma armadura restringe el movimiento!

5

Una competencia entre la ganancia de resistencia y la generación de esfuerzos por retracción tiene lugar desde que se coloca el concreto.



7

### Algunas de las consecuencias de la contracción del concreto son:

- Pérdida de eficiencia de elementos preesforzados
- Pérdida de tensión en elementos postensados
- Necesidad de dividir la estructura (juntas)
- Agrietamientos que comprometen la durabilidad, la estabilidad y la vida en servicio de las estructuras

8

## Cambios volumétricos en el concreto

### A. De origen térmico

- Contracción de fraguado

### B. Relacionados con la pérdida de agua o de materia

- Contracción química
- Contracción plástica
- Contracción autógena
- Contracción de secado

### C. Relacionados con el ataque del medio

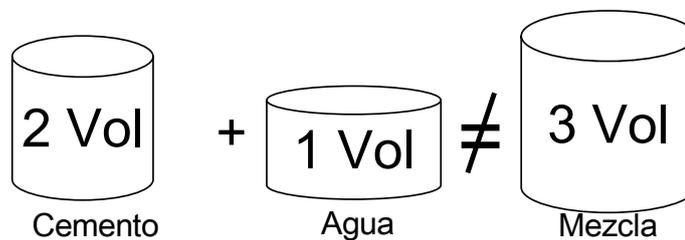
- Contracción por carbonatación

Todos estos fenómenos se dan tarde o temprano en el concreto, sólo que en algunos casos o para ciertos tipos de estructuras algunos son más fuertes e importantes que otros...

9

## Contracción química

Muy parecida a lo que pasa con la plata de la gente en el Banco: lo que le devuelven es menos de lo que metió (devaluación)!

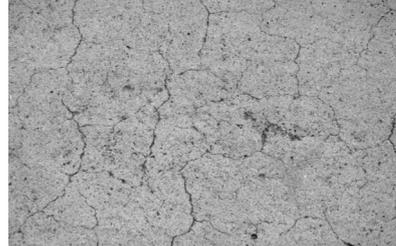


Esta contracción es pequeña (8% del volumen del cemento antes de hidratar) y ocurre en su mayor parte mientras el concreto está fresco.

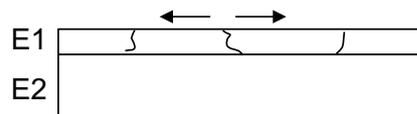
10

## Contracción plástica

Se presenta en estructuras laminares (delgadas) expuestas al sol y al viento... y no afecta en gran forma estructuras protegidas contra la evaporación (Ej. Vigas y columnas encofradas)



La capa superior del concreto se seca, se calienta, se rigidiza y se contrae, mientras el concreto de abajo está fresco!



**Resultado: mapeo superficial !**

11

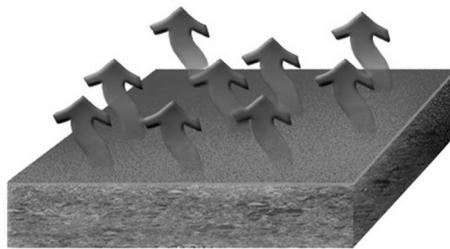
## Contracción plástica

Esta contracción se presenta por evaporación rápida del agua de exudación.

El agrietamiento por contracción plástica sólo es posible hasta cuando el concreto adquiere 1MPa de resistencia a compresión!

Las grietas generalmente no son profundas!

**Factores: Viento, Sol y baja Hr**



Debe prestarse especial cuidado a concretos con aire incorporado, humo de sílice o con baja relac a/c

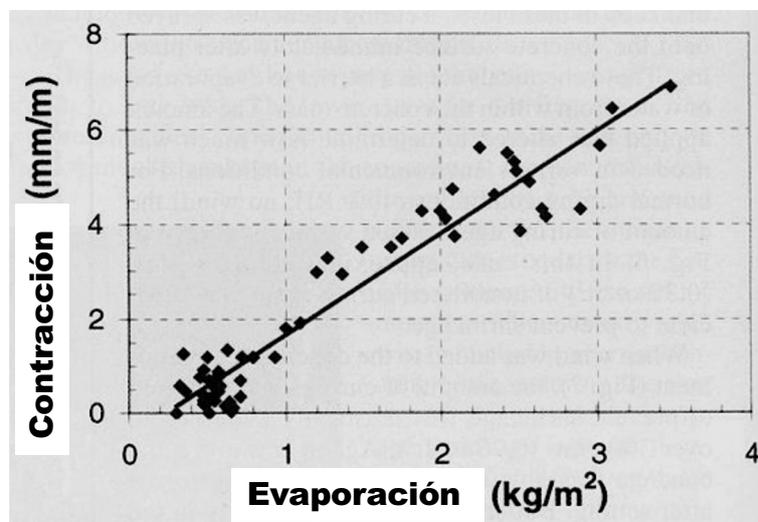
12

## Factores que ocasionan contracción plástica y su control.

*"Where did these cracks come from ?  
Erika Holt , Concrete International , Septiembre 2000.*

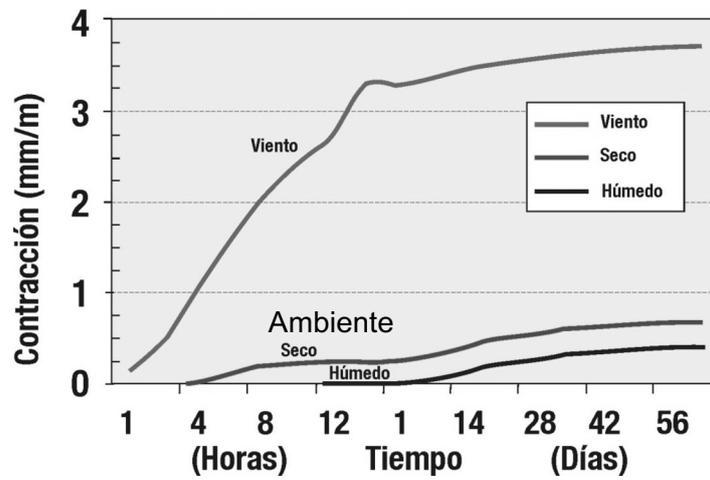
13

## Retracción vs evaporación



14

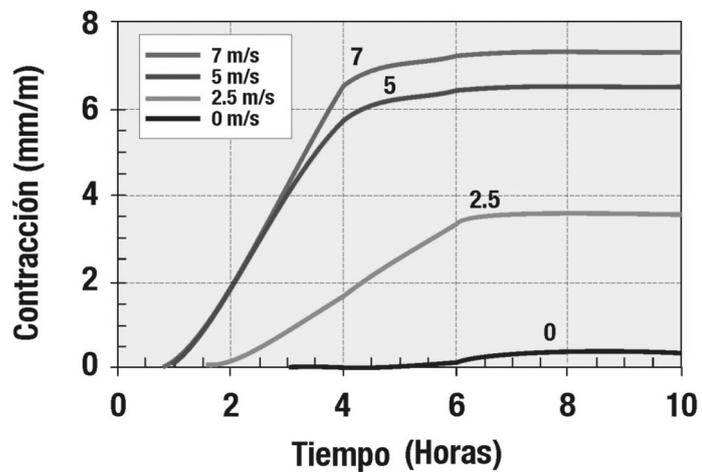
Retracción inicial y final del concreto bajo diversas condiciones ambientales



Nótese la importancia del viento en la contracción!

15

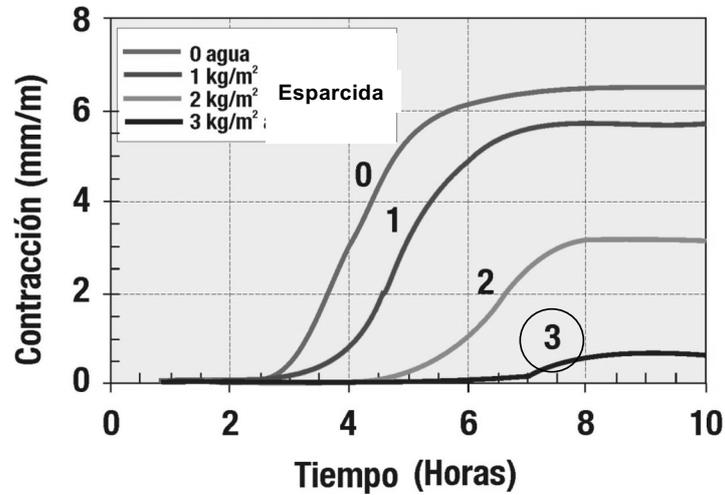
Retracción inicial con diferentes velocidades de viento.



Explica aquello de las losas que amanecen fisuradas !

16

Como el mejor curador es el agua, veamos la cantidad requerida para controlar retracción



17

## Riesgo de fisuración por contracción plástica

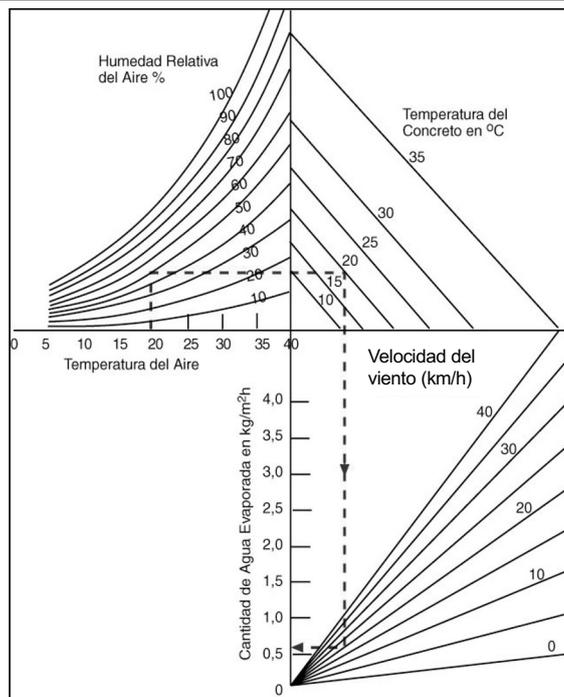
Los límites en la evaporación del agua de exudación en la superficie del concreto los han definido varios códigos:

- ACI 305R-96 ..... 1 kg/m<sup>2</sup>/h
- Código Canadiense..... 0,75 kg/m<sup>2</sup>/h
- Código Australiano..... 1 kg/m<sup>2</sup>/h (fisuración)
- Nuevas Referencias..... 0,50 kg/m<sup>2</sup>/h

18

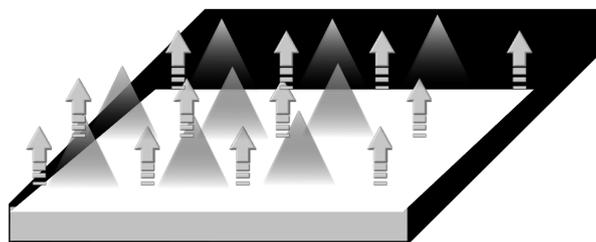
Agua evaporada en función de la Temperatura del aire, del concreto y la velocidad del viento.

**Nomograma basado en la fórmula de Menzel**



19

**De acuerdo al diagrama de Menzel, para las condiciones de Bogotá (20°C, 60%HR, 18 Km/h) un concreto pierde 0.8 kg/m²/h.**

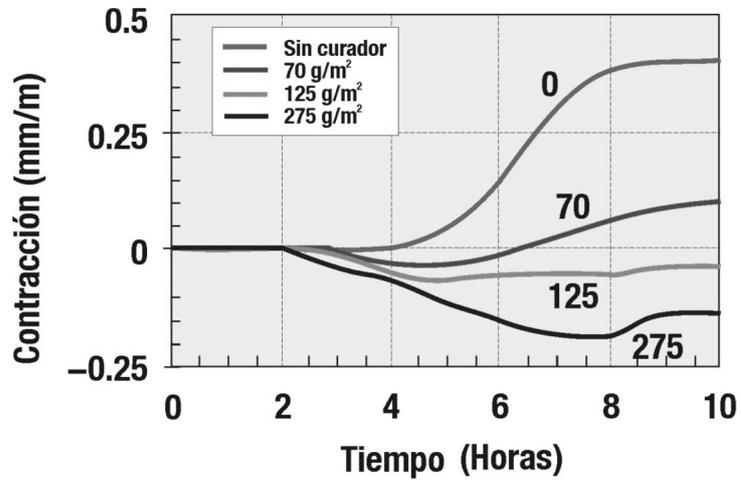


**Así en 72 horas necesita 57,6 kg/m² de agua en su superficie!!!**

Se empieza a entender por qué hay que inundar una losa en condiciones climáticas difíciles

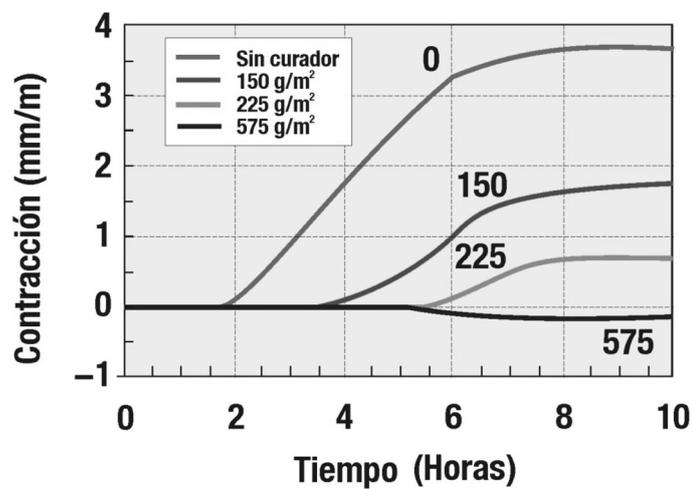
20

Compuesto curador (ASTM C-309) necesario para controlar retracción a 20 °C , HR= 40% y sin viento



21

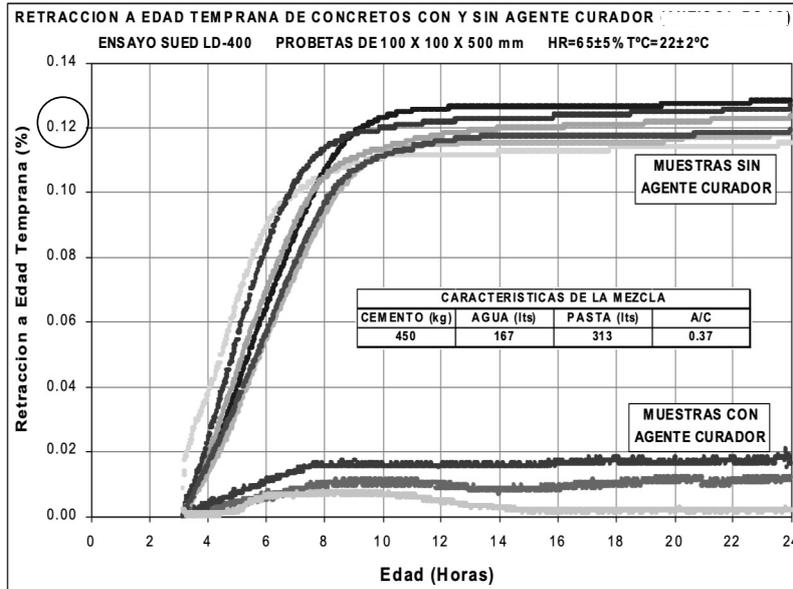
Compuesto curador ASTM C309 necesario para controlar retracción a 20 C HR= 40% y Velocidad del viento = 9 km/h



Mejor colocar 150 g/m² y cubrir la superficie!

22

## Contracción de concretos sin curador



23



**EL CURADO ES SAGRADO !**

24

## Norma ASTM C309

La cumple el producto que permita una pérdida máxima de humedad de  $0.55 \text{ kg/m}^2$  a las 72 horas.

Es decir  $0,0076 \text{ kg/m}^2/\text{h}$  !

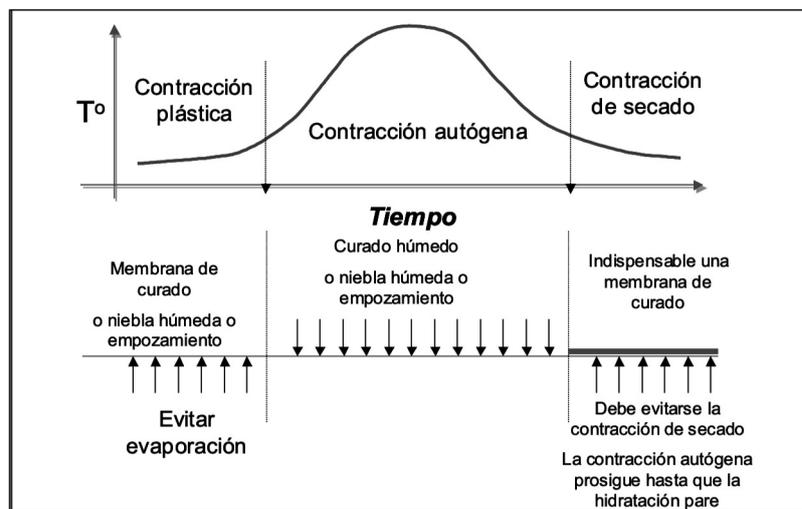
La muestra de mortero es colocada y curada en una cámara de viento.



- Temperatura mayor a  $30^\circ\text{C}$
- Humedad inferior a 50% y viento !

25

## Esquema de curado recomendable



26

## Grietas por contracción plástica

### **Tratamiento:**

Si se detectan antes de que frague el concreto se puede regar agua y escobillar para cerrar la fisura.

Si ya fraguó inyectar resina o lechada de cemento



27

## Control de la contracción plástica

La contracción plástica, tan importante en el agrietamiento de pavimentos, se controla con:

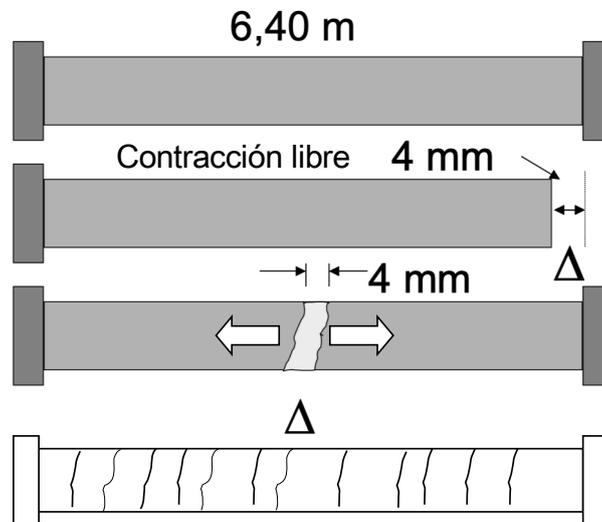
- Retardantes de evaporación y una membrana de curado
- Incorporadores de aire que eviten un excesiva exudación
- Controlando la dosis de retardadores (un excesivo retardo agrieta!)
- Protegiendo la losa del sol y del viento (barreras y mantas húmedas)
- Introduciendo fibras en el concreto
- Extremando el curado si se emplea Humo de sílice
- Con un rocío fino de agua en condiciones críticas de temperatura

28

## Agrietamiento por contracción de secado

restringida

$$\Delta L = 0,6 \text{ mm / m}$$



29

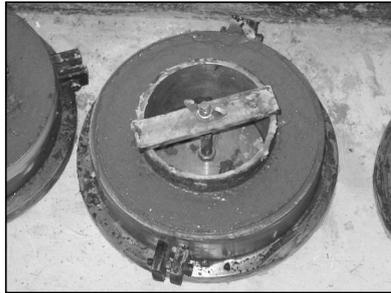
## Control de la contracción de secado

La contracción de secado, puede ser menor que la contracción plástica del concreto, pero los esfuerzos que genera en el concreto endurecido son altísimos, se controla con:

- Una adecuada granulometría y TMN del agregado para reducir pasta
- Probando diseños con diferentes fuentes de agregados y cementos para encontrar la combinación ideal de materiales que no generen contracción excesiva
- Usar HRWR para reducir la relac a/c
- Con un adecuado curado de la estructura (15 días con cementos adicionados!)
- Evaluando esfuerzos y colocando el refuerzo necesario
- Programando y diseñando juntas de contracción

30

## Evaluación de retracción en estado endurecido (Cualitativo).

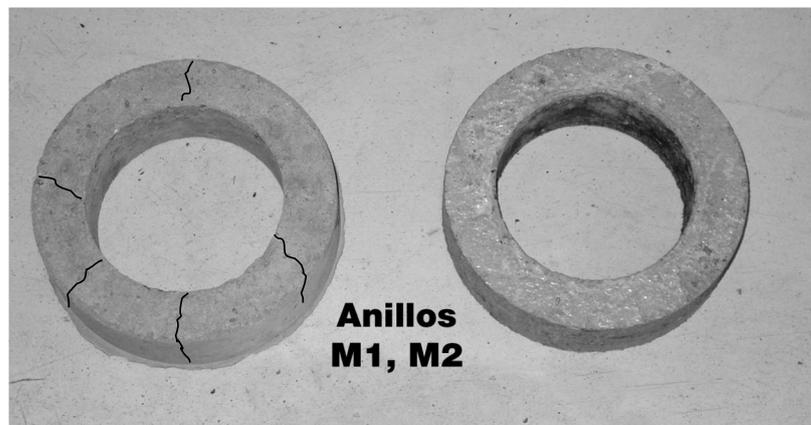


### METODO DE LOS ANILLOS



31

Se registra la edad de aparición y longitud del agrietamiento (Cualitativo).



32