

PROGRAMA DEL CURSO "TECNOLOGIA DEL CONCRETO HIDRAULICO"
 IMPARTIDO EN EL CENTRO DE EDUCACION CONTINUA, DIVISION
 DE ESTUDIOS SUPERIORES DE LA FACULTAD DE INGENIERIA, DE
 LA U.N.A.M. DEL 15 AL 18 Y DEL 22 AL 25 DE AGOSTO, 1977

E V E N T O	D I A	H O R A	P A R T I C I P A N T E S
Inauguración	15	16:00 a 16:30	P r e s i d i u m
R e c e s o	15	16:30 a 16:45	
I n t r o d u c c i ó n	15	16:45 a 17:00	Ing. Carlos King Revelo
Introducción a la Patología Estructural	15	17:00 a 17:45	Ing. Carlos King Revelo
Daños en sismos recientes	15	17:45 a 18:15	Ing. Amilcar Galindo Solorzano
Análisis de algunos daños en sismos recientes	15	18:15 a 19:00	Ing. Claudio Merrifield Castro
Cementos, Fabricación. Composición química. Ensayes y Pruebas.	16	16:00 a 16:30	Ing. Luis A. García Chowell
Agregados. Propiedades. Contaminantes y Generalidades sobre ensayos y pruebas.	16	16:30 a 18:00	Ing. Luis A. García Chowell
R e c e s o	16	18:00 a 18:15	
Agua. Impurezas. Sustancias disueltas o en suspensión. Tratamientos. Pruebas físicas y químicas	16	18:15 a 18:45	Ing. Mario Tena Bernal
Aditivos. Características. Tipos y usos. Precauciones para su empleo. Ensayes y especificaciones.	17	16:00 a 17:30	Ing. Mario Tena Bernal
Receso	17	17:30 a 17:45	

E V E N T O	D I A	H O R A	P A R T I C I P A N T E S
Diseño de mezclas. Tipos de mezclas y criterio de diseño, mezclas para: concretos ciclópeos, ligeros, refractarios, -- aislantes, térmicos, aislantes acústicos, degranulometrías discontinuas para acabados aparentes y para otros usos.	17	17:45 a 19:00	Ing. Mario Tena Bernal
Diseño de mezclas. Tipos de mezclas y criterio de diseño, mezclas para: concretos ciclópeos, ligeros, refractarios, -- aislantes térmicos, aislantes acústicos, degranulometrías discontinuas para acabados aparentes y para otros usos (C o n t i n u a c i ó n).	18	16:00 a 16:30	Ing. Mario Tena Bernal
Producción y equipo. Producción en campo ó en planta. Equipos, características y operación. Problemas especiales.	18	16:30 a 17:00	Ing. Mario Tena Bernal
R e c e s o	18	17:00 a 17:15	
Propiedades del concreto fresco, trabajabilidad, plasticidad y compacidad. Muestreo y pruebas de laboratorio en el concreto fresco	18	17:15 a 18:15	Ing. Luis A. García Chowell
M e s a R e d o n d a	18	18:15 a 19:00	

E V E N T O	D I A	H O R A	P A R T I C I P A N T E S
Cimbras y obras falsas. Problemas constructivos. Contraventeos inadecuados. Conexiones y detalles de apoyo. Problemas de inestabilidad	22	16:00 a 17:30	Ing. Claudio Merrifield Castro
R e c e s o	22	17:30 a 17:45	
Colocación del acero e instalaciones especiales. Soldadura del acero del refuerzo	22	17:45 a 19:00	Ing. Claudio Merrifield Castro Ing. Alejandro Calderón O.
Transporte y colocación. Equipo de transporte. Precauciones especiales. Vaciado y vibrado.	23	16:00 a 16:30	Ing. Luis A. García Chowell
Curado y fraguado. Distintos tipos de curado. Precauciones. Efectos de la temperatura y la humedad. Juntas de colado. Juntas constructivas.	23	16:30 a 17:00	Ing. Luis A. García Chowell
R e c e s o			
Resistencia, durabilidad, permeabilidad, conductividad térmica y acústica. Tratamientos del concreto endurecido.	23	17:15 a 18:45	Ing. Mario Tena Bernal
Tipos de deformación. Concreto simple y reforzado	24	16:00 a 17:00	Ing. Amílcar Galindo Solorzano
Corrosión. Su mecanismo y efecto en el concreto simple y reforzado. Agentes Corrosivos. Ataques químicos. Desgaste e intemperismo	24	17:00 a 17:30	Ing. Mario Tena Bernal
R e c e s o	24	17:30 a 17:45	

Resanes. Reparaciones. Uso de resinas y polímeros.	24	17:45 a 18:15	Ing. Mario Tena Bernal
Pruebas sobre el concreto endurecido. Diferentes tipos de esfuerzos. Métodos de ensayos. Especificaciones. Carta de control e instogramas. Pruebas destructivas y no destructivas. Ensayes acelerados.	24	18:15 a 19:00	Ing. Mario Tena Bernal
Resistencia a la compresión y sus correlaciones. Coeficiente de variación, desviación, dispersión y disgregación.	25	16:00 a 16:45	Ing. Mario Tena Bernal
Estructura de concreto reforzadas y presforzadas realizadas en la República Mexicana.	25	16:45 a 17:45	Ing. Amilcar Galindo Solorzano Ing. Claudio Merrifield Castro
R e c e s o	25	17:45 a 18:00	
M e s a R e d o n d a	25	18:00 a 18:45	
Clausura	25	18:45 a 19:00	

EVALUACION DE LA ENSEÑANZA

CURSO: TECNOLOGIA DEL CONCRETO HIDRAULICO

FECHA: 15 al 18 y del 22 al 25 de agosto
1977

PROFESOR Y/O TEMA

	Dominio del tema.	Eficiencia en el uso de ayudas audiovisuales.	Mantenimiento del interés (amabilidad, facilidad de expresión, comunicación con los asistentes).	Puntualidad.
ING. MARIO TENA BERNAL				
ING. LUIS ARMANDO GARCIA CHOWEL				
ING. CLAUDIO MERRIFIELD CASTRO				
ING. AMILCAR GALINDO SOLORZANO				
ING. CARLOS KING REVELO				
ING. ALEJANDRO CALDERON OLLIVIER				



EVALUACION DEL CURSO

	CONCEPTO	EVALUACION
1.	APLICACION INMEDIATA DE LOS CONCEPTOS EXPUESTOS	
2.	CLARIDAD CON QUE SE EXPUSIERON LOS TEMAS	
3.	GRADO DE ACTUALIZACION LOGRADO CON EL CURSO	
4.	CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL CURSO	
5.	CONTINUIDAD EN LOS TEMAS DEL CURSO	
6.	CALIDAD DE LAS NOTAS DEL CURSO	
7.	GRADO DE MOTIVACION LOGRADO CON EL CURSO	

ESCALA DE EVALUACION DE 1 A 10

1. ¿Qué le pareció el ambiente del Centro de Educación Continua?

Muy agradable Agradable Desagradable

2. Medio de comunicación por el que se enteró del curso:

Periódico Excélsior Periódico Novedades Folleto del Curso

Cartel mensual Radio Universidad Comunicación carta, teléfono, verbal, etc.

3. Medio de transporte utilizado para venir al Palacio de Minería:

Automóvil particular Metro Otro medio

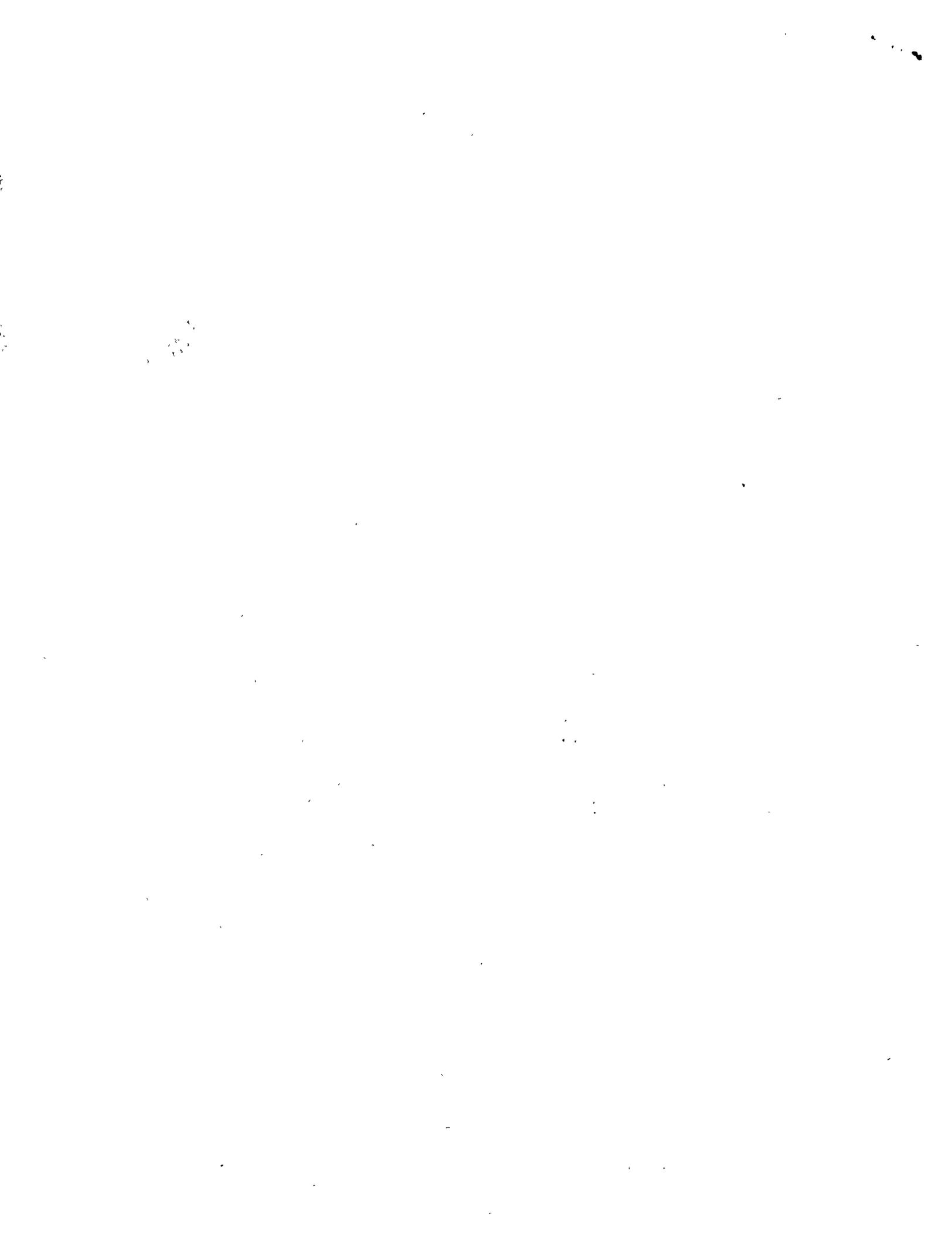
4. ¿Qué cambios haría usted en el programa para tratar de perfeccionar el curso?

5. ¿Recomendaría el curso a otras personas? Si No

6. ¿Qué curso le gustaría que ofreciera el Centro de Educación Continua?

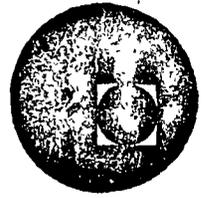
7. ¿Qué servicios desearía que tuviese el CEC para los asistentes a cursos?

8. Otras sugerencias:





centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam



TECNOLOGIA DEL CONCRETO HIDRAULICO

NOCIONES DE PATOLOGIA ESTRUCTURAL

ING. CARLOS KING REVELO.

NOCIONES DE PATOLOGIA ESTRUCTURAL

Análogamente con la patología médica, que se ocupa del estudio de las enfermedades, la patología estructural estudia en forma sistemática las fallas en las estructuras.

Para este propósito, las fallas se definen como todas aquellas alteraciones o desviaciones de la obra con respecto a las esperanzas - de su proyecto.

Basicamente, la realización del proyecto de una obra se lleva a cabo con la esperanza de alcanzar la satisfacción de

requerimientos de: suficiencia
necesidad
oportunidad

características de: forma
posición
acabado

y comportamiento - colapsos
ausente de: agrietamientos
deformaciones excesivas
y pandeos

Los requerimientos se refieren a las cualidades abstractas que debe cumplir la realización de la obra.

La cualidad básica de toda obra es la suficiencia que corresponde a su capacidad para persistir, es decir para seguir siendo en el momento inmediato lo que era en el momento anterior, dentro de un margen adecuado de seguridad.

La deficiencia de esta cualidad tiene como expectativa la generación de colapsos o la aparición de deformaciones o deterioraciones indebidas.

Los requerimientos de necesidad y de oportunidad están íntimamente ligados e implican el logro de una obra útil y económica en un tiempo racionalmente adecuado mediante el empleo inteligente de los recursos materiales y humanos y el control efectivo de los gastos.

Existen dos límites entre todas las formas posibles de realizar una obra, tanto en su proyecto como en su ejecución, uno de ellos corresponde al costo mínimo y el otro a la duración mínima.

La forma de realización pertinente al costo mínimo se considera como la forma normal. Cuando se requiere lograr la realización con duración mínima es necesario hacer una planeación cuidadosa para que esta condición se consiga con un costo mínimo.

En cada caso, el ingeniero tendrá que decidir entre estos dos límites, de acuerdo con los recursos disponibles y con la urgencia de la obra.

Estos dos requerimientos deberán subordinarse, sin embargo, al de suficiencia cuidando que la presión impuesta por las exigencias en el ajuste de los tiempos disponibles o por las limitaciones en la asignación monetaria no comprometan los coeficientes de seguridad de la obra.

Las características de forma, posición y acabado son cualidades asociadas a la realidad física de la obra.

Toda obra es tangible, visible y ocupa un lugar definido del espacio.

El proyecto de la obra debe contemplar por tanto las características

geométricas de su forma final y las coordenadas correspondientes a su ubicación geográfica.

Puesto que la obra tiene forma material y ésta habrá de quedar expuesta al público, uno de los objetivos del proyecto es conseguir que su acabado sea lo más perfecto posible, con lo cual aparte de proporcionarle belleza, ésta característica será un índice cualitativo de su calidad.

El comportamiento de la obra se refiere a sus respuestas perceptibles a las cargas que la solicitan y a las condiciones ambientales del medio que la rodea, manifestadas a través de sus cambios de configuración.

Este comportamiento se asocia básicamente con lo esencial de la obra que es su estructura. La estructura es simplemente un sistema mecánico formado por elementos materiales que se identifica por la descripción abstracta de las posiciones simultáneas de sus puntos característicos, a la que se denomina "la configuración del sistema".

A este respecto las esperanzas del proyecto son que para todos los

tipos prescritos de cargas y dentro de los distintos efectos inducidos por los posibles cambios en las condiciones ambientales, el sistema mecánico mantenga una configuración de equilibrio estable y los elementos materiales se conserven libres de deterioros y deformaciones permanentes indebidas.

En todo proceso constructivo se pueden diferenciar las siguientes áreas de actividad que se identifican por la labor especializada de sus realizadores:

- Proyecto
- Construcción
- Control de Calidad
- Operación
- Mantenimiento ó Conservación

Puede pensarse que en la actualidad se cuenta con numerosos recursos técnicos para obtener el comportamiento adecuado de las obras en cada una de las áreas de su proceso constructivo.

En efecto, tenemos acceso a un cuantioso acervo de literatura téc -

nica especializada, disponibilidad de programas de cómputo electrónico para garantizar y simplificar la labor de cálculo, métodos sofisticados para el análisis matemático de estructuras, los criterios racionales para el diseño estructural, así como una creciente experiencia en la ejecución de las obras y eficientes métodos de control de calidad; todos estos elementos parecen alejar definitivamente la posibilidad de todo fracaso y enmascaran las fuentes de posibles errores a que puede estar sujeta la realización de las construcciones.

El análisis matemático requerido por un proyecto, por ejemplo, solamente se puede llevar a cabo introduciendo simplificaciones e hipótesis concernientes tanto a la calidad de los materiales como al comportamiento y a los valores de las cargas extraordinarias y de servicio que habrá de soportar la estructura.

Todo proyecto estructural entraña incertidumbres que el proyectista, consciente o inconscientemente, absorbe por medio de coeficientes ó factores de seguridad estipulados en los Reglamentos de Construcción y que se basan en el cúmulo de experiencias técnicas logradas y evaluadas hasta el momento en que se inicia la elaboración de dichos Reglamentos.

Los Reglamentos, sin embargo, contienen solamente los requisitos mínimos que debe cumplir el diseño de las estructuras de tipo tradicional, de las que ya se tiene una experiencia razonable.

Los proyectistas que no tengan conciencia de esta situación, aún actuando de buena fé, limitándose a cumplir los requisitos fijados por los Reglamentos y aplicando las prácticas aceptadas, pero sin ejercer ningún criterio, pueden llegar a un diseño inadecuado y tal vez peligroso.

Cuando se emplean materiales nuevos, sistemas estructurales fuera de los común, o cuando las sollicitaciones tienen un carácter sumamente extraordinario, es decir, en todos los casos para los cuales las hipótesis de proyecto no han pasado la prueba del tiempo, el riesgo de falla se vuelve más probable.

Los criterios de diseño radicalmente nuevo sólo deben aplicarse después de hacer una evaluación crítica y aún pesimista de los beneficios que implica su empleo ante los riesgos inherentes a una escasa experiencia en su aplicación.

En lo que se refiere al aspecto constructivo, es obvio que las su -

pervisiones competentes y estrictas con un carácter, quizás, antipático y hasta molesto para los constructores, son un factor decisivo para evitar los fracasos de las obras.

A este respecto es oportuno recordar que los casos más dramáticos de colapsos de estructuras se han presentado por una inspección o una supervisión deficientes.

En relación con los ensayos que ejecutan los laboratorios rutinariamente para control de las obras, éstos solamente proporcionan valores discretos de la resistencia y de la calidad de los materiales que intervienen en la construcción de los elementos de la estructura pero no aportan un índice cierto para definir la seguridad general de la misma.

Las evaluaciones de las fallas en las estructuras, sobre todo las que se han hecho recientemente en forma masiva, de las ocasionadas por los desastres, han puesto en evidencia que con mucha frecuencia se cometen errores técnicos en el proyecto y en la construcción de la mayoría de las obras.

Desde luego que el cometer errores no es en sí un defecto, sino

más bién una característica operacional del ser humano.

El hombre se perfecciona continuamente a través de sus errores.

En realidad los fracasos ocurren cuando los errores no se controlan, regulan ó contrarrestan oportunamente.

Cuando se acumula el efecto de los errores, se engendran estados - precarios en las construcciones que los conducen a su ruina por causa, aparentemente, de cualquier condición extraordinaria aún cuando ésta hubiera sido tomada en cuenta al hacer el proyecto.

La razón por la cual los errores no se controlan es porque en nuestros actos siempre pueden incidir algunos de los traumas psíquicos - característicos de la personalidad humana como son por ejemplo:

- la indecisión que produce la
falta de conocimiento
- el optimismo que produce el
exceso de confianza
- la negligencia que produce -
la falta de estímulo

Cualquiera de estas características negativas de nuestro comportamiento puede influir en alguna o en todas las áreas de actividad del proceso constructivo.

Para que podamos tener una idea clara y podamos controlar conscientemente sus efectos, a continuación representamos la lista de algunos de los errores más comunes en cada una de las áreas:

En el área de proyecto:

- Hipótesis inadecuadas para el análisis de la estructura
- Errores de cálculo
- Falta de definición o definición deficiente de detalles de diseño
- Supervisión deficiente en la elaboración de los planos constructivos
- Atención descuidada al diseño de las conexiones de los diferentes miembros estructurales.
- Localización incorrecta o especialmente

- to inadecuado del acero de refuerzo
- o de presfuerzo
- ° Falta de atención a los efectos de las variaciones termohigrométricas
- ° Consideración insuficiente a los efectos de esfuerzos secundarios.

Cada una de las etapas por las que pasa el desarrollo de un proyecto es una oportunidad para que se cometan errores.

El motivo por el que a veces se presentan agrietamientos, es porque en la realidad el comportamiento de la estructura es diferente al previsto en las hipótesis de cálculo pero trata de adaptarse a dichas condiciones.

Por ejemplo, en las losas planas se supone, hipotéticamente, que la losa, descompuesta en bandas rectangulares transmite su carga a las columnas por flexión, sin embargo, en realidad, las diferencias de los momentos flexionantes en los extremos de estas bandas distorsionan las vigas de borde, lo que ocasiona que las reacciones se transmitan a las columnas parcialmente por torsión y que si las vi-

gas de borde son muy aplanadas, se presentan en sus caras laterales grietas de tensión diagonal. Al mismo tiempo, el alabeo de las vigas de borde genera en pujan en las fachadas de manportera dando lugar a agrietamientos horizontales en el mortero de las juntas, lo que ocasiona la infiltración del agua de lluvia en el interior del edificio.

Una de las causas frecuentes de error es el trasplante inadecuado de los diseños ó de las especificaciones de países extranjeros, así como la adaptación descuidada de proyectos tipo o de cualquier otro proyecto a un proyecto en particular.

Es conveniente prever y coordinar todas las instalaciones desde la etapa del proyecto para evitar posteriormente la concentración de huecos o vacíos en la estructura que pudieran debilitarla al interrumpir la continuidad del refuerzo para dar paso a ductos ó instalaciones ya sean mecánicas, eléctricas, sanitarias ó para aire acondicionado.

El dibujo de los planos es el lenguaje gráfico universal, mediante el

cuál se comunica el proyectista con el constructor de la obra.

Por muy bueno y completo que sea el diseño de una obra, carecerá totalmente de valor si no es traducido adecuada y completamente a los planos. La presentación de los planos viene a ser tan importante como el diseño mismo, en lo que se refiere a obtener una obra correctamente construida y protegida contra las fallas.

Por este motivo, es importante que los planos sean supervisados por una persona con suficiente experiencia para detectar errores tanto de diseño como de dibujo.

Existe una tendencia gradual y cada vez más frecuente a representar en los planos únicamente las dimensiones y la forma del refuerzo principal, omitiendo detalles importantes como la localización y dimensionamiento de empalmes y traslapes o del refuerzo secundario.

Cuando los detalles de un diseño no se analizan en forma consistente ni se representan cuidadosamente en los planos, al ejecutar la obra se presentan acontecimientos inesperados, tales como grietas, estallamientos, desintegración de las conexiones y deflexiones o deformaciones exageradas.

Las áreas de la estructura donde existe una mayor concentración de esfuerzos son particularmente vulnerables a estos efectos.

En especial, deben detallarse muy claramente y en forma cuidadosa, sin dejar ninguna posibilidad de interpretación errónea por parte del constructor, los empalmes y traslapes del refuerzo, las articulaciones y las juntas de construcción y de expansión.

Con mucha frecuencia en los diseños se pasan por alto los efectos de los esfuerzos secundarios, ya que el dimensionamiento se hace para dar a la estructura una resistencia suficiente para tomar los esfuerzos producidos directamente por las cargas de peso propio, de servicio y de condiciones extraordinarias previstas, con lo cual se supone que teóricamente la estructura no sufrirá ningún agrietamiento.

Sin embargo, siempre que en dicha estructura existan conexiones rígidas, se producirán deformaciones las cuales tendrán el efecto de inducir esfuerzos en direcciones diferentes a las previstas normalmente en el análisis. Esta situación casi siempre se presenta en las estructuras de concreto, pero por regla general la intensidad de los esfuerzos secundarios no llega a sobrepasar la capacidad de re

resistencia a la tensión del concreto que normalmente se desprecia en el cálculo.

En el área de construcción:

- Falta de evaluación o evaluación deficiente de la calidad del proyecto estructural
- Deficiencias en la supervisión general o en la inspección de la obra
- Operaciones inadecuadas en la preparación o en la fabricación de los elementos estructurales
- Ejecución deficiente o inadecuada en las operaciones de montaje de los elementos estructurales
- Falta de provisión de los efectos de la humedad y de la temperatura en la ejecución de la obra
- Errores en la elaboración, montaje y desmantelamiento de cimbras y de obras falsas

Antes de iniciar la obra, por ejemplo, el residente puede hacer una evaluación general del proyecto en la cual, sin necesidad de conocer los cálculos, simple y sólo por inspección de los planos, sería factible detectar:

- ° Errores de dibujo
- ° Deficiencias en la estabilidad de las estructuras.
- ° Deficiencias en la colocación de las varillas de refuerzo
- ° Falta de previsión por parte del proyectista de condiciones peligrosas durante las operaciones de montaje de los elementos estructurales
- ° Contravento longitudinal inadecuado de construcciones con dimensiones longitudinales proporcionalmente grandes

También es fuente de errores peligrosos durante la etapa de construcción, la modificación apresurada del proyecto, sin contar con la opi

nión oportuna del proyectista original.

Algunas deficiencias de construcción que pueden ocasionar la deformación posterior del concreto y aún el colapso de la estructura son las siguientes:

Refuerzo mal localizado, concentración excesiva de varillas de refuerzo, escasa compactación del concreto y deficiencias en las juntas de expansión y colado.

En todo caso, siempre sería deseable la posibilidad de participación del proyectista en la supervisión de la construcción de la obra, al menos en los aspectos más importantes de la misma.

En el área de Control de Calidad:

- Errores en la ejecución, oportunidad o reporte de los ensayos de resistencia de materiales.
- Recomendaciones o reportes inadecuados, deficientes o inoportunos, sobre el empleo de materiales in-

compatibles, o agresivos en la -
ejecución de las obras

- ° Recomendaciones inadecuadas de
ficciones o inoportunas para el -
control de los efectos termohigro
métricos durante la ejecución de
las obras
- ° Recomendaciones inadecuadas pa
ra los servicios de protección y
conservación de las obras termi-
nadas

En la actualidad la tecnología del control de calidad del concreto per-
mite elaborar mezclas adecuadas para obtener concretos con resisten -
cias predeterminadas así como mejorar su manejabilidad y controlar su
fraguado mediante inclusión de aire ó de aditivos apropiados.

De la atención que los laboratorios de control de calidad presten a la
correcta dosificación de las mezclas y elección de los aditivos depen-
derá en gran parte la calidad final de la estructura.

A partir de una mezcla preparada en forma deficiente nunca podrá ob -

tenerse un buen concreto ni tampoco de una mezcla adecuada pero mal colada.

El ensaye a la compresión de los cilindros de prueba, como una medida de la resistencia del concreto, es indiscutiblemente un gran recurso para el control de su calidad pero no es infalible.

Antes de que los resultados de los ensayos de los cilindros puedan conocerse aún en el caso de que se hicieran predicciones sobre la resistencia del concreto a los 28 días a partir del ensaye de cilindros con edades tempranas, el concreto ya habrá endurecido en las cimbras y será muy difícil y a veces casi imposible demolerlo y volverlo a colar.

No debe perderse de vista, además, que los resultados de éstos ensayos solamente nos dan valores discretos de la resistencia del concreto.

En el área de operación:

- Cambio irreflexivo en el uso de las obras a lo largo de su vida útil
- Modificación descuidada de las o -

brar para darle mayor capacidad de servicio, para cambiar su uso original o para corregir deficiencias de proyecto o de ejecución

Frecuentemente se presentan fallas en estructuras cuando se adaptan en forma descuidada para dar un servicio para el cual no fueron diseñadas originalmente.

Esto ocurre generalmente con las estructuras que tienen un período de vida relativamente grande de las cuales muchas veces ya no se cuenta con los planos originales y en que la revisión tiene que hacerse sin saber cuales fueron las cargas para las que se hizo el proyecto original, ni cuales son las características del refuerzo en el concreto.

En el área de mantenimiento o conservación:

- ° Inspecciones rutinarias para observar el estado de las obras que son escasas, deficientes o inoportunas

- ° Reportes deficientes, descuidados o inoportunos de las inspecciones antes mencionadas
- ° Programación deficiente, descuidada o inoportuna del mantenimiento o conservación de las obras
- ° Ejecución deficiente, descuidada o inoportuna de las labores de mantenimiento previstas para las obras

La posibilidad de evitar las fallas está en controlar los errores que podrían cometerse en el presente o en el futuro estudiando e investigando los errores cometidos por los demás en el pasado.

De esta manera se puede adquirir una conciencia clara de las causas, los mecanismos y las consecuencias de esos errores.

Por otra parte, es necesario reconocer que la realización de las obras no implica solamente la responsabilidad parcial de cada uno de los que intervienen en las etapas del proceso, sino la responsabilidad compartida de todos los participantes, cuyo objetivo único debe ser lograr una obra de acuerdo con las esperanzas del proyecto.

P B L I O G R A F I E

ENSEIGNEMENT DES PRINCIPES DE LA CONSTRUCTION DES
EN F O N D A T I O N S

Por: Jean Blévoit
Editions Eyrolles
61, Boulevard Saint - Germain - Paris V^e

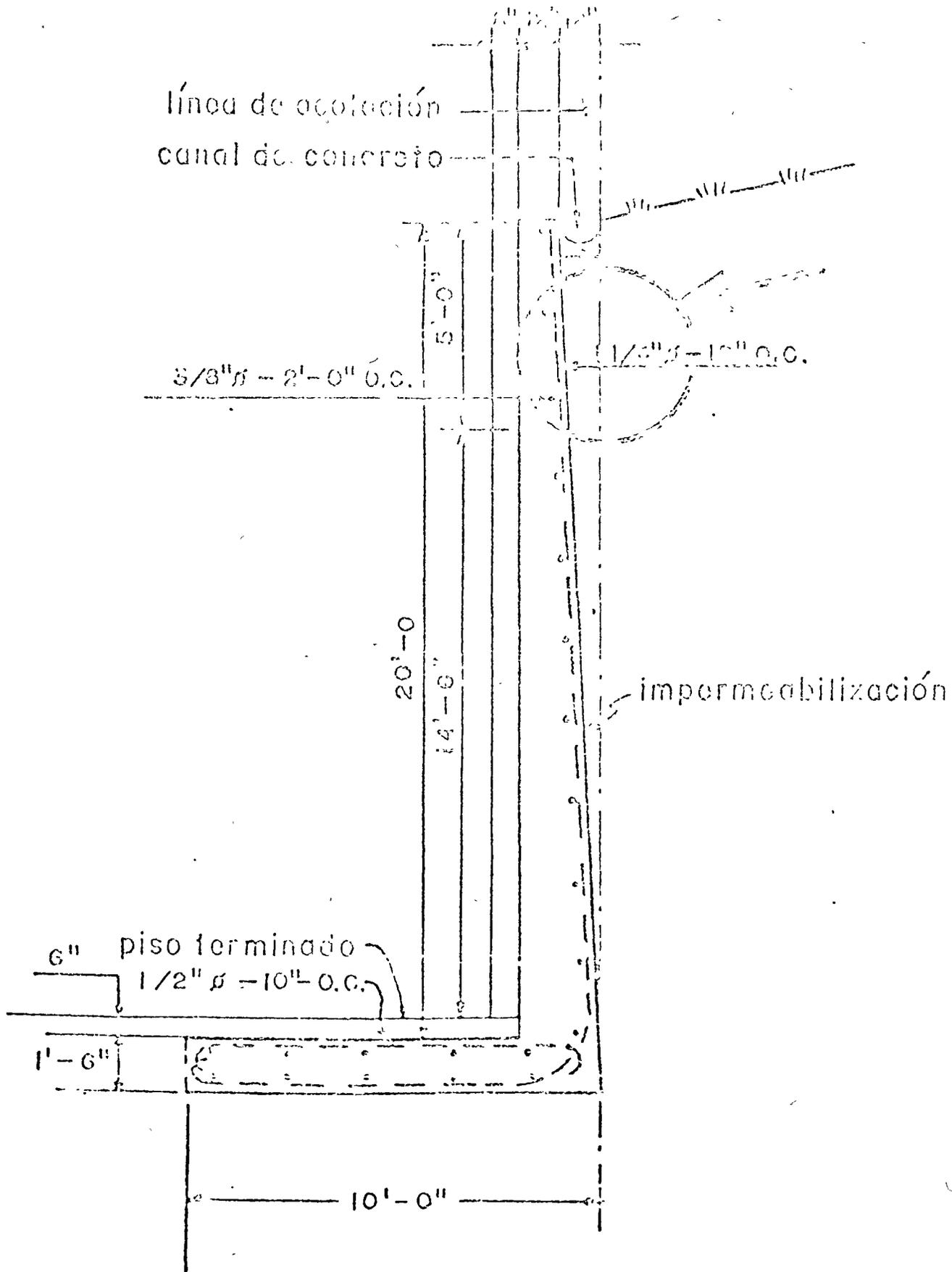
LESSONS FROM FAILURES OF CONCRETE STRUCTURES

Por: Jacob Feld
American Concrete Institute Monograph Series
Detroit, Michigan
The Iowa State University Press
Ames, Iowa

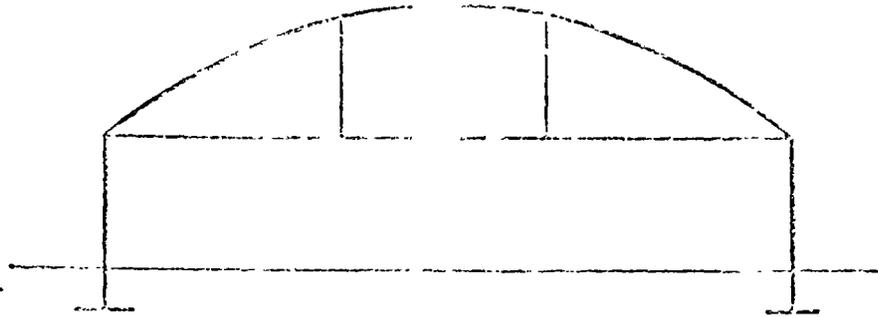
CASES OF DAMAGE TO PRESTRESSED CONCRETE

Por: TH, Monnier
Heron, Volumen 18 - 1972 No. 2
I.B.B.C. Institute TNC
Rijswijk (ZH), The Netherlands.

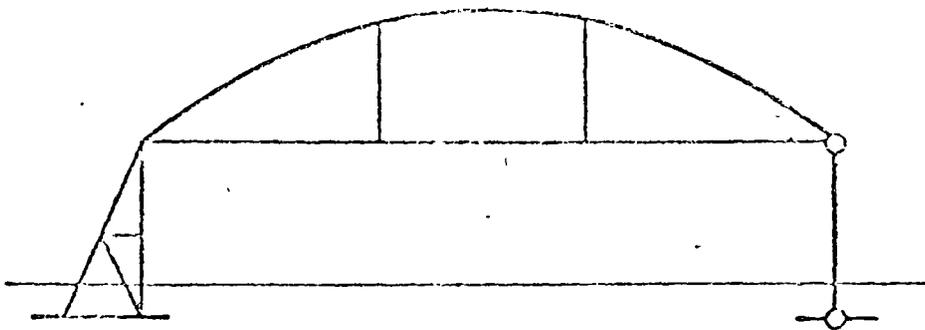
ERRORES DE DIBUJO



DEFICIENCIAS EN LA ESTABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS



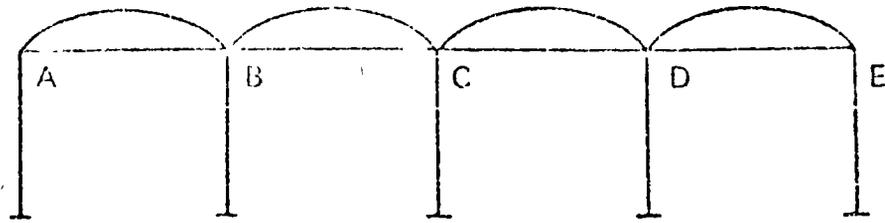
Riesgo de falla de los postes cuando éstos se proyectan con secciones robustas y son de escasa longitud.



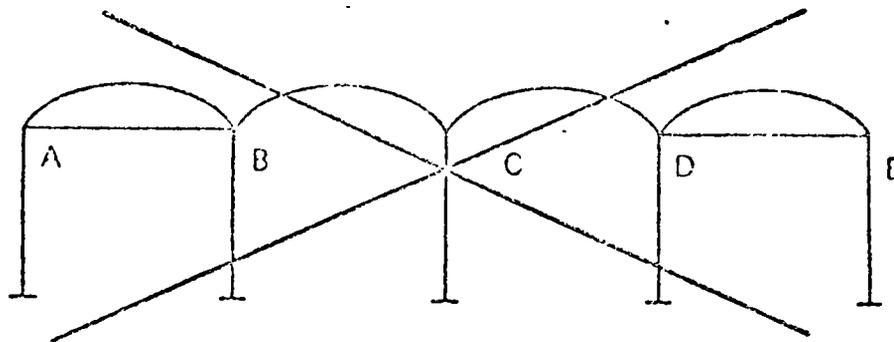
Soluciones más convenientes:

- Un poste con articulaciones en ambos extremos.
- Un poste con un puntal que asegure su estabilidad.

Disposición correcta del tirante en crujiás múltiples con techumbres en forma de arco.

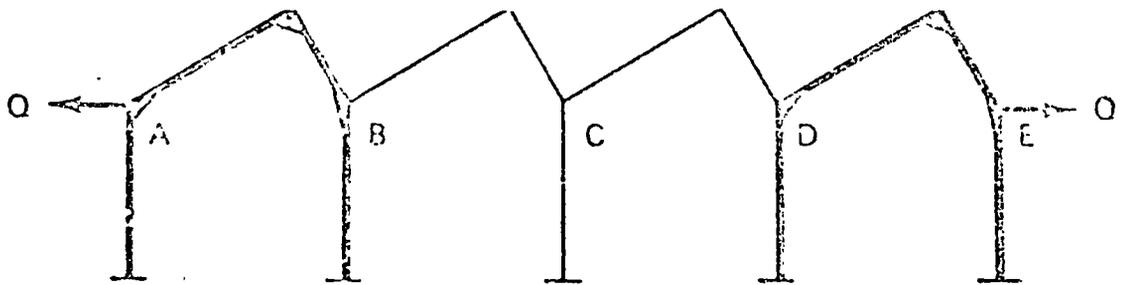


Correcta



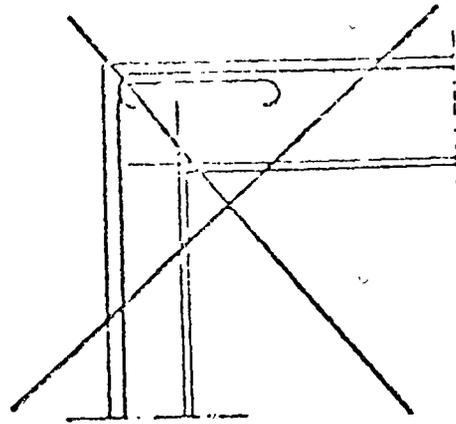
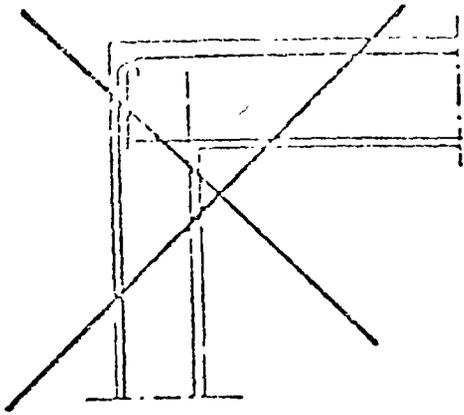
Incorrecta

Las condiciones de equilibrio de los nudos B y D son inciertas.



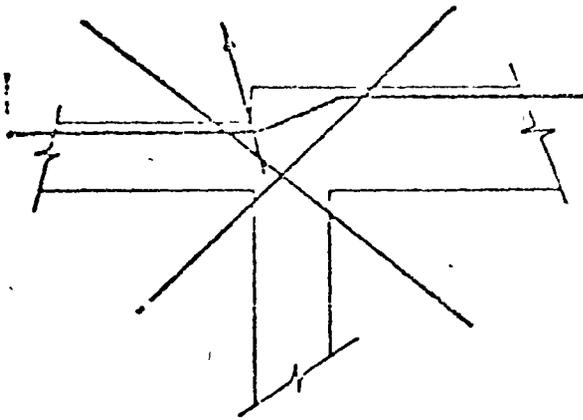
Los marcos extremos se calculan para resistir los empujes Q.

ARMADOS DEFICIENTES EN ELEMENTOS DE CONCRETO

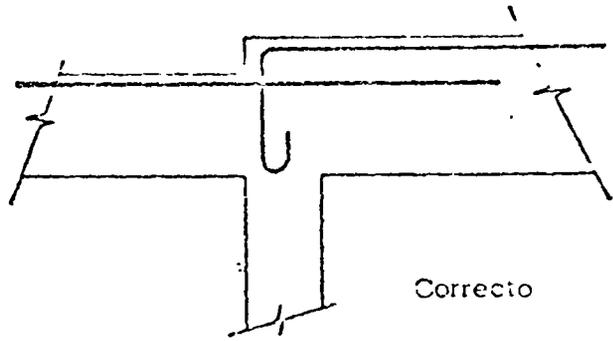


Tipos de refuerzo que deben evitarse

Colocación de refuerzo



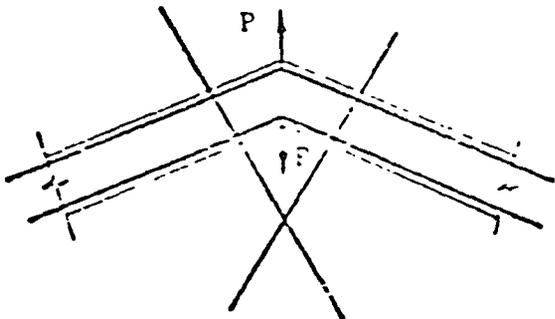
Incorrecto



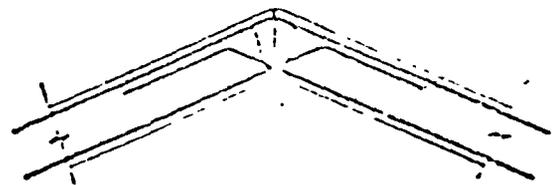
Correcto

Barras cruzadas con anclaje suficiente

Colocación del acero de refuerzo para contrarrestar los empujes en vacío que se generan en las armaduras de las vigas plegadas.

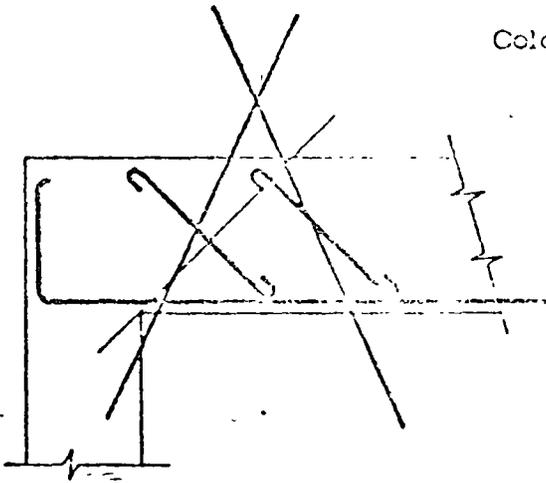


Incorrecto

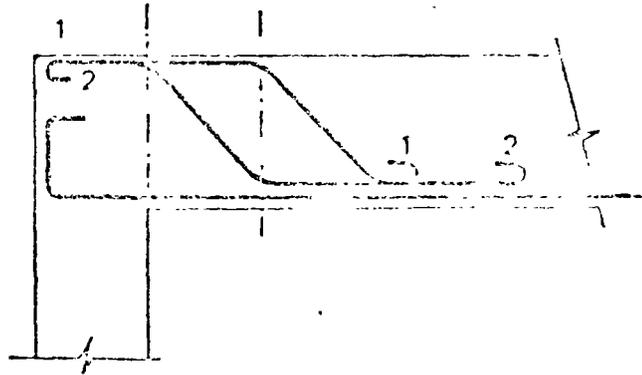


Correcto

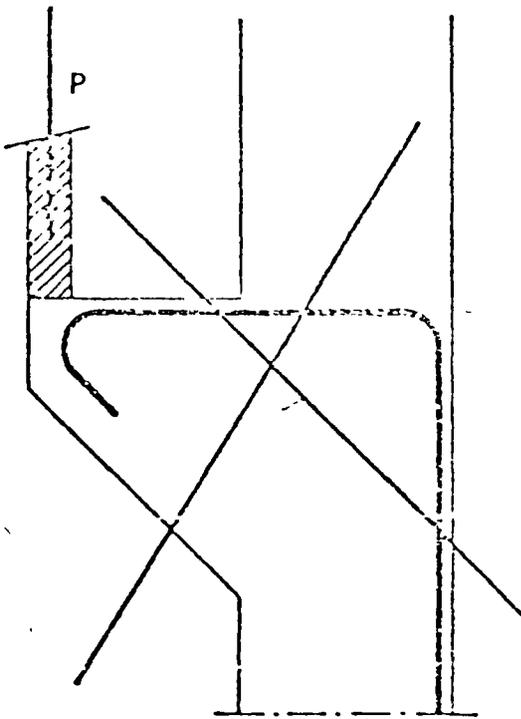
Colocación de refuerzo



Incorrecto



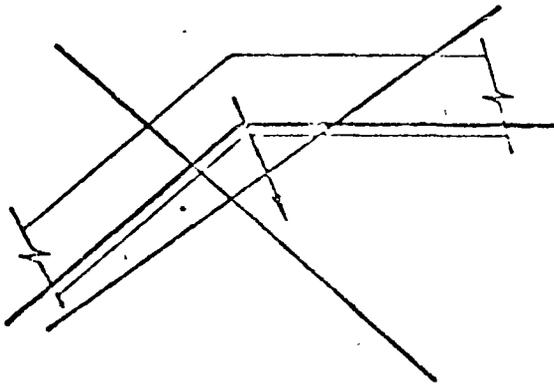
Correcto



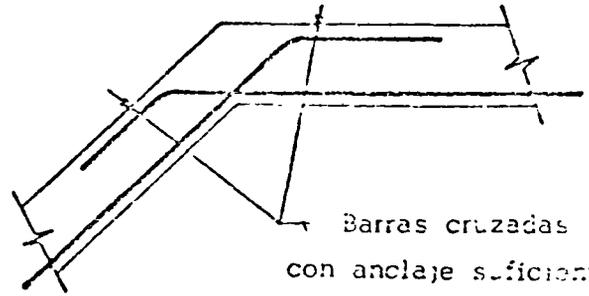
Refuerzo incorrecto

Riesgo de falla en la nariz de la columna
(anclaje escaso bajo la carga P)

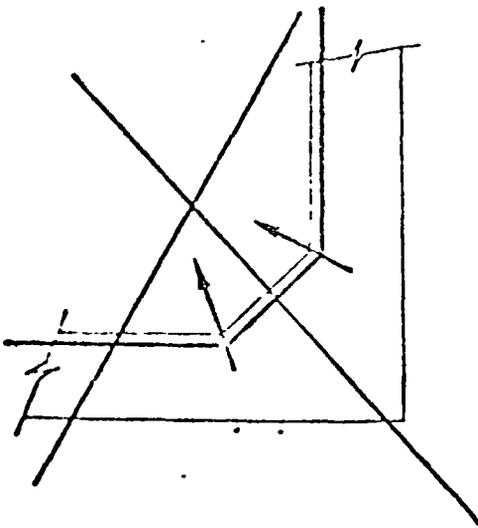
Colocación de refuerzo



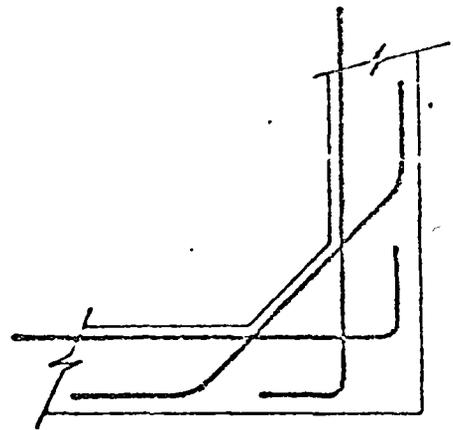
Incorrecto



Correcto



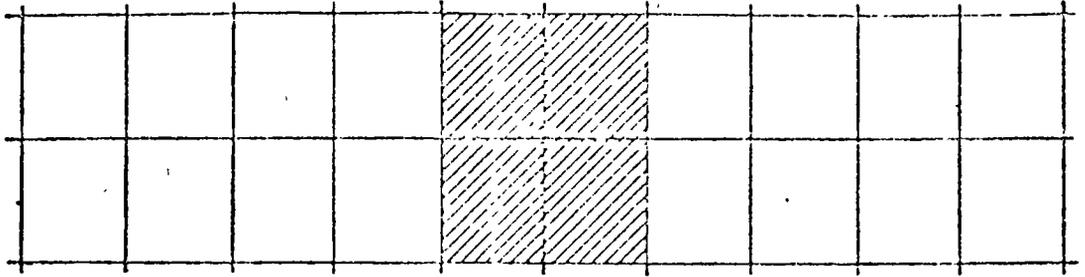
Incorrecto



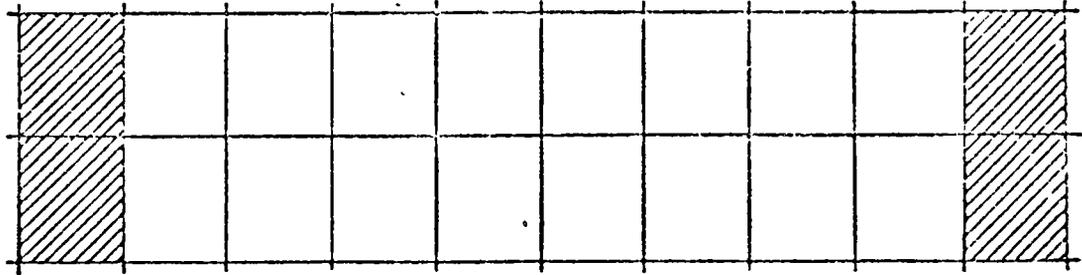
Correcto

DEFICIENCIA EN LA PREVISION DE LAS ALTERACIONES
DIMENSIONALES POR EFECTO DE LAS VARIACIONES --
TERMICAS

Distribución del contraventeo longitudinal en edificios de gran longitud.



Correcto



Incorrecto



centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam



TECNOLOGIA DEL CONCRETO HIDRAULICO

COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL CONCRETO

ING. AMILCAR GALINDO S.



COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL CONCRETO

INTRODUCCION

Recordar los conceptos fundamentales del comportamiento estructural del concreto es de utilidad cuando se trata de definir el origen de deformaciones - excesivas o de agrietamientos que en ocasiones se presentan en los miembros estructurales durante la construcción o durante la operación de una obra.

2 SOLICITACIONES Y RESPUESTAS

Toda edificación puede asimilarse a un sistema cuya finalidad es satisfacer alguna necesidad humana. Este sistema está formado por el ensamble de varios subsistemas, entre los que cabe señalar el arquitectónico, el de las instalaciones y el estructural. Este último está formado por miembros con relaciones mecánicas entre sí, que se enlazan para tomar las cargas y transmitir las al suelo. Podemos considerar que la estructura recibe solicitaciones y entrega respuestas.

Entre las solicitaciones se encuentran las cargas muertas, vivas, las extraordinarias; las solicitaciones del viento, del sismo, de la temperatura y de los desplazamientos impuestos.

Entre las respuestas tenemos esfuerzos, deformaciones, agrietamientos, desplazamientos, giros, vibraciones y hasta colapsos.

En los proyectos estamos acostumbrados a trabajar con esfuerzos porque estos se manejan cómodamente con procedimientos de análisis ya muy estudiados. Sin embargo, los esfuerzos son difíciles de medir en las estructuras reales ya que requieren una instrumentación previa sofisticada.

Por esa razón, centraremos nuestra atención en las deformaciones y en los agrietamientos. Las deformaciones son fáciles de medir y los agrietamientos son evidentes y suelen causar nuestra inquietud.

3 DEFORMACIONES

El conocimiento de las deformaciones es importante tanto para el proyectista como para el constructor de una obra. El proyectista debe preverlas en su diseño, tanto para permitir que se produzcan libremente como para valuar sus efectos secundarios. El conocimiento de las deformaciones de una estructura real permitirá evaluar la exactitud de las hipótesis de proyecto.

Al constructor el conocimiento de las deformaciones le da un instrumento indirecto para calificar la bondad de su obra y hasta qué punto la realización se apega a los requisitos de calidad especificados en el proyecto.

CLASIFICACION DE DEFORMACIONES

Las deformaciones en el concreto pueden clasificarse en dos grandes grupos: Las debidas a las condiciones ambientales y las causadas por las cargas.

5 DEFORMACIONES DEBIDAS A LAS CONDICIONES AMBIENTALES

Entre estas deformaciones señalamos las que producen la contracción de fraguado, los cambios de humedad, los cambios de temperatura y la fricción.

CONTRACCION DE FRAGUADO

Durante su endurecimiento, en el proceso de fraguado, el concreto pierde agua y reduce su volumen. A esta reducción se lo denomina la contracción de fraguado. El valor de la misma depende, entre otros factores, de la humedad ambiente, del proceso de curado, de la calidad del concreto y del revenimiento.

En clima seco la contracción será mayor que en los húmedos; un curado deficiente puede provocar contracciones excesivas y hasta agrietamientos; los concretos de menor resistencia, al tener mayor agua se contraen más, y el revenimiento guarda una relación directa con la contracción.

En condiciones normales la deformación unitaria por contracción del fraguado varía entre 0.0002 para climas húmedos y 0.0004 para climas muy secos.

EFFECTOS DEL CURADO DEFICIENTE

La fotografía muestra una losa de concreto en la cual el curado fue insuficiente por lo que la contracción excesiva produjo los agrietamientos que se observan.

CAMBIOS DE HUMEDAD

Las deformaciones ocasionadas por los cambios de humedad son despreciables en la mayor parte de las estructuras. Sin embargo, en algunos casos especiales, como las cortinas de concreto simple en presas se han presentado problemas, ya que la exposición prolongada del concreto al agua acumulada ocasiona que éste se sature presentándose un cambio de humedad que origina una expansión, que al estar restringida por las paredes de la boquilla, puede originar el agrietamiento de la cortina.

CAMBIOS DE TEMPERATURA

Como todo material, el concreto aumenta o disminuye de volumen al variar la temperatura. Este efecto es importante en estructuras de miembros de espesor delgado, expuestas a la intemperie sin ningún recubrimiento. La deformación total por temperatura, se valúa multiplicando el gradiente térmico por la longitud inicial y por el coeficiente de expansión térmica. Experimentalmente se ha valuado este coeficiente en 0.000011 por grado centígrado, para el concreto reforzado.

El gradiente, en las especificaciones americanas de puentes se hace variar entre 20 y 25 grados centígrados, dependiendo de que se trate de un clima extremoso o no.

CARTAS DE TEMPERATURAS EXTREMAS

En el caso de edificios, los Reglamentos de Construcción de los Estados presentan mapas de isotermas mínimas y máximas, que para cada lugar permiten calcular el gradiente de diseño.

JUNTAS .

Los efectos de la contracción y del cambio de temperatura sobre una estructura pueden ser tan severos que el proyectista se ve obligado a disponer juntas de expansión. Estas juntas cumplen, además, con otro propósito como son el de facilitar la construcción ya que su existencia permite que esta se realice por varios frentes. Además, las juntas separan construcciones de estructuración diversa y evitan los choques entre edificaciones vecinas.

Es importante que los constructores respeten las juntas señaladas en los proyectos, evitando correr a través de ellas el acero de refuerzo. También es -

importante que durante la operación las juntas se conserven limpias de escombros, basura y otros obstáculos que puedan entorpecer su funcionamiento.

FRICCIÓN

En algunas edificaciones, como los puentes, aparte de las juntas de expansión es necesario disponer apoyos móviles que permitan el libre desplazamiento de la estructura.

Desafortunadamente, los apoyos móviles nunca serán perfectos ya que siempre presentarán una resistencia al movimiento, resistencia que es mayor mientras más deteriorado se encuentre el apoyo. Esta resistencia ocasiona la aparición de fuerzas que a su vez deforman a la estructura de concreto. A estas fuerzas se les denomina de fricción y valen del 2 al 5% de la carga permanente.

IMPORTANCIA DE LAS JUNTAS EN PUENTES

La fotografía muestra un detalle de un puente en que por premura de construcción se omitieron las juntas de expansión y los apoyos móviles sobre las pilas. Los efectos combinados de la temperatura y de la fricción excesiva motivaron la aparición de las fracturas que se observan.

JUNTAS ENTRE ESTRUCTURACIONES DIVERSAS

La importancia de separar mediante juntas de expansión edificaciones de diferente estructuración queda mostrada en la fotografía. La porción izquierda del edificio se cimentaba sobre zapatas superficiales. La porción derecha, sobre pilotes. Como consecuencia de un temblor la parte cimentada superficialmente se asentó. La libreta de tránsito indica la magnitud del asentamiento. Es evidente, que de no existir una junta entre las dos porciones del edificio, éste se hubiera dañado seriamente.

JUNTAS ENTRE CONSTRUCCIONES VECINAS

Deben respetarse las separaciones mínimas especificadas en los Reglamentos entre dos construcciones adjuntas. La fotografía muestra los daños causados en una estructura al recibir el golpe de otra adyacente.

DEFORMACIONES DEBIDAS A LAS CARGAS APLICADAS

Las cargas aplicadas producen en las estructuras deformaciones instantáneas y deformaciones diferidas. Como su nombre lo indica, las primeras aparecen inmediatamente después de aplicar una carga, las segundas, después de que la carga actúa por un largo plazo.

DEFORMACION INSTANTANEA

Consideremos una viga de momento de inercia y módulo de elasticidad conocidos a la que aplicamos una carga concentrada en el centro del claro. Al aplicar la carga, de inmediato aparece una deformación que podemos valorar por la expresión $PL^3/48 EI$; obtenida por las leyes de la estática. El módulo de elasticidad es, en este caso, el módulo de elasticidad instantáneo del concreto, llamado también módulo secante, que se obtiene de la gráfica esfuerzo-deformación de una prueba rápida a compresión de una probeta cilíndrica.

DEFORMACION DIFERIDA

Si en la misma viga se deja actuar la carga durante un lapso prolongado, la deformación aumentará, sin que aumente la magnitud de la carga. Este fenómeno se conoce como el flujo plástico o la fluencia del concreto. La deforma-

ción total puede considerarse como la suma de una deformación instantánea y una deformación diferida. Esta deformación total se valúa con la misma expresión que la instantánea pero aplicando un módulo de elasticidad reducido en un coeficiente "n". Este coeficiente, las especificaciones americanas de puentes lo hacen depender del clima y de la relación entre el refuerzo de compresión y de tensión. Para climas secos $n = 3.5, 2.5, 2$ para $\frac{A's}{A_s} = 1, \frac{1}{2}$ y 0 respectivamente.

10 FLUJO PLASTICO DEL CONCRETO

La figura muestra un diagrama tiempo-deformación para un ciclo de carga y -descarga. Al aplicarse la carga aparece una deformación elástica instantánea. Si esta carga actúa durante un plazo largo la deformación aumenta, al principio rápidamente y después más lentamente. Este aumento es por efecto de fluencia y tiende a cesar al cabo de tres años. Si removemos la carga -se tiene una recuperación instantánea y después una recuperación diferida.- Al terminar el proceso tendremos una deformación permanente o heredada.

La relación entre la deformación heredada y la total es importante porque -nos define el rango de seguridad en que se encuentra una estructura.

11 UTILIDAD DEL FLUJO PLASTICO

El flujo plástico del concreto es una propiedad útil en algunos casos, ya -que permite una redistribución de esfuerzos en una estructura. Por ejemplo, en una viga continua colada por etapas, el diagrama de momentos que se tiene al terminar la construcción irá variando paulatinamente de modo que se -alivien las zonas más esforzadas y aumente el momento en las menos esforzadas. El flujo plástico permite también que una estructura soporte asentamientos diferenciales si estos se presentan paulatinamente.

12 INCONVENIENCIAS DEL FLUJO PLASTICO

El flujo plástico presenta inconvenientes en el caso del concreto preesforzado. Como es sabido, el concreto preesforzado tiene como principio básico la introducción previa de una fuerza al elemento estructural, de modo que -los esfuerzos ocasionados por esta fuerza, sumados a los esfuerzos originados por las cargas produzcan en todas las secciones diagramas finales de es -fuerzas únicamente de compresión. O bien, que si aparece en tensiones, éstas sean inferiores a las que resiste el concreto.

El flujo plástico ocasiona que la fuerza previa disminuya con el tiempo y, por tanto, que disminuyan los esfuerzos que se oponen a los producidos por las cargas.

De ahí la importancia que tiene en estructuras de concreto preesforzado, al canzar la resistencia del concreto especificado en el proyecto, ya que una -disminución de la misma ocasiona un incremento de las pérdidas de preesfuerzo por fluencia.

AGRIETAMIENTOS

En general, los agrietamientos que se observan en las edificaciones pueden -atribuirse a la incapacidad del concreto para resistir esfuerzos de tensión, ya que si bien es cierto que el concreto se agrieta también por compresión, en la mayor parte de los casos este tipo de agrietamiento irá asociado con un colapso.

A continuación estudiaremos los agrietamientos producidos por algunas solis -citaciones típicas de las cargas aplicadas.

AGRIETAMIENTO POR FLEXION

Consideremos una viga libremente apoyada sujeta a dos cargas concentradas - aplicadas simétricamente respecto al centro del claro. Si las cargas son - pequeñas, los esfuerzos también lo serán y toda la sección del concreto será capaz de resistirlos.

Al aumentar la magnitud de las cargas llega un momento en que los esfuerzos de tensión en la fibra interior ocasionan el agrietamiento del concreto. - Las grietas irán aumentando en número y tamaño al aumentar las cargas, a medida que los esfuerzos de tensión son transferidos al acero de refuerzo.

En las zonas entre las dos cargas, sujetas a flexión pura, las grietas serán verticales. Es, pues, condición normal del concreto reforzado el estar - - agrietado en las zonas de tensión.

Sin embargo, en una estructura bien proyectada y realizada, estas grietas - son capilares. Si son más abiertas y notorias serán indicios de una deficiencia de proyecto o de construcción.

15 GRIETAS TIPICAS DE FLEXION

La fotografía ilustra una viga de concreto armado en donde se observan grietas verticales que van desde la fibra inferior y se interrumpen antes de -- llegar al arista superior, de unión con la losa. Estas grietas son típicas de flexión y su apertura nos indica que la viga tiene alguna deficiencia.

16 GRIETAS POR DESCIMBRADO PREMATURO

En la fotografía se muestra una losa que fue descimbrada prematuramente, -- por lo tanto, se agrietó, ya que el concreto carecía de la resistencia suficiente para soportar su propio peso.

El patrón de agrietamiento en losas, por flexión, usualmente consiste en un sistema de dos familias de grietas paralelas y ortogonales entre sí.

17 GRIETAS CON INFILTRACION

La figura muestra el agrietamiento de una losa, semejante al anterior, pero en el que se observan infiltraciones de humedad. Cuando se presenta este fenómeno será indicio de que la estructura está en condiciones inseguras, ya que la infiltración indica que la grieta corta de lado a lado la losa y que es lo suficientemente amplia para permitir el paso del agua. El agua propicia la corrosión del acero de refuerzo y acorta la duración del elemento.

18 ESFUERZOS CORTANTES Y DE ADHERENCIA

Consideramos ahora una viga libremente apoyada sujeta a cualquier sistema - de cargas en su plano. Si tomamos una tajada de longitud diferencial y la sometemos a las fuerzas que sobre ella actúan, la aplicación de las ecuaciones de equilibrio nos permitirá valuar el incremento de tensión en el refuerzo a uno y otro lado de la tajada.

Si ahora cortamos la tajada, la aplicación nuevamente de las ecuaciones de - equilibrio nos permite demostrar que el incremento de tensión sólo es posible si se desarrollan esfuerzos horizontales en el concreto y en el acero. - A los primeros les llamamos esfuerzos cortantes y a los segundos, esfuerzos de adherencia.

ESFUERZOS PRINCIPALES DE TENSION

Consideremos ahora una viga sujeta a flexión. Si tomamos una partícula diferencial a la altura del eje neutro, esta partícula está sujeta a cortantes horizontales. Por condición de equilibrio a esos cortantes horizontales están asociados cortantes verticales. Si cortamos la partícula en un plano inclinado a 45 grados, la misma condición de equilibrio nos permite demostrar que en ese plano aparece un esfuerzo normal de tensión que equilibra a los cortantes.

Sabido es que el concreto no tiene resistencia a la tensión por lo tanto, la presencia de este esfuerzo normal provocará el agrietamiento de la pieza. El agrietamiento será diagonal, a 45 grados.

Como usualmente se valúan este esfuerzo diagonal de tensión partiendo del cortante, suele decirse incorrectamente que estas grietas son de cortante.

Si tomamos otra partícula a un nivel inferior al del eje neutro, la misma estará sujeta a esfuerzos cortantes y normales. Como consecuencia en esta partícula los planos principales donde aparecen únicamente esfuerzos normales, tendrán una inclinación diferente de 45 grados.

Para todos los puntos de la viga es posible definir la orientación de los esfuerzos principales. Llamamos trayectorias de tensión a las curvas cuya tangente en cada punto nos indica la dirección del esfuerzo principal de tensión en ese punto. Análogamente se definen las trayectorias de compresión.

La disposición óptima del refuerzo en cualquier elemento de concreto es la que indican las trayectorias de tensión. Como desde el punto de vista práctico sería muy complicado colocar varillas con la forma de estas curvas se recurre a combinar varillas longitudinales con estribos o con varillas dobladas.

50 GRIETAS POR CORTANTE

Cuando la carga aplicada está suficientemente alejada del apoyo la grieta por tensión diagonal se genera de la siguiente forma: En primer término aparece, en (1) una pequeña grieta inclinada a 45 grados que al incrementarse la carga se extiende hacia arriba perdiendo inclinación, hasta llegar al punto (2). La falla puede ocurrir de dos maneras: O bien estalla la zona a compresión del concreto en la parte superior, falla que se presenta súbitamente; o bien se desliza el acero en el punto (4) después de que la grieta inclinada se extiende hasta el nivel del refuerzo, en el punto (3).

Esta última falla es preferible porque se presenta dúctilmente es decir, con fuertes deformaciones previas al colapso.

37 GRIETAS POR CORTANTE EN EL LABORATORIO

En la figura se muestra un espécimen de laboratorio que se ha hecho fallar por tensión diagonal. La falla se propagó a partir de una grieta de tensión en la parte superior. Cabe observar que por facilidad de operación esta viga está invertida con respecto a las vigas de las explicaciones anteriores.

52 GRIETA POR TENSION DIAGONAL EN UNA ESTRUCTURA REAL

4
53 La figura presenta una viga de concreto agrietada por esfuerzo de tensión diagonal. Esta viga es la misma que nos sirvió para ilustrar las grietas típicas de flexión. Sin embargo, aquí se retrata una zona próxima al apoyo

34 GRIETA POR TENSION DIAGONAL OCASIONADA POR UN SISMO

Se muestra una falla de una viga por tensión diagonal. Esta viga formaba parte de un edificio de departamentos en la ciudad de Guatemala y falló como consecuencia del terremoto del 4 de febrero del presente año. El edificio tenía seis pisos y en todas sus plantas estaba rodeado por muros perifericos, excepto en la planta baja donde se dejaban las columnas libres para facilitar el acceso al área de estacionamiento. Esta estructuración motiva que por efecto del sismo se desarrollen esfuerzos cortantes muy elevados en las vigas del primer nivel y que en este caso causaron la falla.

Se observa el estallamiento del concreto en la zona de compresión, el deslizamiento del acero de refuerzo y la grieta inclinada que se une a una grieta vertical preexistente de flexión.

35 ESFUERZOS DE TORSION

La torsión produce también esfuerzos cortantes y asociados a ellos esfuerzos principales de tensión que pueden originar agrietamientos cuando no se dispone el refuerzo adecuado.

En general la torsión es un efecto secundario y sólo en estructuras especiales debe ser tomado en cuenta.

El marco de la izquierda tiene las cargas en su planta, los elementos mecánicos primordiales serán momentos flexores, fuerzas cortantes y fuerzas normales.

En cambio el marco de la derecha tiene cargas perpendiculares a su planta y se conoce como una viga en "Balcón". En este tipo de elementos aparte de los elementos mecánicos ya mencionados aparecerán momentos torsionantes de consideración.

36 AGRIETAMIENTO POR TORSION

Las grietas por torsión son también diagonales pero rodean en forma continua al elemento, a la manera de una hélice o un tirabuzón. En la figura se ilustra el agrietamiento de una viga de sección rectangular empotrada en sus dos extremos.

Se presenta un desarrollo de las caras de las vigas para ilustrar cómo las grietas se continúan de una cara a la adyacente.

37 AGRIETAMIENTO POR TORSION EN UNA ESTRUCTURA REAL

Se presenta el cabezal de un caballete para un puente que fue dañado por un sismo. El cabezal es una pieza de sección rectangular que se apoya sobre dos columnas y tiene dos voladizos. La figura presenta un voladizo y puede arreciarse el giro del elemento en su extremo. Este giro fue ocasionado porque la fuerza de fricción inducida por el sismo en el apoyo formó un par torsionante con la fuerza del empuje de tierras del terraplén que falló. La restricción de la columna al giro ocasionó torsiones y provocó el agrietamiento del elemento.

38 REFUERZO POR TORSION

En elementos sujetos a torsión deberá procurarse que los estripos sean cerrados y que dispongan en cada esquina de varillas longitudinales. Estas varillas longitudinales deberán proporcionarse para tomar esfuerzos de fle

xión sumados a los de torsión. Asimismo los estribos serán capaces de resistir ambas sollicitaciones.

ANCLAJE

Los esfuerzos de adherencia que deben desarrollarse en torno al refuerzo, son fundamentales porque al calcular los elementos de concreto reforzado los consideramos homogéneos y esta hipótesis sólo se cumplirá si se garantiza que no existirá un deslizamiento relativo entre el concreto y el refuerzo. Afortunadamente en nuestro país está prácticamente proscrita la práctica de reforzar con acero liso ya que el comportamiento de este último es considerablemente peor que del acero corrugado.

Cuando una varilla se corta debe anclarse en el concreto en una longitud suficiente para que los esfuerzos de adherencia entre el concreto y el acero equilibren la tensión que es capaz de desarrollar la varilla. Si una varilla no cumple con esta condición podemos considerarla como inexistente para efectos de resistencia.

GRIETAS TIPICAS POR ADHERENCIA INSUFICIENTE

Los deslizamientos de las varillas de refuerzo producidos por una adherencia insuficiente se evidencian por grietas horizontales en las caras inferior o laterales de una viga. Estas grietas se localizan en los planos del refuerzo y frecuentemente se encuentran asociadas a grietas de flexión o de tensión diagonal.

CLASIFICACION DE VARILLAS POR ADHERENCIA

Experimentalmente se ha demostrado que las varillas tienen una mejor adherencia al concreto en función del espesor de la masa de concreto que las subyace. Por esta razón el Reglamento americano de concreto distingue entre varillas superiores que son aquellas que tienen más de 30 cm de espesor de concreto por debajo de ellas y varillas inferiores en que el espesor es inferior a 30 cm.

EMPALMES

A menudo en los planos constructivos se omiten detalles de los empalmes, porque el proyectista no conoce de antemano dónde van a ser necesarios los traslapes. Es importante entonces que los residentes conozcan la magnitud que debe dársele a estos traslapes y vigilen su estricta observancia.

Según el Reglamento americano las juntas se dividen en cuatro grupos según su importancia y su riesgo. Sin embargo, la junta tipo B es la más recomendable y a ella nos referimos en esta gráfica. En esta junta debe evitarse que se traslape más de la mitad de las varillas en una sección. En estas condiciones para varillas en tensión la longitud de empalme es de 30 ϕ en varillas no superiores y 42 ϕ en varillas superiores, excepto las varillas de una pulgada en donde las longitudes son 1 m para barras no superiores y 1.5 m para barras superiores. Para varillas de diámetro mayor de una pulgada no se recomienda empalmar sino emplear soldadura a tope.

Si las barras están en compresión el empalme recomendado es de 28 ϕ . Cuando exista duda sobre la forma de trabajo de una varilla, del lado de la seguridad, se la puede suponer sujeta a tensión.

NECESIDAD DE ANCLAR EN LOS APOYOS

Hemos visto que las vigas de concreto armado están normalmente agrietadas

en las zonas de tensión. Esto motiva que la viga pueda asimilar a un arco-
atirantado. El arco queda representado por la zona sombreada que es el con-
creto trabajando a compresión y transmitiendo la carga a los apoyos. El ti-
rante lo representa el acero de refuerzo. Para que esta estructura sea es-
table, es necesario que el tirante se ancle debidamente por atrás del apoyo.
Usualmente este anclaje se logra por adherencia y cuando no hay espacio su-
ficiente puede substituirse por un anclaje mecánico.

4 FALLA POR ANCLAJE DE UNA ESTRUCTURA REAL

Se ilustra la falla del extremo de la nervadura de un puente durante un sis-
mo. Sobre el apoyo se observa una varilla longitudinal principal con un pe-
queño gancho de 90°. Esta varilla, de $1\frac{1}{2}$ " ϕ debía tener una longitud de an-
claje por detrás del apoyo del orden de 1.0 m, sin embargo, contraviniendo-
los planos estructurales únicamente se prolongó 10 cm; ocasionando durante
el temblor la falla por deslizamiento y que la estructura quedara en condi-
ciones precarias y requiriera una reparación laboriosa.

5 DETALLE DE LA FALLA ANTERIOR

En la fotografía se muestra un detalle más amplio de la falla anterior. Se
observa que la falla por deslizamiento se presentó asociada a otra por ten-
sión diagonal y que provocó el estallamiento del concreto.

6 ANCLAJE EN LOS MUROS

Quando se analizan estructuras formadas por marcos continuos se establece -
la hipótesis de que las uniones serán monolíticas.

Esta hipótesis sólo se cumplirá si en las uniones se anclan debidamente los
miembros entre sí. Se muestra el detalle de una estructura colapsada y que
la falla se inició en las uniones al separarse las vigas de las columnas. -
Las vigas tenían anclajes insuficientes y las juntas de colado en vez de --
ser rugosas eran lisas.

7 TIPOS DE COLUMNAS

En las construcciones usamos cuatro tipos principales de columnas. La de -
concreto simple o pedestal puede usarse cuando la altura no excede de 3 ve-
ces la menor dimensión transversal. Las columnas de estribos, por su sen-
cillez son usadas más frecuentemente que las zunchadas, a pesar de que és-
tas tienen mayor resistencia y un comportamiento dúctil que es preferible -
en zonas sísmicas.

Puede usarse también la columna compuesta en la cual una columna de concre-
to reforzado rodea a un perfil metálico.

8 COMPORTAMIENTO DE COLUMNAS A CARGA AXIAL

En la figura se presentan gráficas de esfuerzo-deformación para distintos -
tipos de columnas sujetas a carga axial. La columna de concreto simple al-
canza su resistencia cuando el esfuerzo promedio sobre la sección es el 85%
de $f'c$. Una vez alcanzada la carga máxima esta columna falla frágilmente, -
es decir en forma súbita.

Si la columna está reforzada, a la capacidad del concreto habrá que añadir-
la del acero que es el producto del área de acero por esfuerzo de fluencia.
Se observa que la diferencia entre las columnas de estribos y zunchadas es-
tá en que las primeras fallan súbitamente después de alcanzar su máxima re-

sistencia, en cambio las zunchadas, por el efecto confinante del zuncho, - tienen una gran deformación antes de fallar.

Esta propiedad es importante en zonas sísmicas ya que la gran deformación - permitirá la disipación de energía y ocasionará que la estructura se dañe - pero sin colapsarse.

Sin embargo, es de todos conocido, que es muy laborioso construir una columna zunchada. Para obviar esta dificultad, se han ideado columnas de estribos que se asemejen en su comportamiento a las columnas zunchadas y para ello se especifican separaciones muy pequeñas en los estribos, especialmente en las zonas de la columna cercanas a la unión con las vigas.

2 FALLA DE UNA COLUMNA POR DEFICIENCIA DE ESTRIBOS

La fotografía corresponde a una columna de un edificio fallado por el sismo reciente en la ciudad de Guatemala. Se observa que la carencia de estribos en la unión de la columna a la viga provocó el pandeo de las varillas, la formación de una articulación plástica en la zona y como consecuencia - la inestabilidad del edificio.

3 FALLA SIMILAR A LA ANTERIOR

En la fotografía se muestra otra falla de columnas por insuficiencia de estribos. Corresponde a un edificio comercial que falló en la ciudad de Córdoba, Ver. durante el sismo de agosto de 1973.

4 FALLA DE ESCUELA

Se presenta una falla típica de columna en una escuela de Ciudad Serdán, - Pue. A esta falla se le conoce con el nombre genérico de "falla de escuela" por ser frecuente en los edificios escolares y de otro tipo que se - - construyen en lugares calurosos. Con fines de ventilación, en una de las paredes de este edificio se disponen ventanas de corta altura corridas a - todo lo largo. Esto origina que las columnas de los marcos perpendiculares a esas ventanas queden restringidas en buena parte de su altura y sólo con una pequeña porción libre. Al ser cortas estas columnas son muy rígidas y, por lo tanto, toman una gran fuerza cortante durante el temblor. - Este cortante combinado a la compresión ocasiona una fractura como la mostrada. Para evitar este problema debían separarse los muros de la columna a fin de evitar la restricción y permitir la libre deformación; o bien, debía proporcionárseles un armado transversal considerable en la porción libre.

5 FALLA DE UNA COLUMNA POR TENSION

La fotografía corresponde a un edificio colapsado en Managua, durante el sismo de diciembre de 1972. El edificio estaba aún en construcción y la columna mostrada aún no recibía la carga de los pisos superiores que habría de soportar en condiciones definitivas. La columna falló por tensión y la parte superior se desprendió de la inferior saltando hacia adelante. - Se observa el efecto desfavorable de emplamar todas las varillas en la misma sección y de proporcionarles un traslape insuficiente.

6 FALLA DE UNA COLUMNA POR ANCLAJE INSUFICIENTE A LA CIMENTACION

Se muestran detalles del colapso de una estructura durante el sismo de enero de 1973 en Manzanillo, Col. Pudó observarse que el refuerzo principal de la columna no se encontraba anclado en la zapata de cimentación y que -

estaba simplemente cortado al nivel de la unión entre columna y zapata.

DETALLE CON FALLAS MÚLTIPLES

El detalle mostrado corresponde a una estructura caída por el sismo de Manzanillo, Col. de 1973. Es interesante porque en la unión pueden apreciarse diferentes fallas. En primer término la más grave corresponde a la omisión de estribos en la columna. Se observan también grietas por cortante, flexión y falta de adherencia.

COLAPSO EN MANAGUA, NICARAGUA

Esta estructura colapsada en la ciudad de Managua, servía como salón de baile y su caída ocasionó la muerte de alrededor de ochenta personas. Se muestra, al final de esta plática únicamente para resaltar la importancia que tiene el diseño estructural adecuado y la supervisión rigurosa de una construcción.

Debe tenerse en la ejecución de un proyecto especial cuidado en aquellos miembros que por su funcionamiento sean particularmente importantes para garantizar la estabilidad de la estructura.

En este caso, por ejemplo, toda la techumbre se sostenía básicamente en una columna central, a la manera de un paraguas. Esta columna estaba sudiseñada y presentaba deficiencias constructivas graves tales como la carencia de estribos. Al fallar ocasionó el derrumbe de todo el edificio.

Debemos ser especialmente exigentes con las columnas, ya que por lo que se refiere a las losas es muy difícil que fallen, ya que cuando se rebasa su capacidad de carga, se abren agujeros al disgregarse el concreto y se deflexionan excesivamente, pero siempre queda el acero trabajando como malla. En cuanto a las vigas, sus fallas ocasionan fallas locales; pero las columnas son fundamentales en la mayoría de las construcciones.

COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL CONCRETO

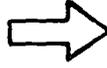


SISTEMA
EDIFICACION

SOLICITACION



SUBSISTEMA
(ESTRUCTURA)



RESPUESTA

- CARGA MUERTA
- CARGA VIVA
- CARGAS EXTRAORDINARIAS
- VIENTO
- SISMO
- TEMPERATURA
- DESPLAZAMIENTOS IMPUESTOS

- ESFUERZOS
- DEFORMACIONES
- AGRIETAMIENTOS
- DESPLAZAMIENTOS
- GIROS
- VIBRACIONES
- COLAPSOS

DEFORMACIONES DEL CONCRETO:

- 1.- Debidas a las condiciones ambientales
- 2.- Debidas a las cargas aplicadas

1.- DEFORMACIONES DEBIDAS A LAS CONDICIONES AMBIENTALES:

Contracción de fraguado
Cambios de humedad
Cambios de temperatura
Fricción

2.- DEFORMACIONES DEBIDAS A LAS CARGAS APLICADAS:

Instantáneas
Diferidas

CONTRACCION DE FRAGUADO

BASICAMENTE DEPENDE DE :

- Humedad ambiente
- Proceso de curado
- Calidad del concreto
- Revenimiento

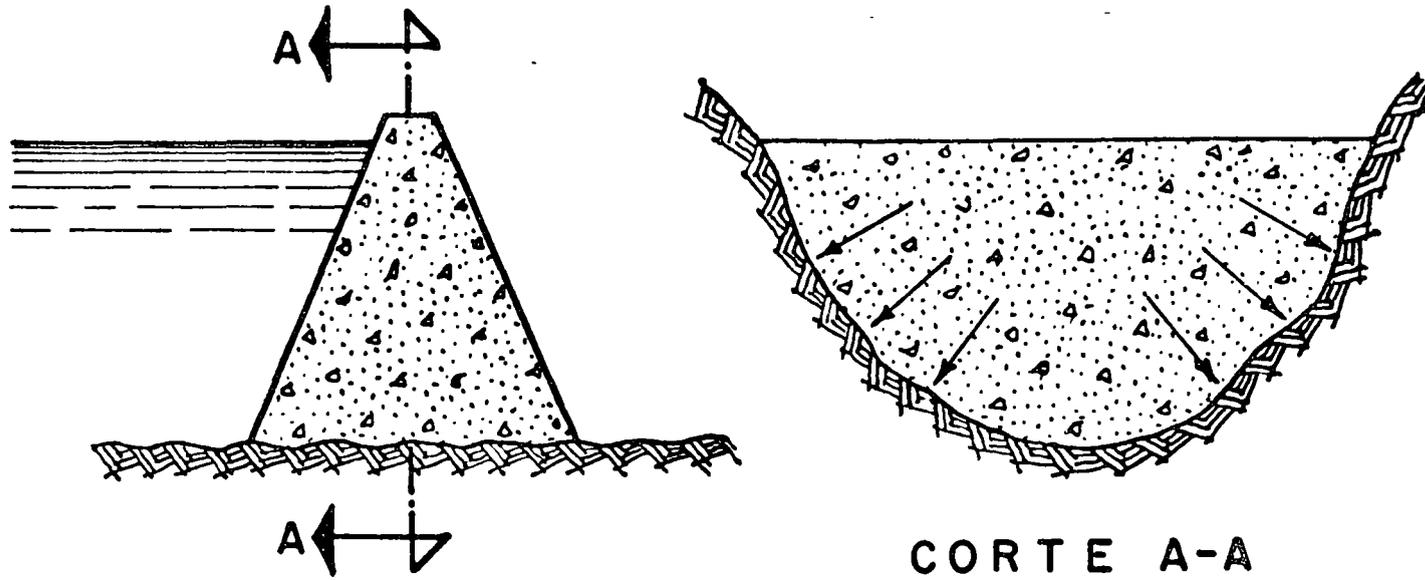
Valores medios :

0.0002 Climas húmedos

0.0003

0.0004 Clima seco

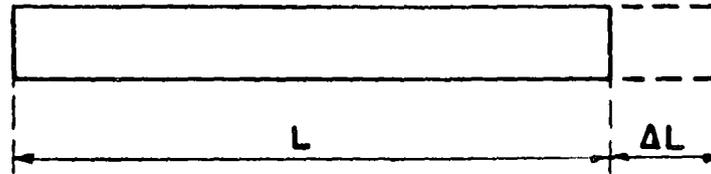
CAMBIOS DE HUMEDAD



Aumento de volumen por la introducción intersticial de agua

CAMBIOS DE TEMPERATURA

16



$$\Delta L = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$$

alargamiento

ΔT , gradiente de temperatura

AASHTO:

ΔT (°C)

22 clima moderado

25 clima frío

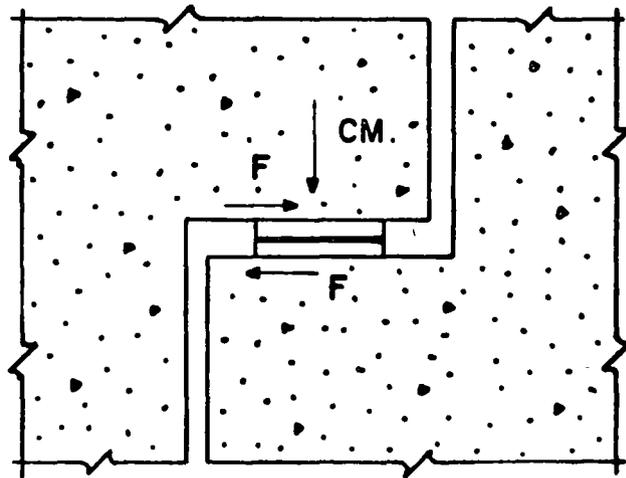
α , coeficiente de dilatación térmica = 0 000011 $\frac{1}{C^\circ}$

J U N T A S

TIENEN POR OBJETO:

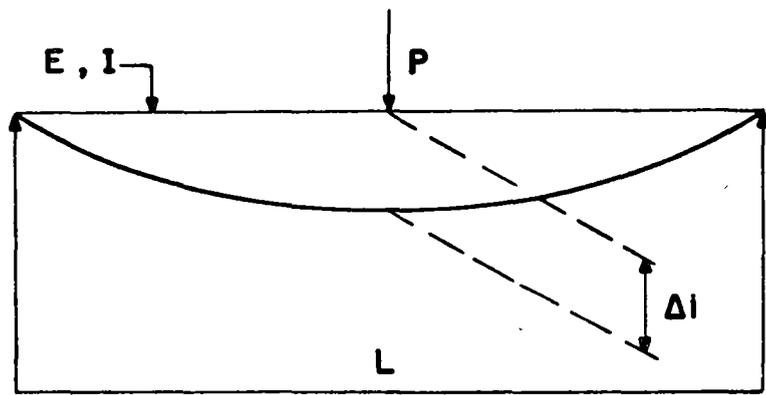
- Facilitar la construcción
- Minimizar los efectos de la temperatura y de la contracción
- Separar estructuraciones diversas
- Evitar choques entre estructuras adyacentes

FRICCION



$$F = 0.02 \text{ a } 0.05 \text{ CM.}$$

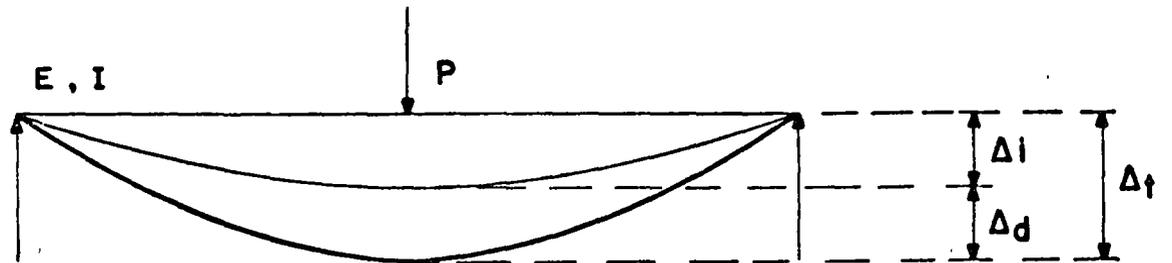
DEFORMACION INSTANTANEA



$$\Delta i = \frac{PL^3}{48 EI}$$

$$Ei = 15000 \sqrt{f'c}$$

DEFORMACION DIFERIDA

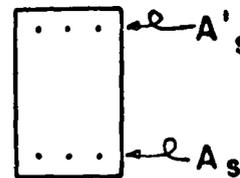


$\Delta_t = \Delta_i + \Delta_d = \text{Deformación total}$

$$\Delta_t = \frac{P L^3}{48 E' I}$$

$$E' = \frac{E I}{n}$$

AASHTO:



$$\frac{A's}{A_s}$$

n (Clima seco)

0

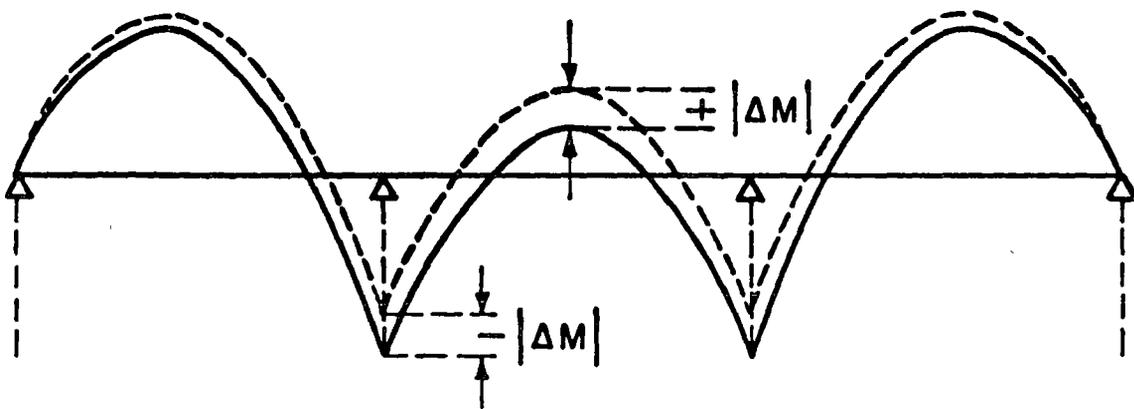
3.5

1/2

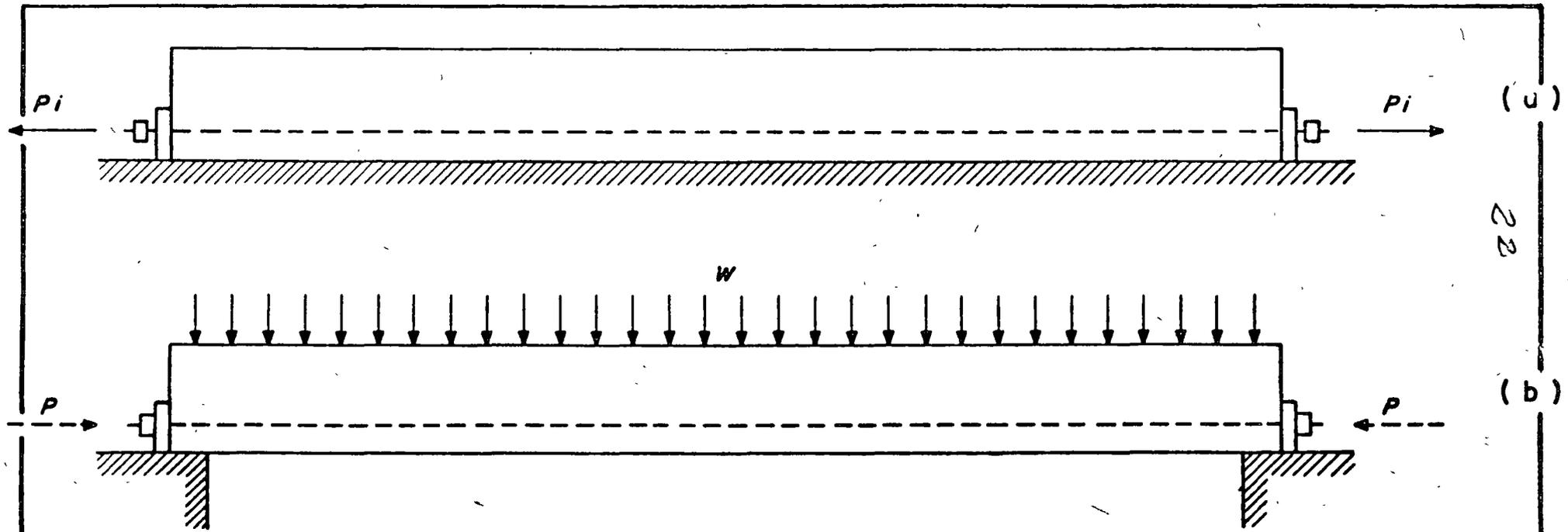
2.5

1

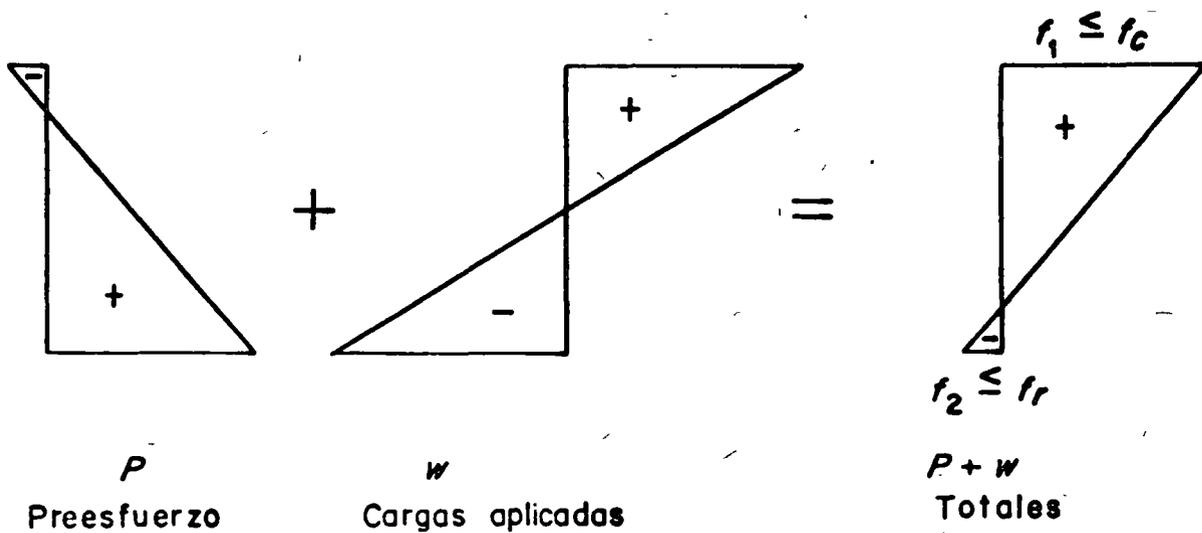
2.0

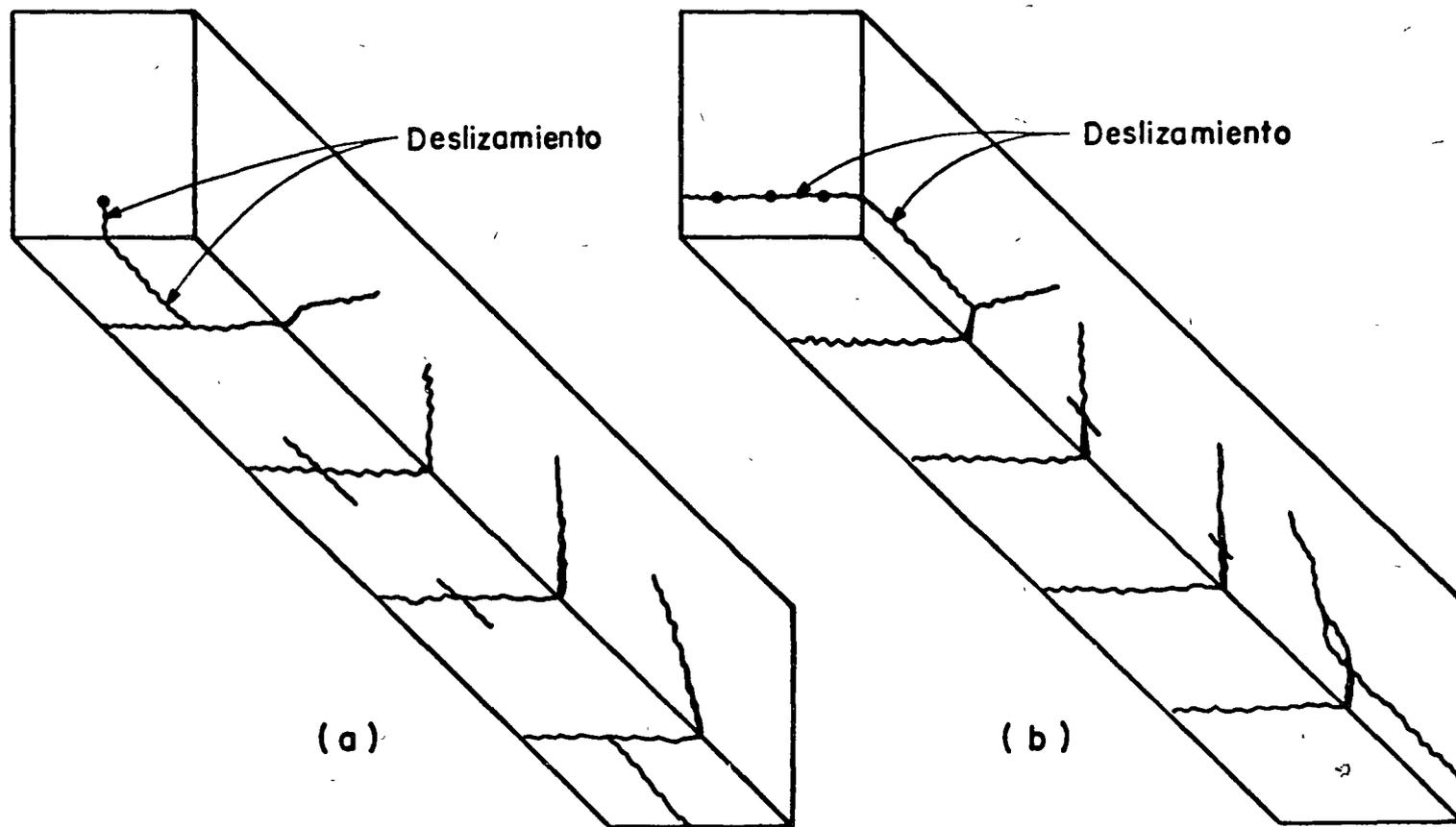


REDISTRIBUCION DE MOMENTOS POR
FLUJO PLASTICO

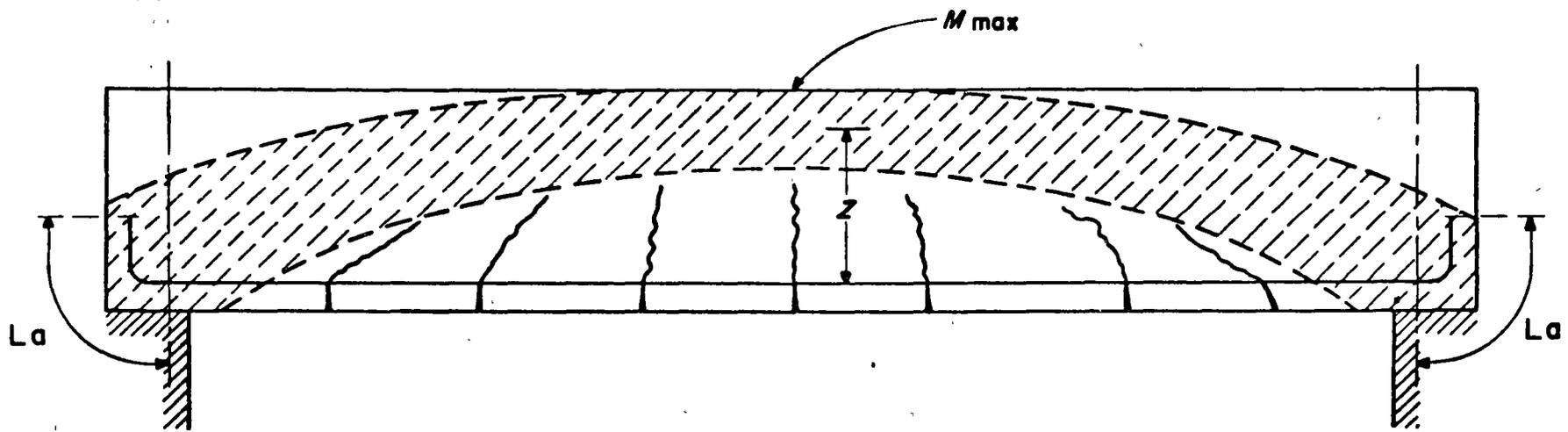


ESFUERZOS

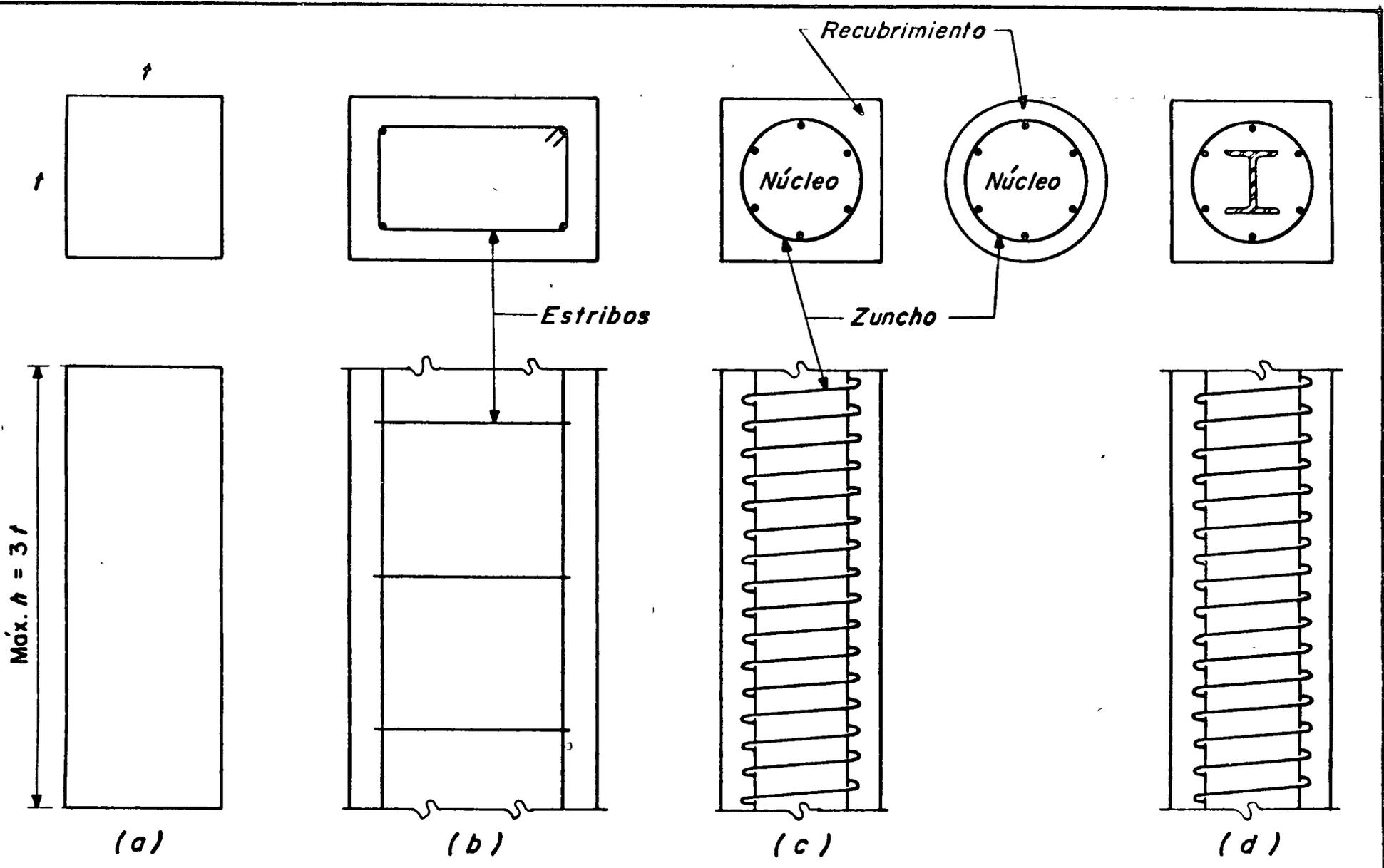




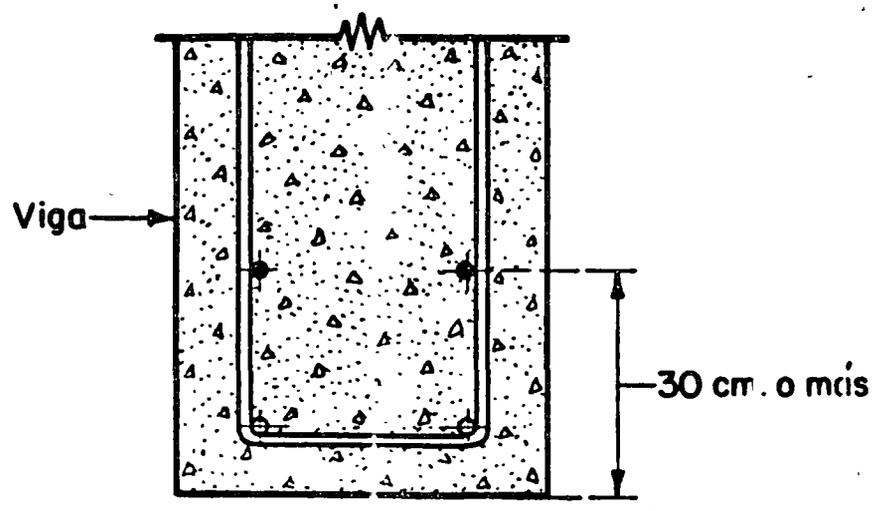
GRIETAS POR ADHERENCIA INSUFICIENTE



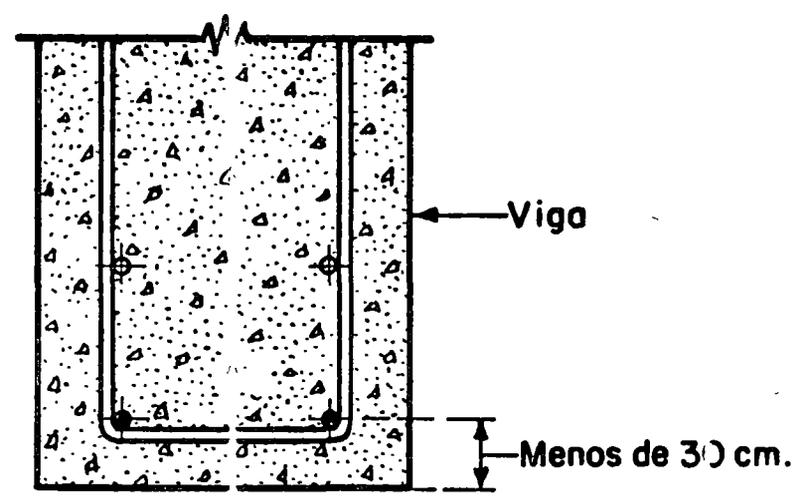
LONGITUD DE ANCLAJE



Tipos de columnas (a) pedestal de concreto simple. (b) columna de estribos
 (c) columna con zunchada en espiral. (d) columna compuesta

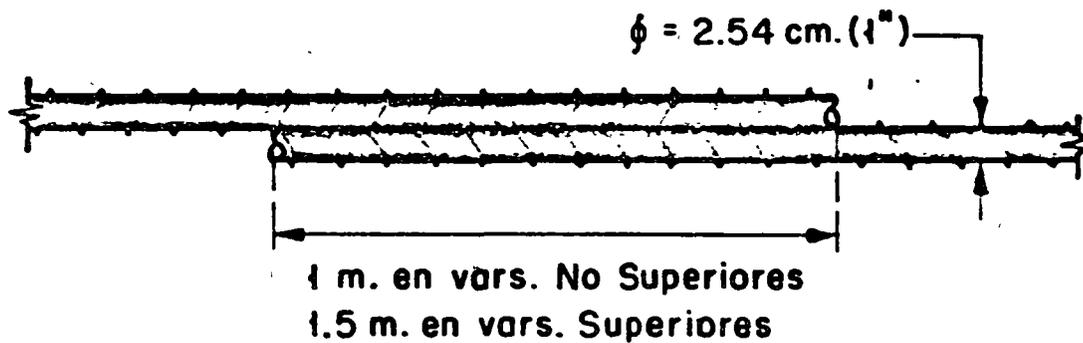
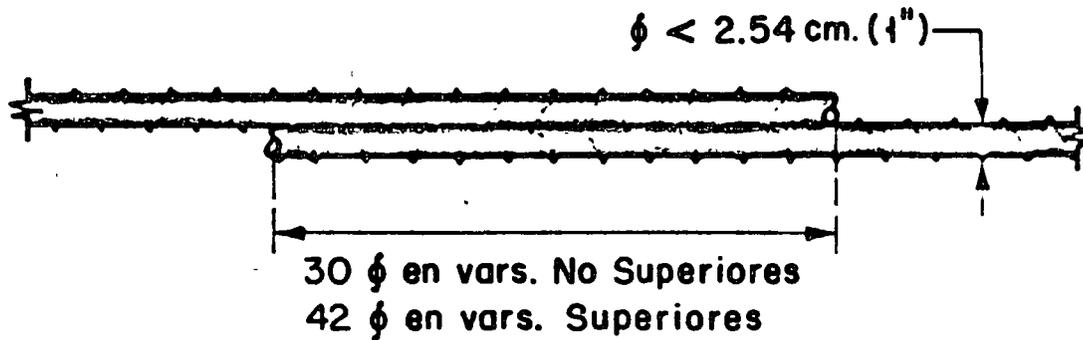


VARILLAS SUPERIORES

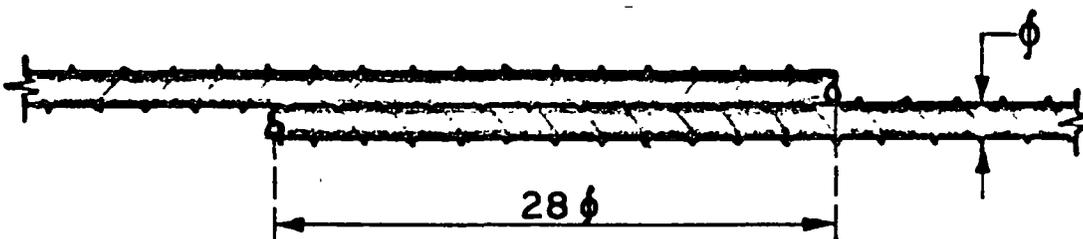


VARILLAS INFERIORES

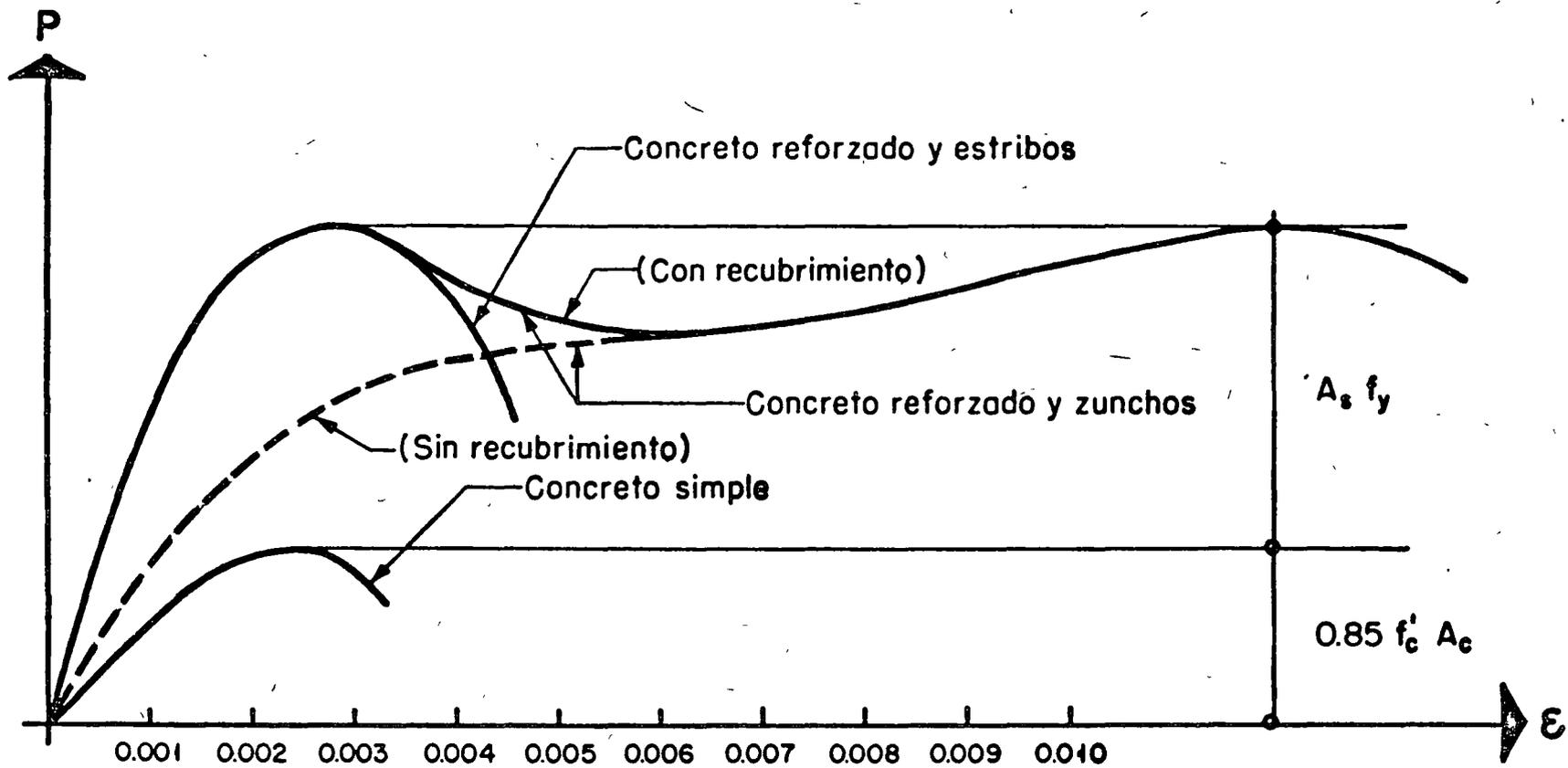
**CLASIFICACION DE LAS VARILLAS SUJETAS A TENSION
ACI-71**

VARILLAS EN TENSION:

JUNTAS TIPO B. No deberá traslaparse más de la mitad de las varillas en una longitud requerida de traslape

VARILLAS EN COMPRESION:

**TRASLAPES RECOMENDADOS POR EL
REGLAMENTO ACI - 71**



CURVAS CARGA-DEFORMACION UNITARIA DE COLUMNAS CORTAS BAJO COMPRESION AXIAL



centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam



TECNOLOGIA DEL CONCRETO HIDRAULICO

FACTORES QUE AFECTAN LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

ING. LUIS ARMANDO GUERRA CHOWEL

ING. MARIO TENA BERNAL

AGOSTO DE 1977

FACTORES QUE AFECTAN LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Los factores que afectan las características del concreto, en general se derivan de la calidad y características de sus componentes (cementos, agua, arena, grava y aditivos), del tipo de equipo mecánico empleado en su manufactura y de la capacidad o grado de -- -- especialización de las personas que asumen la responsabilidad de -- -- proyectarlo, que se encargan de operar el equipo para fabricarlo, -- -- de las que en una u otra forma lo transportan, lo manipulan, -- -- acomodan o compactan en la obra y en última instancia, de aquellos que cumplen la función de controlar su calidad.

Para abundar en particular sobre cada uno de sus componentes se -- puede decir lo siguiente:

CEMENTO.-- Este es el componente más caro e importante que interviene en su fabricación ya que junto con el agua, forma la matriz que aglutina o une el resto de sus componentes y gobierna sus características en el -- -- estado plástico o ya endurecido.

La fabricación del cemento, requiere materia prima -- (caliza, arcillas) de óptima calidad, instalaciones y equipo moderno con sistemas electrónicos de control, personal altamente calificado, que durante su fabricación constantemente vigile y verifique todos los procesos, puesto que el producto terminado deberá satisfacer los requisitos físicos y químicos de -- -- calidad que aseguren su buen comportamiento y garanticen su empleo.

AGUA.-- Esta por lo general se emplea tal como se encuentra en la naturaleza; cuando los fines lo justifican, se compensan sus deficiencias mediante el empleo de aditivos o cementos adecuados y en contadas ocasiones, -- se trata para modificar su composición química, a -- -- fin de lograr su utilización óptima.

ARENA.-- Este componente se obtiene en forma natural, de -- -- yacimientos existentes o en forma artificial mediante la trituración de rocas; en ambos casos, el control de su homogeneidad ofrece serios problemas, -- -- pues en general los depósitos o las rocas que le dan origen varían de una zona a otra.

El control de su homogeneidad, factible dentro de ciertos límites, no debe exagerarse porque eleva mucho su costo de explotación o producción, sin que se logre una gran mejoría en su calidad.

GRAVA.- Esta se obtiene en forma análoga a la arena y su origen puede ser prácticamente el mismo; consecuentemente el control de su homogeneidad es similar, aunque en este caso el mayor tamaño de sus partículas facilita más ese control.

Por lo anterior, podemos decir que los factores técnicos de la producción del concreto debidos a la grava, son prácticamente los mencionados para la arena y sólo debe agregarse el que se deriva de las variaciones de tamaño máximo.

ADITIVOS.- Estos en general son productos químicos de fabricación controlada, cuya eficiencia debe comprobarse mediante ensayos realizados antes de emplearse.

EQUIPO DE DOSIFICACION Y MEZCLADO. Este renglón también es importante y por ello se recomienda que el equipo sea moderno, que se encuentre en perfecto estado de conservación y se calibre o verifique con cierta periodicidad.

PERSONAL.- Su importancia estriba en que participa en todos los procesos, desde la obtención de los componentes hasta la verificación de la calidad del concreto, por ello se pretende que esté formado por personas idóneas y altamente calificadas.

Las variables mencionadas, que afectan la calidad del concreto, se resumen en los cuadros de los anexos números 1 y 2, señalándose además en el cuadro del anexo número 3 las variables relativas al muestreo y ensayo de los especímenes de concreto.

MEDIDAS PARA UN ADECUADO CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO.

A fin de reducir al mínimo los factores técnicos que por una u otra causa pueden afectar la producción de concreto, es de recomendarse:

- 1.- Controlar desde su fabricación u origen todos los componentes del concreto mediante pruebas rápidas e indicativas de aceptación. (Véase anexo No. 4).

- 2.- Pugnarse porque el transporte de cada uno de los materiales, se haga con el equipo apropiado para evitar su alteración.
- 3.- Contar con almacenamientos apropiados para evitar la segregación y contaminación de los agregados pétreos y sitios apropiados para evitar la hidratación del cemento.
- 4.- Dar al equipo un buen mantenimiento, vigilar que esté calibrado y renovarlo o cambiarlo cuando sea necesario y se justifique su reposición.
- 5.- Seleccionar al personal con la preparación apropiada para desempeñar el puesto que se le asigne y proporcionarle los conocimientos necesarios relacionados con las funciones que desempeña.
- 6.- Contar con un Laboratorio, para controlar en forma rápida y efectiva los procesos y etapas de producción.

Todas estas medidas tenderán a producir un concreto lo más uniforme posible en sus características y con probabilidad de tener poca dispersión en los resultados de la prueba de compresión.

Los resultados de la prueba de compresión en el concreto, no sólo tienen el objetivo de medir la resistencia a dicho esfuerzo, también nos dan una idea de la uniformidad lograda en su elaboración, pues es evidente la influencia de las variables que interviene en su fabricación. Aún cuando dichas variables existan y no sea posible eliminarlas, es seguro que su influencia puede reducirse si se aplica un control de calidad adecuado, de manera que se obtenga una resistencia promedio lo más cercana posible a la resistencia de proyecto, dando lugar a un concreto más económico.

Dicho control también debe extremarse durante el colado con las pruebas que se realizan al concreto fresco, para garantizar uniformidad en su colocación y compactación.

Además, es preciso llevar a cabo una cantidad adecuada de ensayos, puesto que un número reducido no puede reportar conclusiones dignas de confianza.

PROCESAMIENTO DE DATOS

Una forma eficaz de interpretar los resultados de ensaye, la tenemos en el uso de los métodos estadísticos, llevando un registro gráfico de resultados debidamente correlacionados, en cartas de control bien planeadas (véase anexo No. 5) y contando con información suficiente, la interpretación se puede complementar con histogramas que abarquen determinados períodos del control.

Para la evaluación de los resultados del control, se utilizan las funciones denominadas desviación estándar y coeficiente de variación, que en forma sencilla permiten calificar la eficiencia de los procesos. La desviación estándar es igual a la raíz cuadrada del promedio de los cuadrados de las desviaciones o diferencias respecto a la resistencia promedio.

El coeficiente de variación es el cociente que resulta de dividir la desviación estándar entre el promedio de las resistencias obtenidas. La curva de distribución de las resistencias obtenidas en los especímenes, es una curva en forma de campana, que será más alta y cerrada a medida que el coeficiente de variación sea menor, es decir, a medida que se tenga un mejor control de calidad. En términos generales se puede decir que un coeficiente de variación inferior o igual a 0.15 es adecuado.

CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES DEL CONCRETO QUE AFECTAN SU CALIDAD.

COMPONENTE.	N.º.	CAUSAS ASIGNABLES.	PROBABILIDAD DE INCIDENCIA.	EFECTO EN SU RESISTENCIA.
CEMENTO.	1	Falta de control de fabricación.	Posible en cualquier marca.	Puede ser considerable.
	2	Tipo y composición.	Empleando diferentes marcas.	Rango de variación considerable.
	3	Edad y estado.	Con almacenamiento inadecuado.	Variaciones notables.
	4	Temperatura.	Despachado sin reposo en los silos.	Puede ser apreciable.
AGUA.	5	Presencia de sales.	Posible en cualquier caso.	No es notable en lo general.
	6	Contaminación orgánica.	De corrientes y depósitos naturales.	Puede ser considerable.
	7	Temperatura.	En climas extremos.	En general, no es apreciable.
ARENA.	8	Forma de las partículas.	En naturales y trituradas.	Inapreciable cuando es del mismo tipo u origen.
	9	Granulometría.	Por diferente origen o mal almacenada.	Apreciable por variaciones de consistencia.
	10	Falta de uniformidad.	Por diferente origen o mal almacenada.	Por variaciones de consistencia.
	11	Contaminación (limo, arcilla o materia orgánica).	Por explotación o almacenamiento inadecuado.	Considerable en algunos casos.
	12	Partículas suaves.	Por contaminación en banco o almacén.	En relación directa con el porcentaje.
	13	Actividad química.	Cuando son de origen dolomítico o silíceo.	Considerable si no se previene.
GRAVA.	14	Contenido de humedad.	Frecuente y muy común.	Variaciones considerables.
	15	Forma de las partículas.	En naturales y trituradas.	Inapreciable cuando es del mismo tipo y origen.
	16	Granulometría.	Por diferente origen o mal almacenada.	Apreciable por variaciones de consistencia.
	17	Falta de uniformidad.	Por grado de intemperismo, diferencia de origen, defectos de proceso o mal almacenada.	Apreciable por variaciones de consistencia.
	18	Contaminación (limo, arcilla y arena).	Por explotación o almacenado inadecuado.	Considerable en algunos casos.
ADITIVO.	19	Partículas suaves o alteradas.	Por su origen o contaminación.	En relación directa al porcentaje.
	20	Actividad química.	Cuando son de origen dolomítico o silíceo.	Considerable si no se prevé.
	21	Contenido de humedad.	Frecuente y muy común.	Variaciones considerables.
	22	Falta de control de fabricación.	Posible en cualquier marca.	Puede ser considerable.
	23	Variaciones de concentración.	Cuando se prepara en solución.	Variaciones notables.
	24	Error en la selección.	Información deficiente.	Resultados no esperados.
	25	Temperatura.	En climas extremos.	Variaciones no previstas.

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO DE DOSIFICACION Y EL PROCEDIMIENTO DE MEZCLADO QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL CONCRETO

CONCEPTO BASICO.	N°.	CAUSA ASIGNABLE.	PROBABILIDAD DE INCIDENCIA.	EFFECTO EN LA RESISTENCIA.
EQUIPO DE DOSIFICACION.	1	Sistema de medición heterogéneo.	Frecuente.	Variaciones considerables.
	2	Falta de mantenimiento.	Con personal inexperto	Variaciones considerables.
	3	Operación defectuosa.	Con personal o equipo no adecuados.	Considerable en algunos casos.
	4	Falta de control.	Por variaciones de relaciones A/C y g/a	Considerable en algunos casos.
	6	Medición por volumen.	Falta de recursos o economía.	Considerables en todos los casos.
PROCEDIMIENTO DE MEZCLADO.	8	Orden de carga.	Depende del Operador.	Generalmente de poca importancia
	9	Sobrecarga.	Poco frecuente.	Ninguno en lo general.
	10	Acumulación de mezclas.	Ocasional.	Puede ser considerable.
	11	Velocidad de mezclado.	Defectos mecánicos o variación de corriente.	Ninguno en lo general.
	12	Tiempo de mezclado.	Frecuente.	Variaciones notables en algunos casos.
	13	Equipo manual.	Falta de recursos o economía.	Considerable en todos los casos.

ANEXO N°. 3.

CAUSAS ATRIBUIBLES AL MUESTREO, MANEJO, CURADO Y ENSAYE DE ESPECIMENES, QUE AFECTAN LOS RESULTADOS DE LA PRUEBA DE COMPRESION EN EL CONCRETO.

CONCEPTO.	CAUSA ATRIBUIBLE.	PROBABILIDAD DE INCIDENCIA.	CONSECUENCIA EN EL RESULTADO.
MUESTREO:	1 Derrame con pérdida parcial. 2 Falta de homogeneidad.	Frecuente con personal inepto. Muestra integrada con porciones de varios sitios.	Ocasiona variaciones considerables. Ocasiona variaciones considerables.
	3 Cribado del concreto fresco.	Sólo en concreto masivo.	Aumento de resistencia respecto a la -- real.
	4 Segregación.	Transporte de mezclas fluidas.	Ocasiona zonas débiles y fallas imprevisibles.
MANEJO.	5 Clasificación.	Manipulación excesiva.	Ocasiona zonas débiles y fallas imprevisibles.
	6 Cambios de estructura.	Por remezclado.	No es posible estimar el efecto.
	7 Forma.	Especímenes cúbicos.	Resistencia superior en probetas cilíndricas.
MOLDES.	8 Dimensiones.	Don relación a altura y diámetro menor -- de dos.	Aumenta la resistencia.
	9 Caras no perpendiculares. 10 Irregularidad en forma.	Defectos constructivos. Defectos geométricos	Superable por medio del cabeceo.
	11 Mal acabado superficial.	Falta de limpieza del molde o golpeado.	Valores no confiables.
	12 Sangrado o fugas.	Molde no hermético.	Resistencias ligeramente bajas.
	13 Absorción.	Moldes permeables.	Pérdida de resistencia sin importancia. Resistencias ligeramente bajas.
	14 Falta de homogeneidad. 15 Covenias u cantidades.	Operadores inexpertos. Módulos sucios.	Amplio rango de variación. Reducción considerable de la resistencia.
TRANSPORTE AL LABORATORIO.	16 Clasificación de componentes. 17 Formación de planos débiles.	Vibrado en exceso. Orientación de partículas en forma de la J.	Fallas y valores imprevistos. Disminución notable de la resistencia.
	18 El espécimen se golpea.	A cortas edades.	Disminución notable de la resistencia.
CURADO.	19 Secado a la intemperie. 20 Temperatura baja.	En las primeras 24 horas. Depósito o pileta a la intemperie.	Inapreciable. Reducción de la resistencia hasta del -- 25 %.
	21 Temperatura alta.	Depósito o pileta a la intemperie.	Resistencias iniciales relativamente altas.
	22 Humedad relativa baja.	En cámara húmeda.	Reducción en la resistencia hasta del -- 20 %.
	23 Variaciones de temperatura. 24 Período efectivo.	En cámara húmeda Sin control de humedad o temperatura.	Variaciones del 15 % en más o en menos. Variaciones considerables.
CABECEO.	25 Falta de paralelismo.	Operador inexperto.	Disminución de la resistencia hasta del 15 %.
	26 Acabado de la superficie.	Cabeceador con defectos.	Reducción: Concavidad hasta 30 %. Convexidad hasta 50 %.
	27 Espesores de la capa.	Solamente capas con espesor excesivo.	Reducción de la resistencia hasta del -- 10 %.
	28 Material poco resistente.	Concretos de alta resistencia.	Reducción de la resistencia hasta del -- 15 %.
MAQUINA DE COMPRESION Y ENSAYE.	29 Platinas.	Cuando no se tiene cabeza móvil.	Ocasiona variación considerable.
	30 Operación manual.	Cuando se produce impacto.	Variación considerable en general.
	31 Sistema de medición. 32 Excéntrica de carga.	Calibración. Operador inexperto.	Variación apreciable.
	33 Contenido de humedad. 34 Velocidad de carga.	En especímenes secos. Operación inadecuada.	Variaciones hasta del 20 %. No es considerable generalmente.

ENSAYES INMEDIATOS DE CALIDAD DE CEMENTOS DE OBRA.

Sanidad acelerada en autoclave.
Pérdida por calcinación.
Finura con el aparato de Blaine.

ENSAYES PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LOS AGREGADOS EN LA OBRA.

Análisis granulométrico.
Determinación de pesos volumétricos.
Determinación del contenido de partículas suaves.
Determinación del contenido de polvo por lavado.
Determinación del contenido de limo y arcilla.
Determinación del contenido de materia orgánica.
Determinación del contenido de humedad.
Determinación del porcentaje de contaminación.
(Grava en arena o arena en grava).

PRUEBAS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN LA OBRA.

Determinación del revenimiento.
Determinación del peso volumétrico.
Determinación del contenido de aire.
Varillado.
Aplanado o acabado.
Sangrado.
Segregación.
Moldeo de especímenes.

COMPROBACION DE CALIDAD.

Determinación del contenido de cemento en concreto fresco.
Ensayes acelerados de probetas estándar.
Ensayes normales de probetas estándar a las edades especificadas.

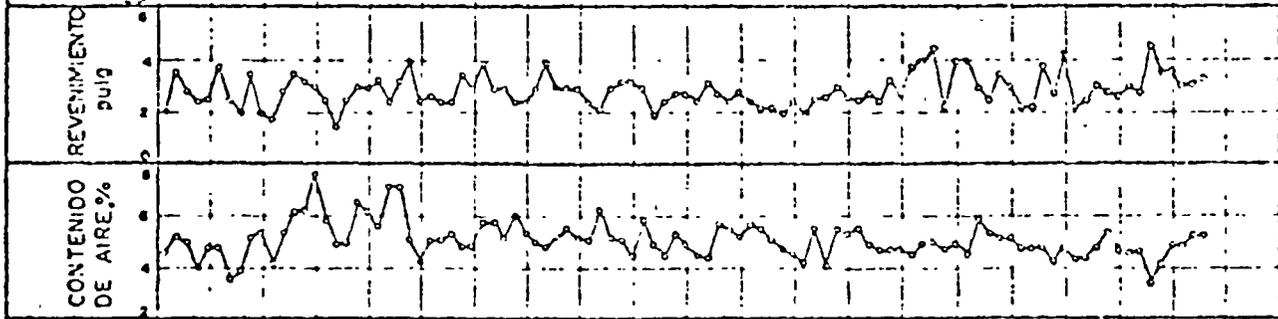
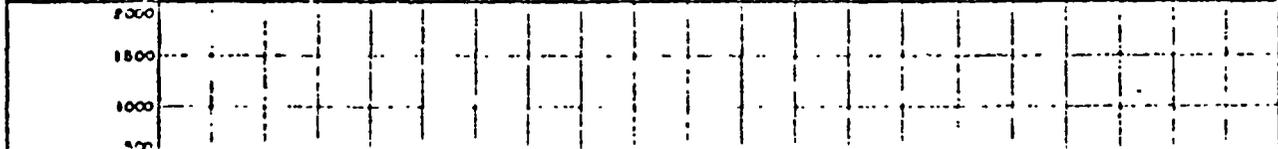
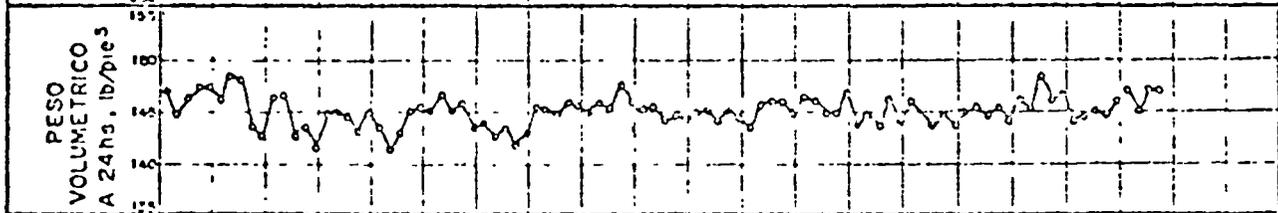
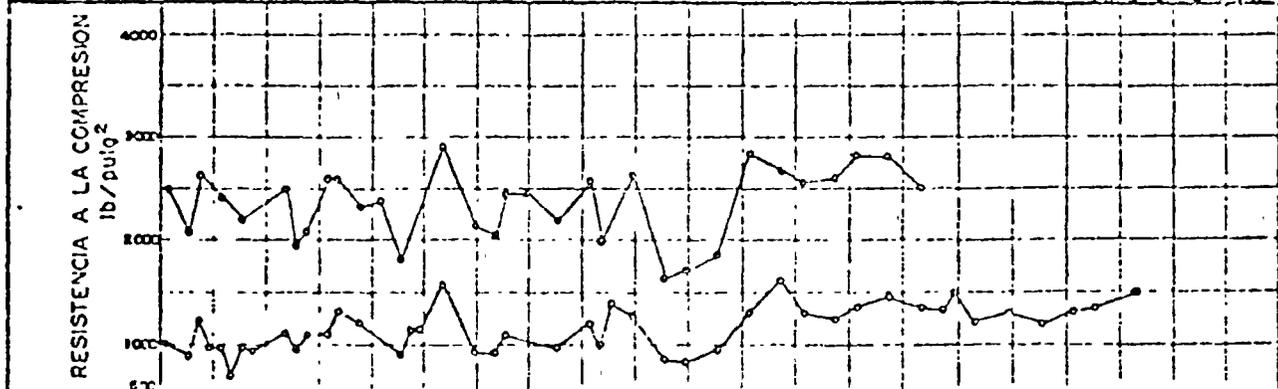
PRUEBAS EXHAUSTIVAS.

Pruebas esclerométricas.
(Cualitativa no destructiva).
Determinaciones con el probador de Wilson.
(Cualitativa no destructiva).
Pruebas sónicas.
(Cualitativa no destructiva).
Extracción y ensaye de corazones.
(Cuantitativa destructiva).
Determinación del contenido de cemento.
(Cuantitativa destructiva).

CARTA DE CONTROL DE CONCRETO

CONTRATO 20033 TUMUT 2. TUNEL A PRESION PLANTA DOSIFICADORA

2500 lb/pulg²
 c 90 días
 A/C 0.10



A/C NOMINAL

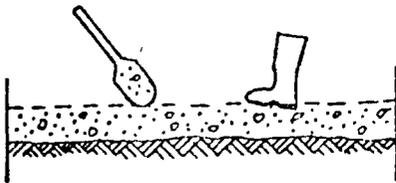
ESTRUCTURA

TIPO DE CEMENTO

IDENTIFICACION DEL CEMENTO

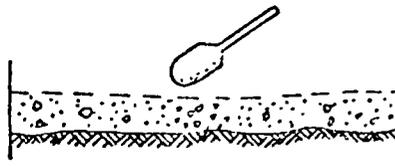
FECHA DEL MUESTREO

...



CORRECTO

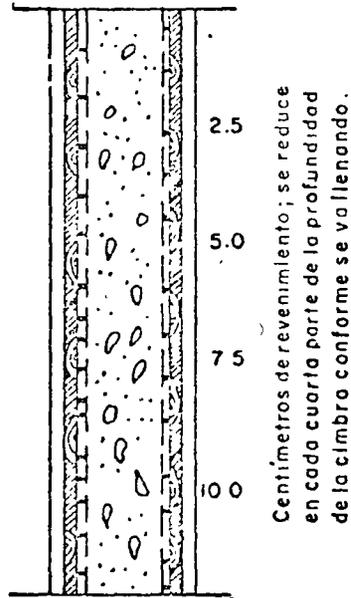
Con una pala se pasa la grava de las bolsas de piedra o otra zona con suficiente cantidad de arena y se consolida o vibra.



INCORRECTO

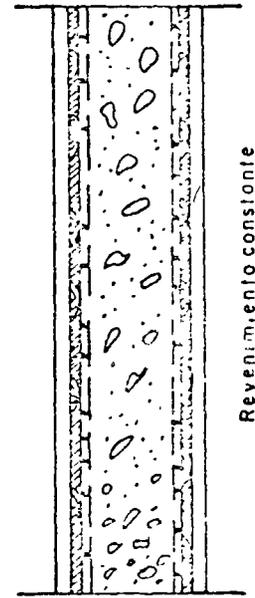
Tratar de corregir las bolsas de piedra echando mortero y concreto fluido en la zona.

**TRATAMIENTO DE BOLSAS DE PIEDRA
AL COLAR EL CONCRETO**



CORRECTO

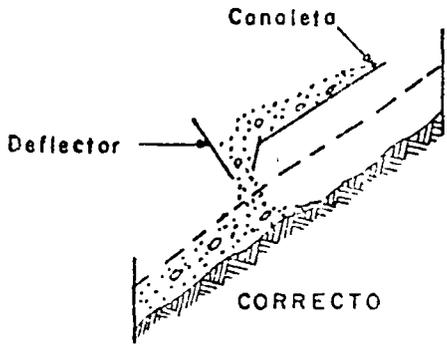
El concreto es más húmedo en el fondo de cimbras y se hace más seco conforme se alcanza la parte superior.
 El aumento de agua tiende a igualar la calidad del concreto.
 La contracción por asentamiento se reduce al mínimo.



INCORRECTO

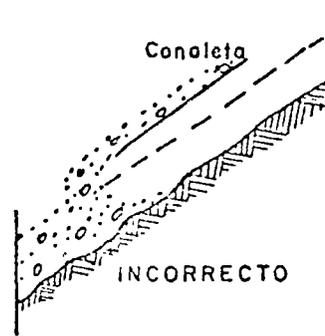
El mismo revenimiento en la parte superior y en la parte inferior. El alto revenimiento en la parte superior produce un exceso de agua y decoloración, pérdida de calidad y menos durabilidad de la capa superior.

CONSISTENCIA DEL CONCRETO EN CIMBRAS PROFUNDAS Y ESTRECHAS

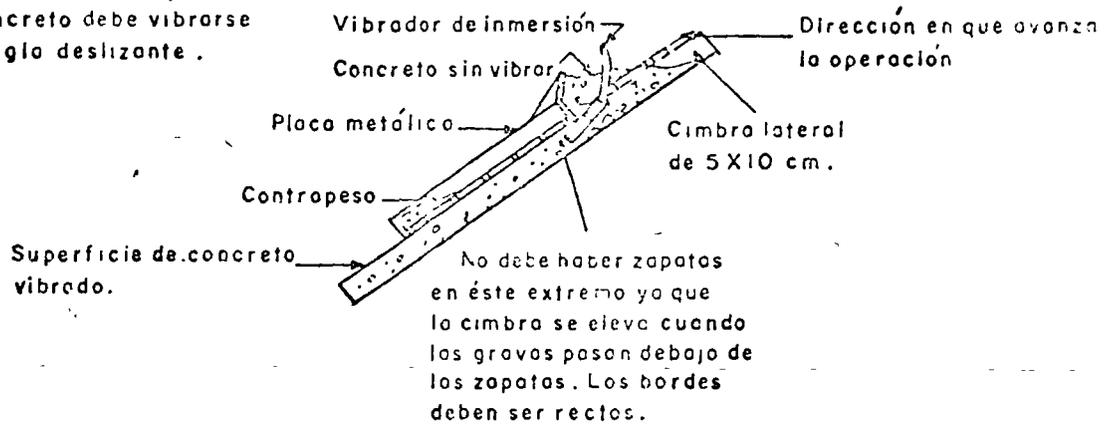


Coloquese un deflector en el extremo de la canoleta de tal manera que se evite la segregación y el concreto forme una pendiente.

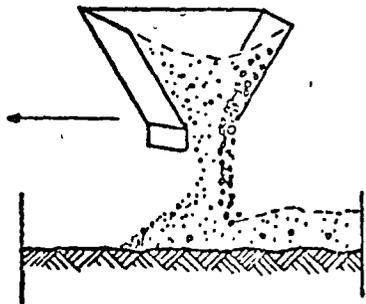
Para colar concretos sin cimbras en pendientes. La regla deslizante debe ser de metal, con contrapeso y no debe vibrarse. El concreto debe vibrarse adelante de la regla deslizante.



Descargar el concreto desde el extremo libre de una canoleta en una pendiente por cubrir. La grava se segrega y se va al fondo de la pendiente. La velocidad hace que el concreto se vaya hacia abajo.

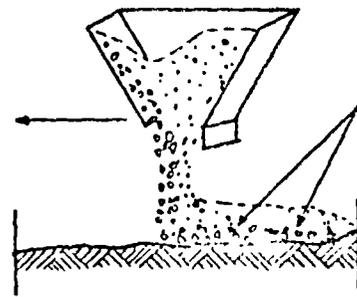


VACIADO DEL CONCRETO EN PENDIENTES



CORRECTO

Gírese el cubo para que la grava segregada caiga en el concreto de tal manera que pueda combinarse dentro de la masa.

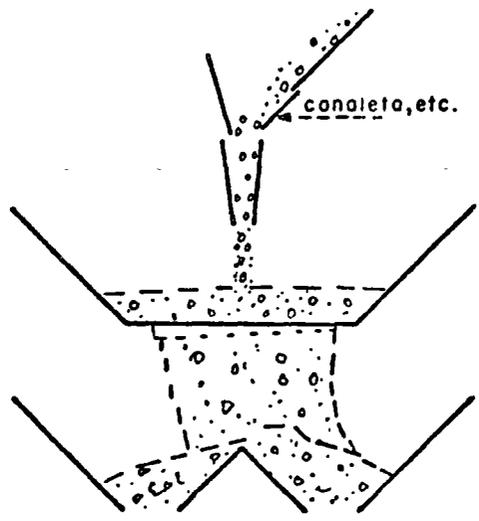


INCORRECTO

La grava cae libremente y se acumula en los cimbras o en la base.

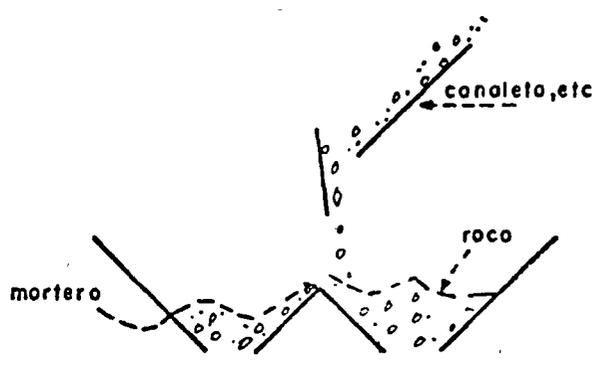
Bolsos de piedra que se forman en el fondo de la base

EN CASO DE QUE NO SE HAYA ELIMINADO LA SEGREGACION AL LLENAR LOS CUBOS (REMEDIOTEMPORAL HASTA QUE SE HAGA LA CORRECCION)



CORRECTO

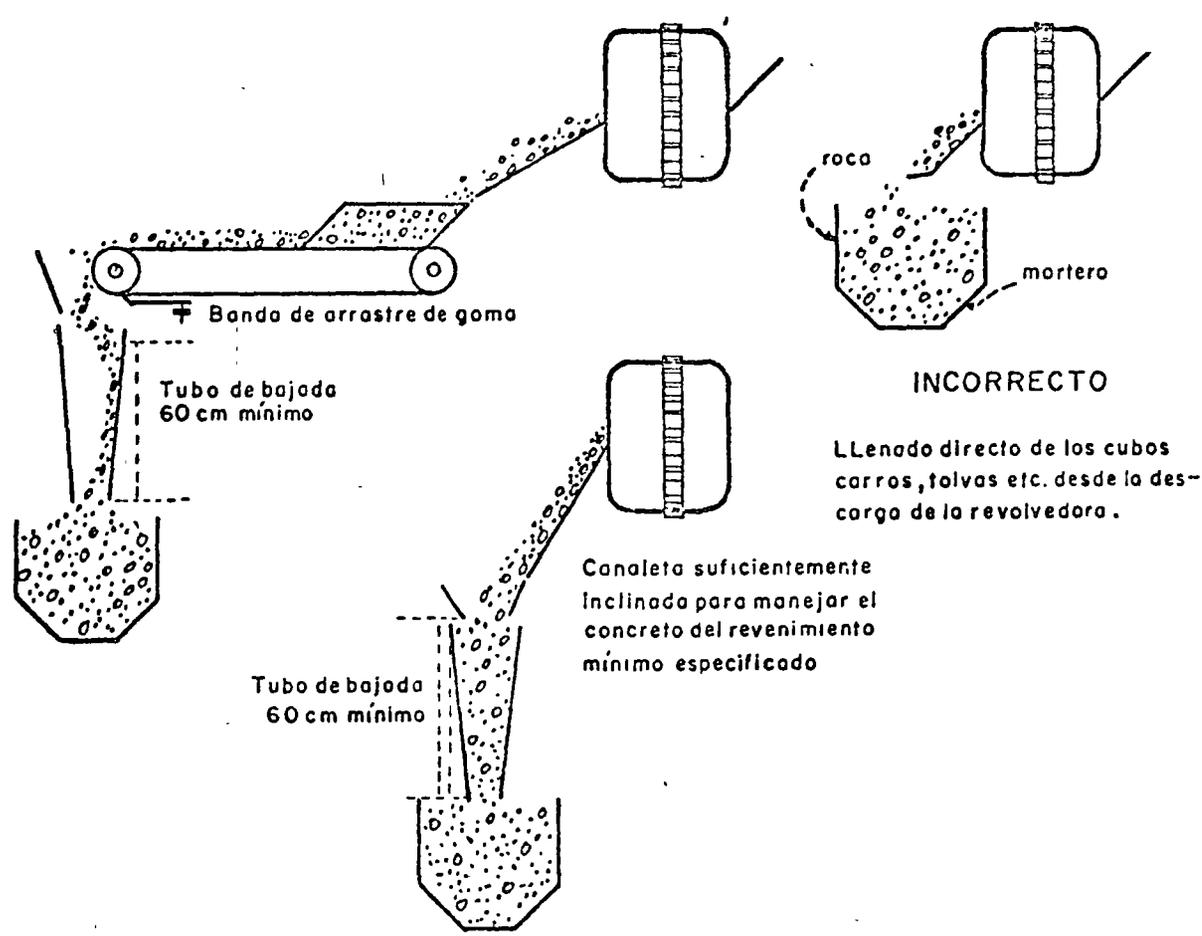
El dispositivo muestra un método práctico cuando se usa una tolva dividida (Debe usarse, cuando sea posible, tolvas con una sola descarga)



INCORRECTO

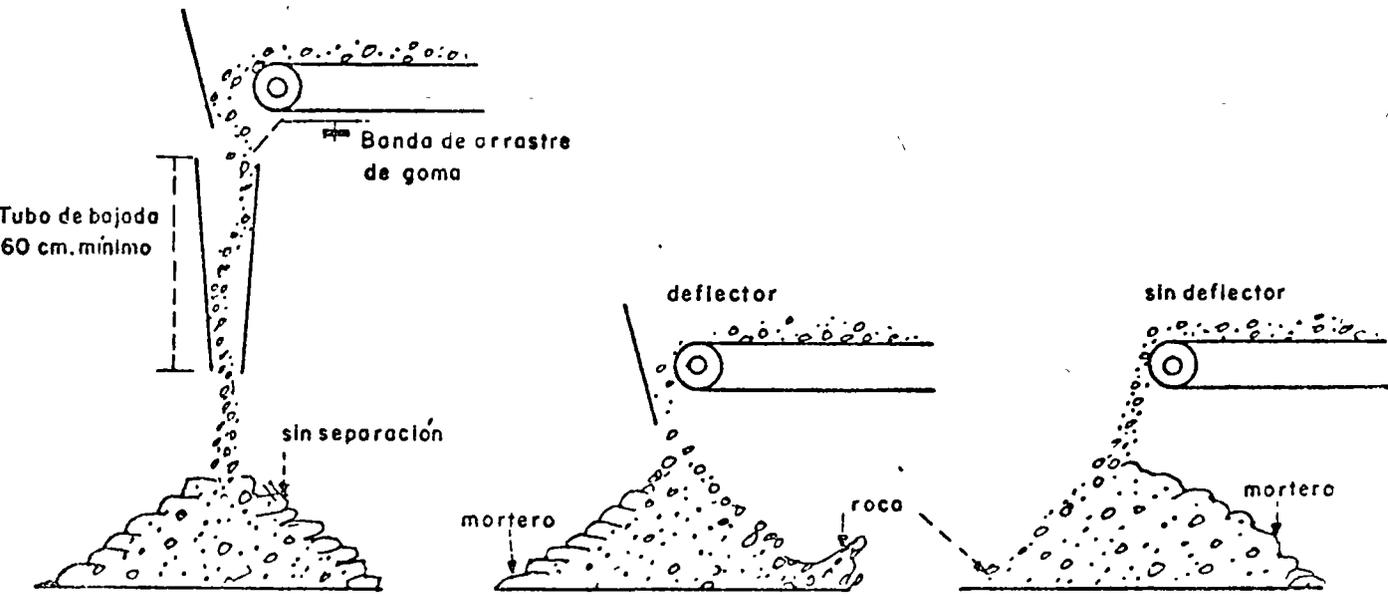
La tolva dividida llena, como se muestra arriba, produce invariablemente segregación y carencia de uniformidad en el concreto entregado por cualquier otra compuerta

TOLVAS DIVIDIDAS PARA CONCRETO



Cualquiera de los arreglos de la izquierda evita la segregación sin importar la longitud de la canaleta o transportador y ya sea que se descargue en los cubos, carros, camiones o tolvas.

CONTROL DE SEGREGACION AL DESCARGAR EL CONCRETO DE LAS REVOLVEDORAS



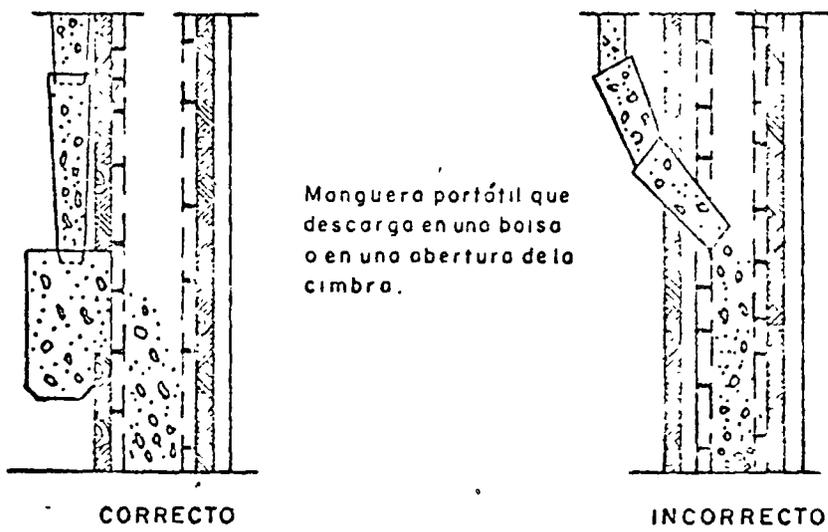
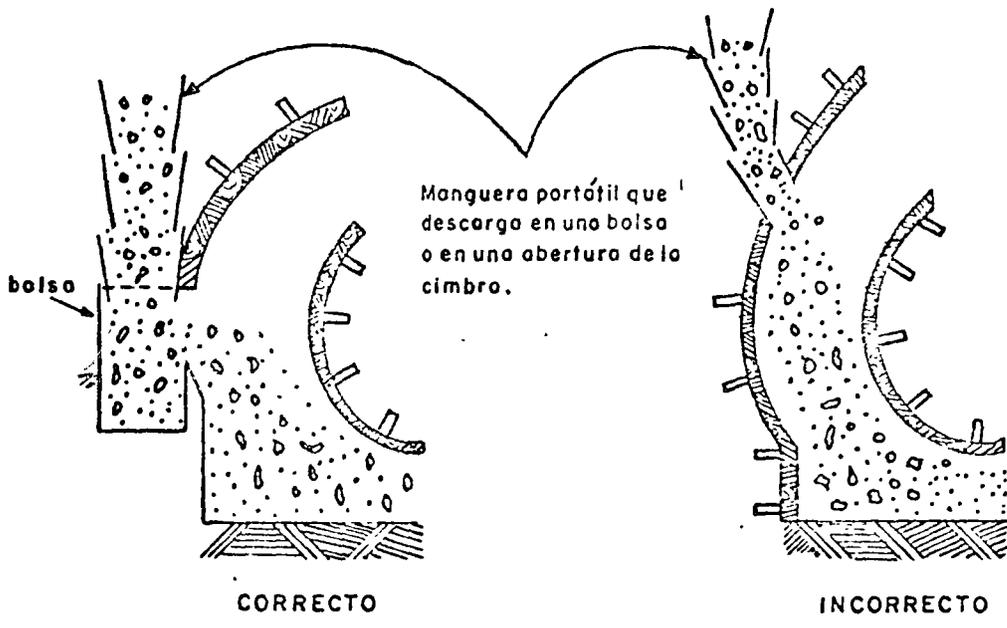
CORRECTO

El arreglo superior evita la segregación del concreto ya sea si se descarga en tolvas, cubos, carros, camiones o en cimbras.

INCORRECTO

Carencia completa o impropio control al final de la banda. Generalmente sólo se cambia la dirección de la segregación si se uso un deflector o una tolva baja.

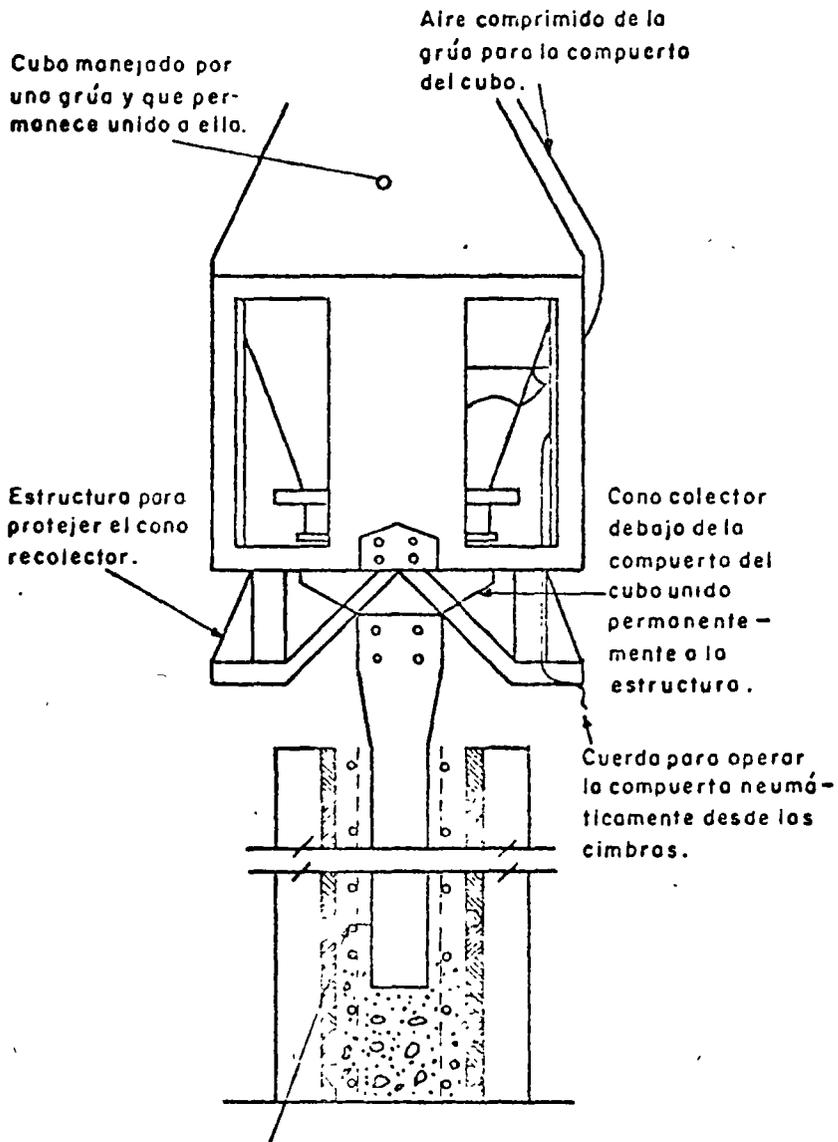
CONTROL DE LA SEGREGACION DEL CONCRETO EN EL EXTREMO DE LA BANDA TRANSPORTADORA



Caída vertical del concreto en bolsas exteriores debajo de cada abertura de la cimbro de tal manera que el concreto se detiene y fluye fácilmente sin segregarse.

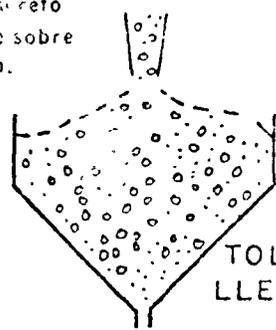
Se permite que el concreto fluya a gran velocidad dentro de las cimbras o que forme un ángulo con la vertical. Esto invariablemente resulta en segregación

COLOCACION EN PAREDES PROFUNDAS O CURVAS A TRAVES DE COMPUERTAS EN LA CIMBRA



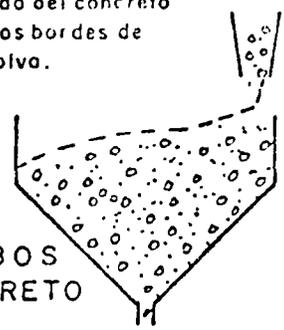
Manguera flexible unido al cono colector. La manguera se cierra cuando no cae concreto permitiendo el uso de agregados de tamaño pequeño así como de tamaño grande.

Caída del concreto directamente sobre la compuerta.



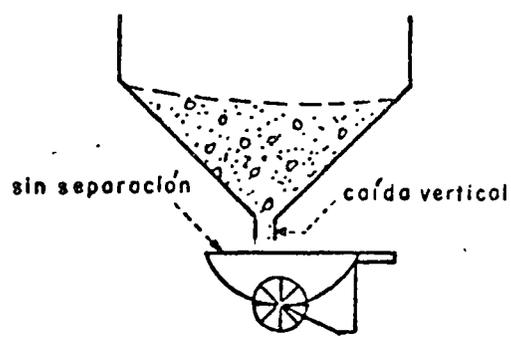
CORRECTO

Caída del concreto en los bordes de la tolva.

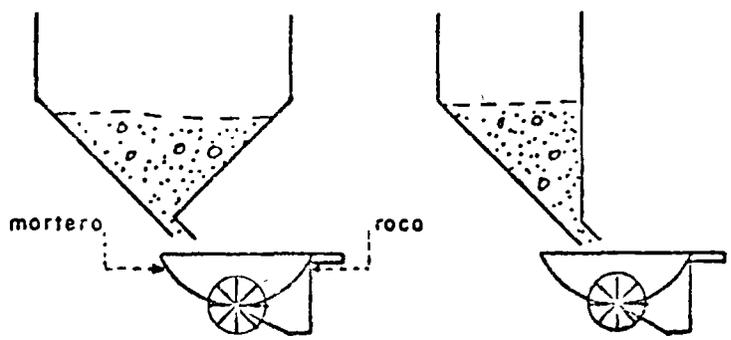


INCORRECTO

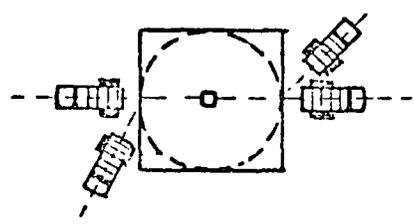
TOLVAS O CUBOS LLENOS DE CONCRETO



sin separación caída vertical

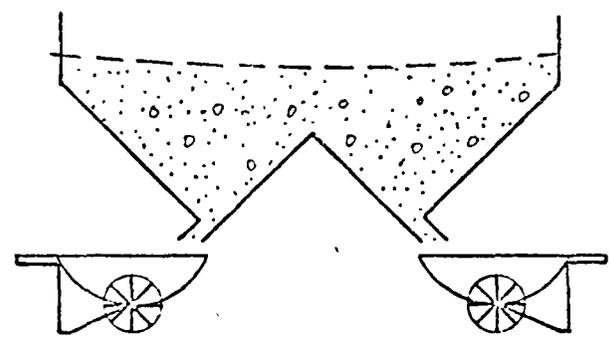


mortero roca



CORRECTO

Descarga por la abertura central para caer verticalmente en el centro del carro. La entrada alternada permite cargar a la misma velocidad que con tolvas divididas en 2 compuertas de salida las cuales son objetables.



INCORRECTO

Compuertas inclinadas de salida que en realidad son canaletas sin control de salida y causan segregación objetable al llenar los carros.

DESCARGA DE LAS TOLVAS PARA CARGAR EL CONCRETO EN LOS CARROS

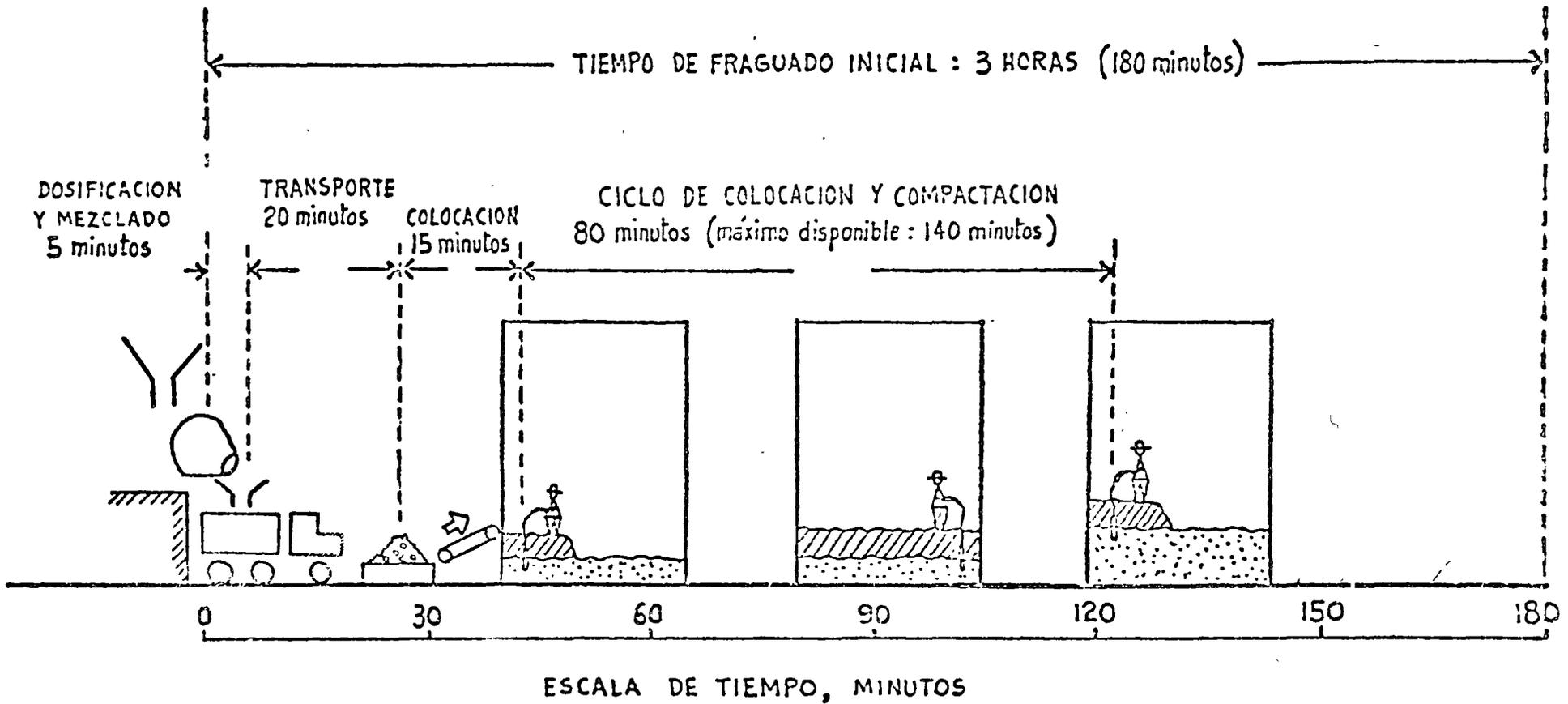


FIGURA 8. ESQUEMA DEL PROCESO DE COLADO DENTRO DEL PERICDO DE FRAGUADO INICIAL DEL CONCRETO

CLASIFICACION DE AGREGADOS

ANEXO N.º 6

GRUPO	ORIGEN	PROCESOS	TIPO	CALIDAD	
				FISICA	QUIMICA
NATURALES	LECHOS DE RIOS Y FONDOS LACUSTRES.	DRAGADO, TRITURACION, PARCIAL, LAVADO Y CLASIFICACION	NORMALES	BUENA O REGULAR	INOCUOS O DELETEREOS
	FORMACIONES O DEPOSITOS NATURALES	EXPLOTACION A CIELO ABIERTO TRITURACION PARCIAL, LAVADO Y CLASIFICACION.	LIGEROS Y NORMALES	BUENA, REGULAR O MALA	INOCUOS O DELETEREOS
	CANTERAS, BLOQUES ERRATICOS O MATERIAL DE PEPENA	EXPLOTACION A CIELO ABIERTO TRITURACION, MOLIENDA, LAVADO Y CLASIFICACION	LIGEROS Y NORMALES	BUENA O REGULAR	INOCUOS O DELETEREOS
	MINERALES DE HIERRO Y BARIO	EXPLOTACION EN MINAS, TRITURACION, MOLIENDA, LAVADO Y CLASIFICACION	PESADOS	BUENA	INOCUOS
ARTIFICIALES	ROCAS SILICEAS CON MOLECULAS DE AGUA	EXPLOTACION A CIELO ABIERTO, TRITURACION, TRATAMIENTO TERMICO Y CLASIFICACION	LIGEROS	BUENA	INOCUOS
	DESPERDICIOS INDUSTRIALES DE ACERO	LAVADO Y TRATAMIENTO TERMICO, TRITURACION, MOLIENDA Y CLASIFICACION	LIGEROS Y PESADOS	BUENA	INOCUOS
	DESPERDICIOS DE CONCRETOS Y MORTEROS HIDRAULICOS, DE PESO NORMAL Y LIGEROS	TRITURACION Y CLASIFICACION	LIGEROS Y NORMALES	BUENA	INOCUOS
	DESPERDICIOS DE REFRACTARIOS, CERAMICA Y VIDRIO	TRITURACION Y CLASIFICACION	NORMALES	BUENA	INOCUOS
	ARCILLAS, CAOLINES, PIZARRAS Y ROCAS	FUSION TERMICA, TRITURACION Y CLASIFICACION	LIGEROS Y NORMALES	BUENA	INOCUOS
	RESINAS, CATALIZADORES Y CARGAS	SINTESIS QUIMICA, TRITURACION Y CLASIFICACION	LIGEROS Y NORMALES	BUENA	INOCUOS
	FIBRA DE ACERO, VIDRIO Y POLIPROPILENO	TRATAMIENTO TERMICO, SINTESIS QUIMICA, CORTE Y CLASIFICACION	NORMALES Y PESADOS	BUENA	INOCUOS

TABLA 1.6 PROPIEDADES DEL CONCRETO INFLUIDAS
POR LOS AGREGADOS

PROPIEDADES DEL CONCRETO	PROPIEDAD DEL AGREGADO
1. Durabilidad Resistencia a congelación y deshielo	Sanidad. Porosidad. Estructura interna. Permeabilidad. Grado de saturación. Resistencia a tensión. Textura y estructura. Presencia de arcilla. Limpieza.
Resistencia a humedecimiento y secado. Resistencia a calentamiento y enfriado. Resistencia a la abrasión. Reacción álcalis-sílice Reacción álcalis-carbonato.	Estructura interna. Módulo de elasticidad. Coeficiente de expansión térmica. Dureza Presencia de minerales reactivos. Presencia de minerales activos.
2. Resistencia a compresión.	Resistencia a compresión. Textura superficial. Limpieza. Forma de partícula. Tamaño máximo. Adherencia.
3. Contracción.	Módulo de elasticidad. Forma de partícula. Granulometría. Limpieza. Tamaño máximo. Presencia de arcilla.
4. Coeficiente de expansión térmica.	Coeficiente de expansión térmica. Módulo de elasticidad.
5. Conductividad térmica.	Conductividad térmica.
6. Calor específico.	Calor específico.
7. Peso unitario.	Peso específico. Forma de partícula. Granulometría. Tamaño máximo.
8. Módulo de elasticidad.	Módulo de elasticidad. Relación de Poisson.
9. Economía.	Forma de partícula. Granulometría. Tamaño máximo. Procesamiento requerido. Disponibilidad.
10. Impermeabilidad.	Porosidad. Sanidad. Peso específico. Granulometría. Estructura interna. Tamaño máximo. Limpieza. Textura.

Clase de roca	Peso específico (intervalo frecuente)	Aplicación
Pómez	1.2 - 1.8	Concreto ligero
Escoria volcánica	1.6 - 2.2	
Caliza	2.3 - 2.8	Concreto normal
Arenisca	2.3 - 2.6	
Cuarzo	2.4 - 2.6	
Granito	2.4 - 2.7	
Andesita	2.4 - 2.7	
Basalto	2.5 - 2.9	
Limonita	3.0 - 3.8	Concreto pesado
Barita	4.0 - 4.5	
Magnetita	4.5 - 5.0	

TABLA 1.5 MINERALES Y ROCAS POTENCIALMENTE REACTIVOS

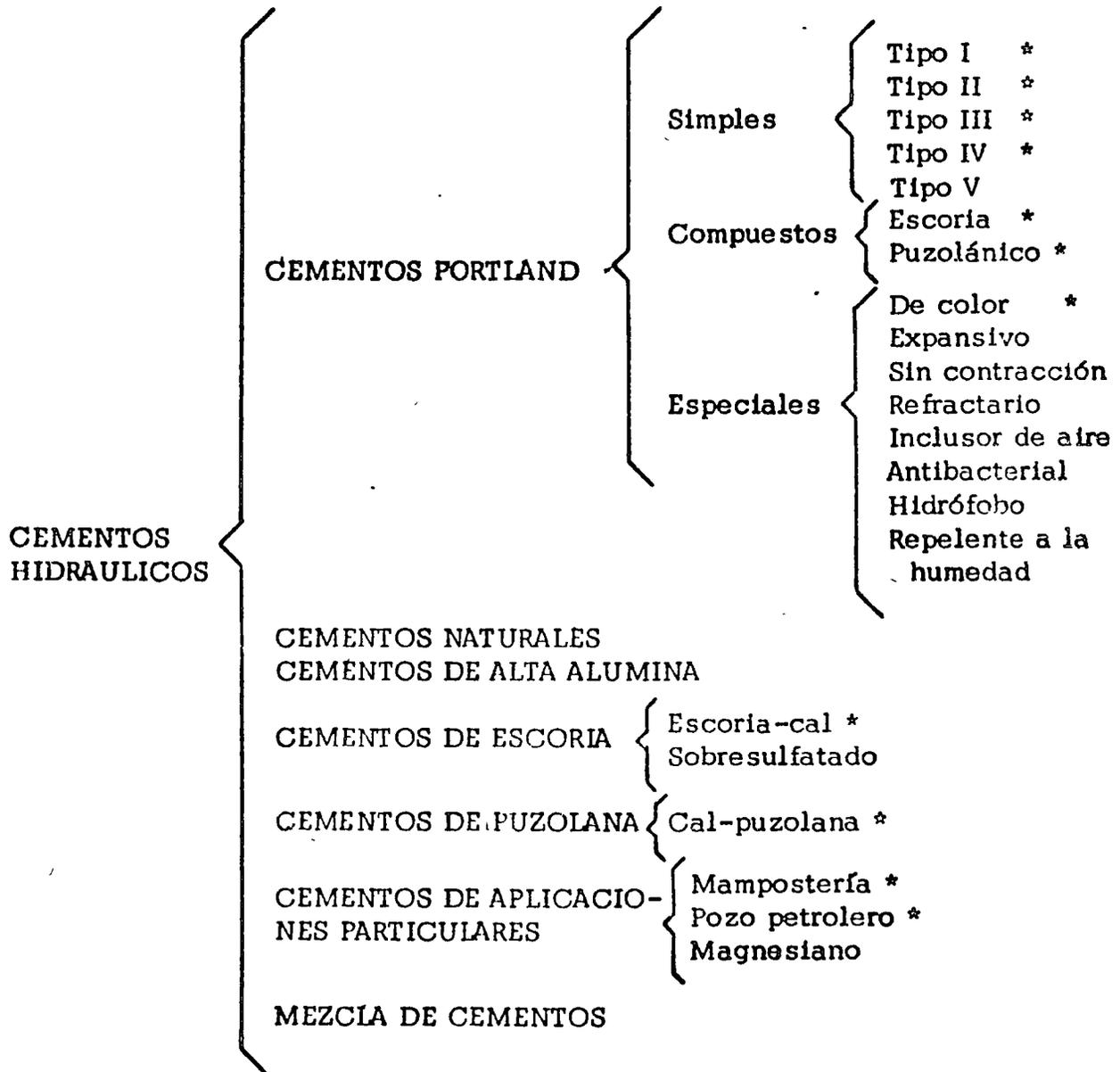
a) Minerales reactivos

Mineral	Composición química	Carácter físico
Opalo	$SiO_2 \cdot nH_2O$	Amorfo
Calcedonia	SiO_2	Criptocristalino fibroso
Tridimita	SiO_2	Cristalino
Cristobalita	SiO_2	Cristalino

b) Rocas reactivas

Rocas	Componente reactivo
1. Rocas síliceas:	
Pedernal opalino	Opalo
Pedernal calcedónico	Calcedonia
Caliza con pedernal	Calcedonia y/o ópalo
2. Rocas volcánicas:	
Riolita y toba riolítica	Vidrio volcánico de índice
Dacita y toba dacítica	de refracción menor de 1.54
Andesita y toba andesítica.	Vidrio desvitrificado y tridimita
3. Rocas metamórficas:	
Filita	Hidrómica (Sericita)

TABLA 1.1 CLASIFICACION GENERAL DE CEMENTOS HIDRAULICOS

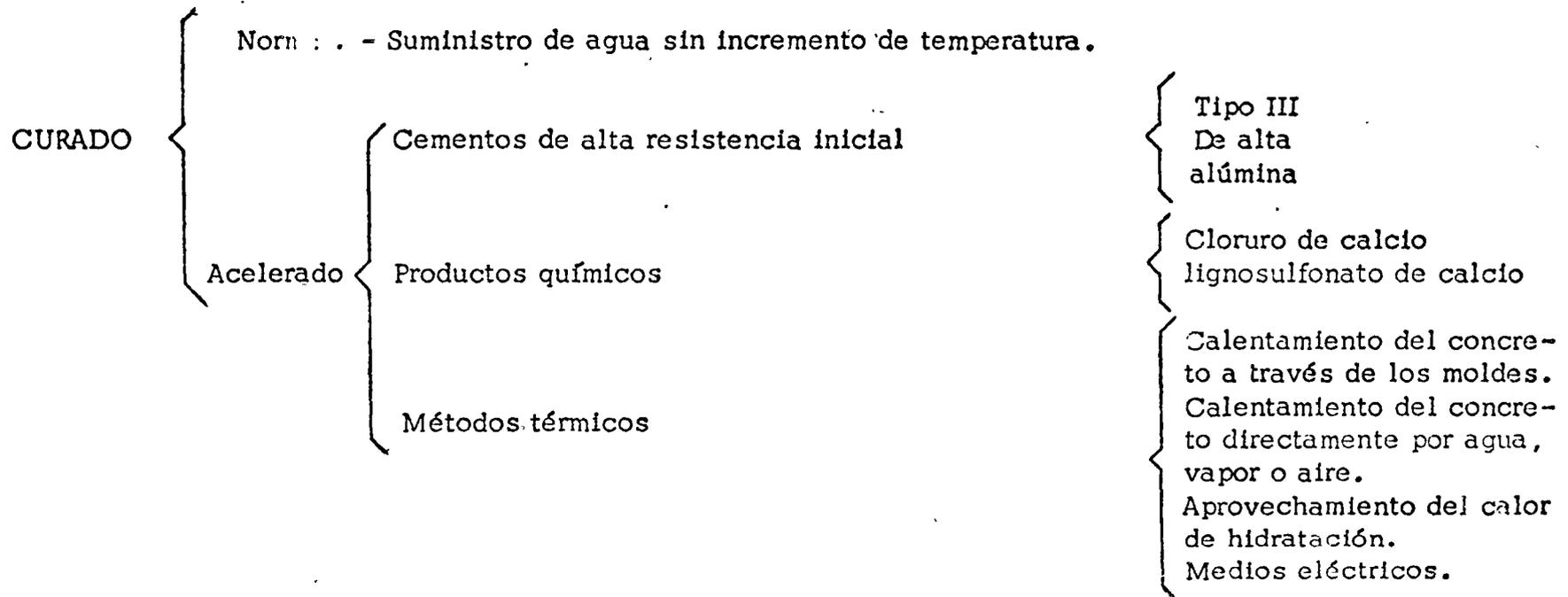


* Se fabrican en México.

EJEMPLO DE COMPOSICION DE DIVERSOS TIPOS DE CEMENTOS PORTLAND

Composición Mineralógica en %	Tipo I Común	Tipo II Modificado	Tipo III R. Rápida	Tipo V R. Sulfatos
C_3S	48	44	50	46
C_2S	21	25	20	40
C_3A	13	6	13	2
C_4AF	8	13	7	12
$CaSO_4$	5	5	5.5	3

Tipo	Características	Velocidad de adquisición de resistencia
I	Para uso no especial	Normal
II	Resistencia a sulfatos y calor de hidratación moderados.	Ligeramente lenta.
III	Resistencia inicial a compresión, alta.	Rápida.
IV	Calor de hidratación, bajo.	Muy lenta.
V	Resistencia a sulfatos, alta.	Ligeramente alta.

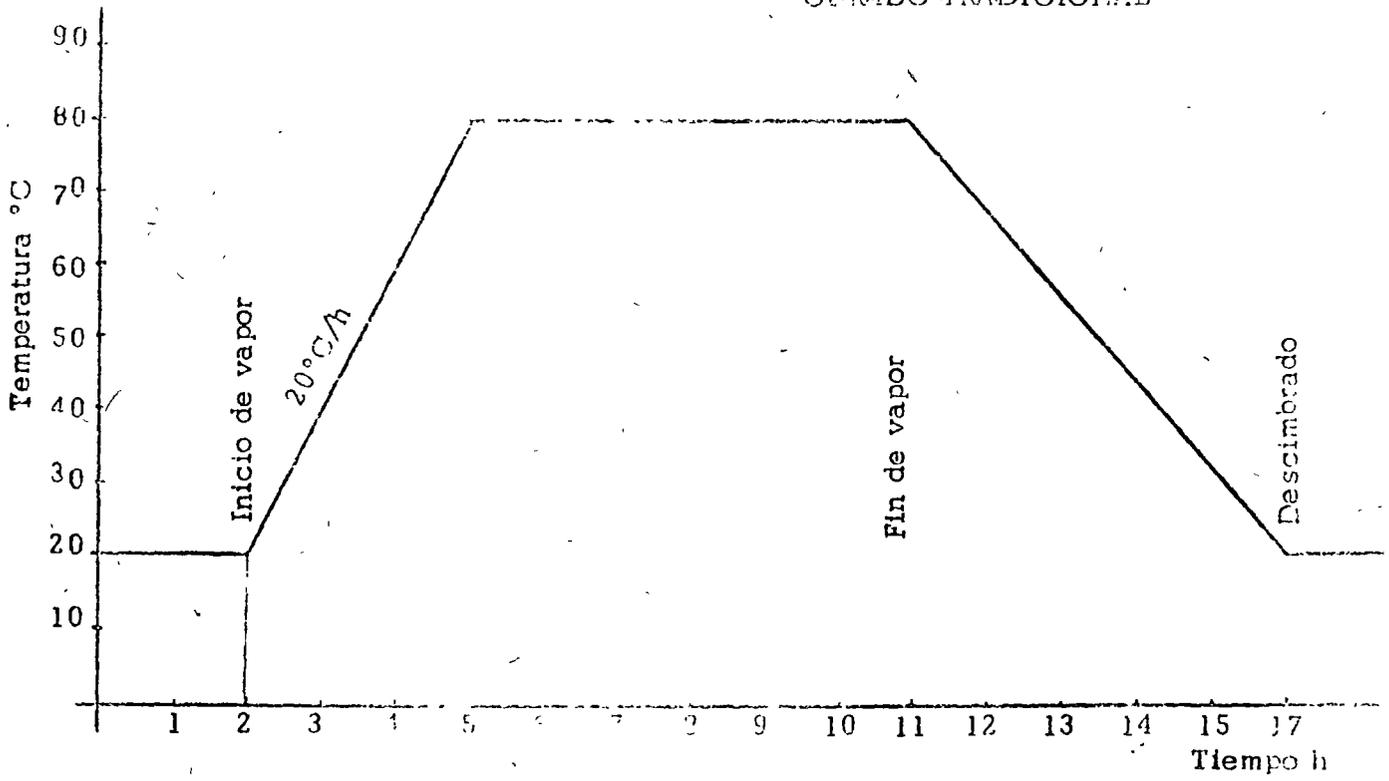


Calentamiento del concreto directamente por medio de vapor de aire.

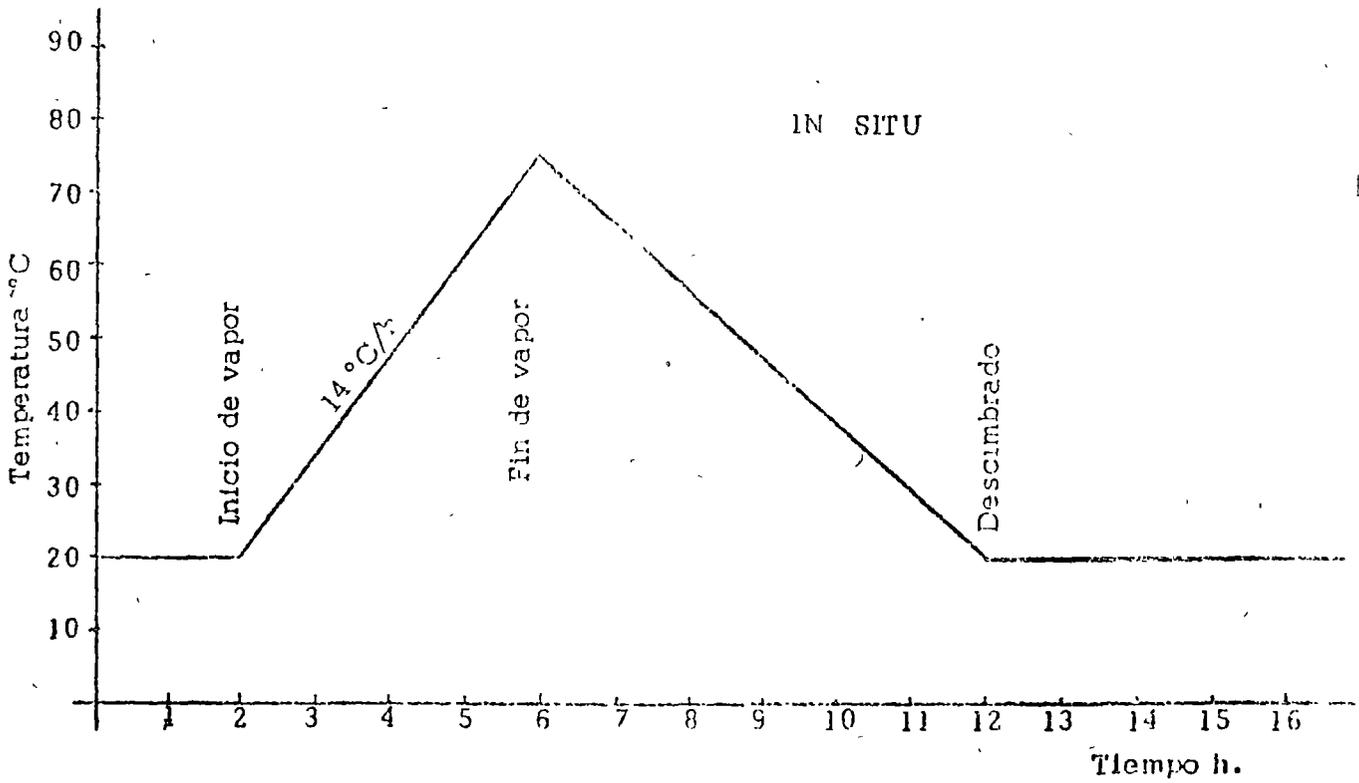
Ciclo tradicional

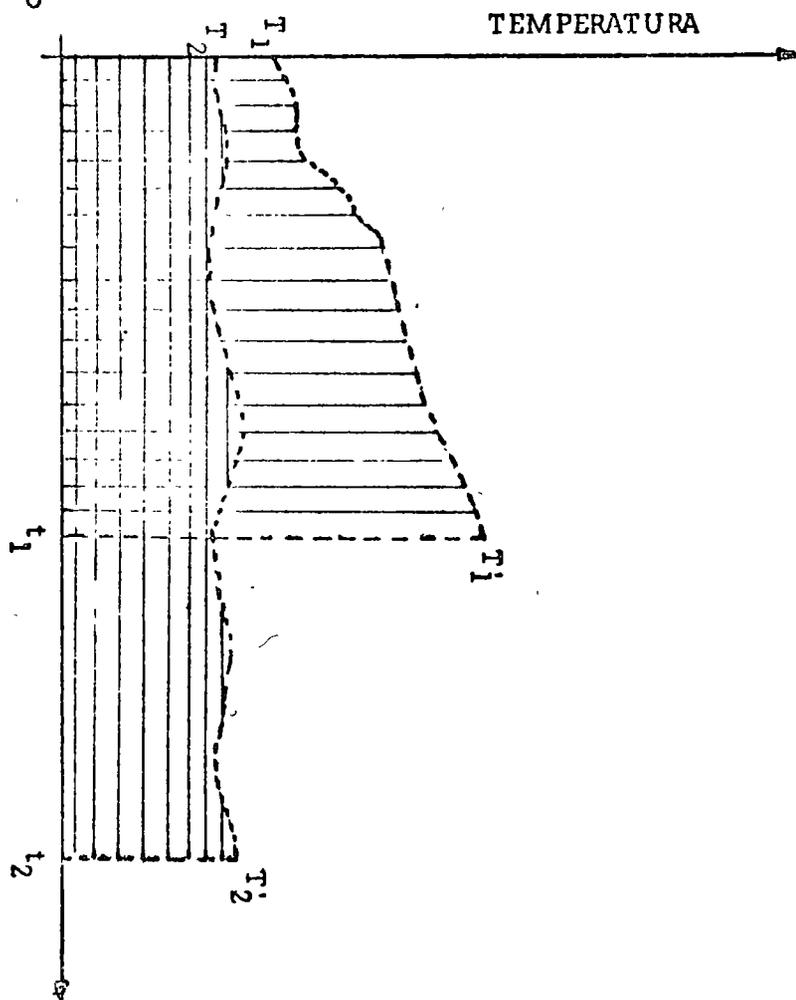
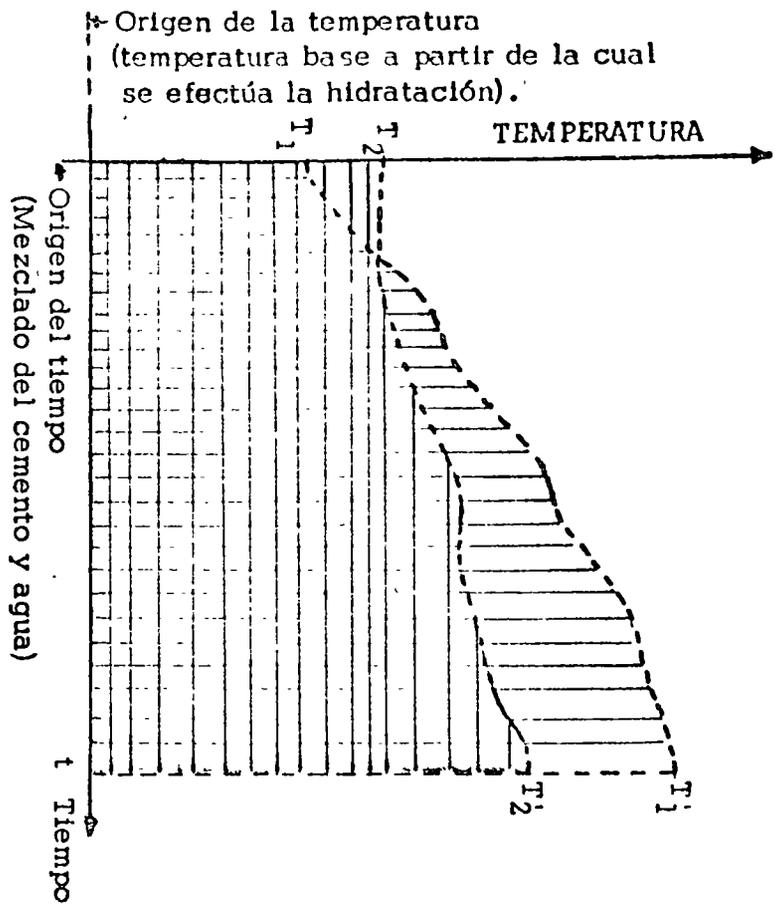
- 1.- Fraguado inicial de 2 a 3 h.
- 2.- Período de ascenso de temperatura que no debe exceder de 23°C/h.
- 3.- Período de temperatura máxima que normalmente es de 6 h a 80°C.
- 4.- Período de descenso de temperatura que no debe ser mayor de 30°C/h.

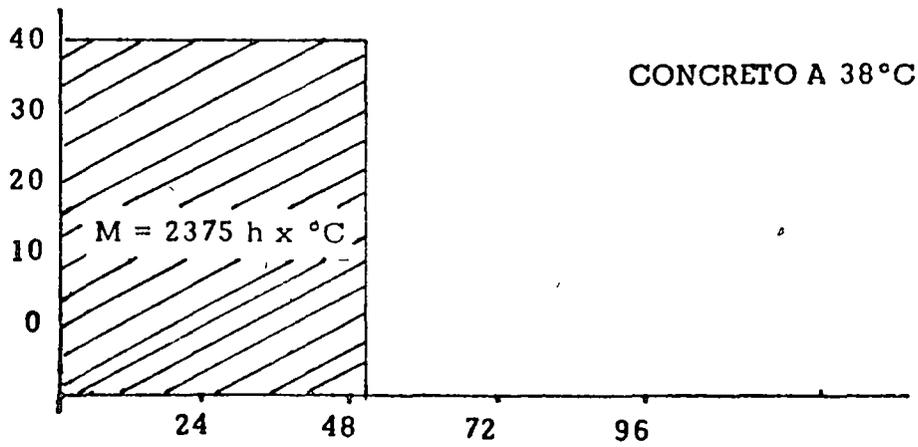
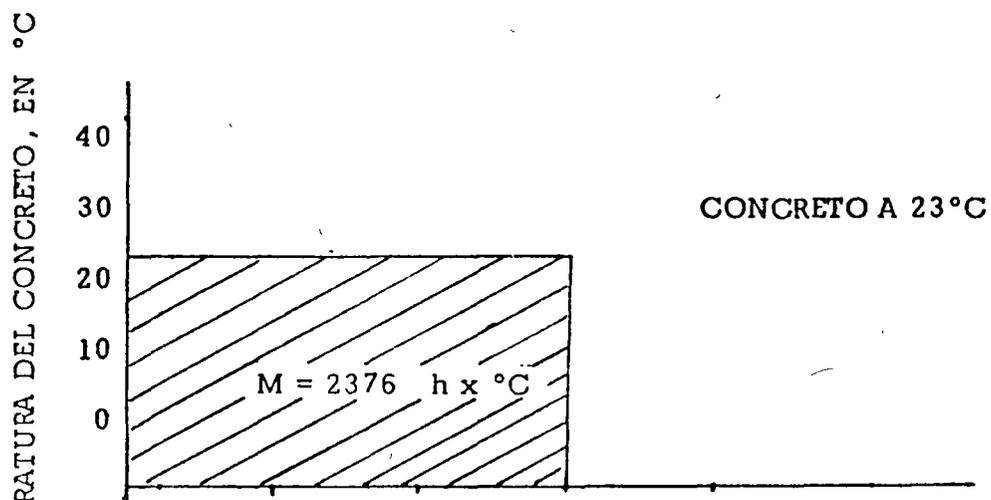
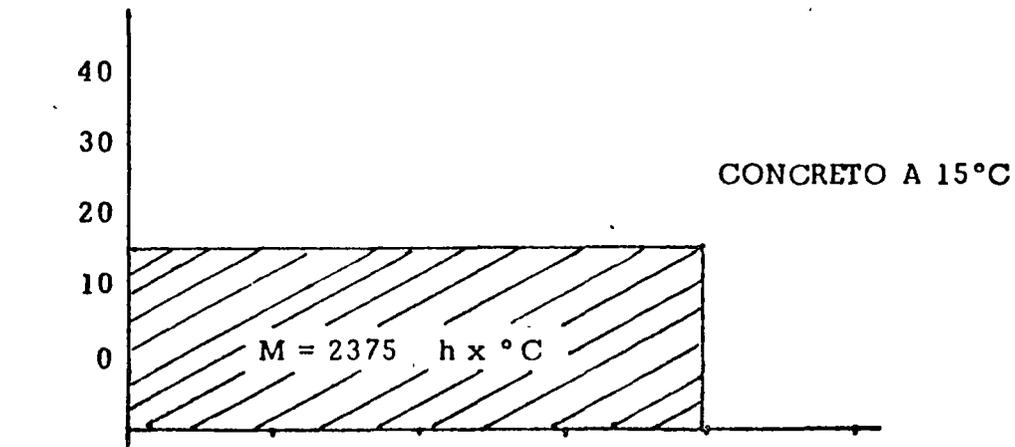
CURADO TRADICIONAL



IN SITU







EDAD DEL CONCRETO, EN HORAS.

AGENTES
DE
CORROSION

AGUAS

TOTALMENTE PURAS

DE MAR

DE PANTANOS

DE LAGUNAS

TERMALES

DE RIOS

RESIDUALES

DE INDUSTRIAS
DE DRENAJES URBANOS
(NEGRAS)

SUELOS

ORGANICOS

CON SALES SOLUBLES

CON IONES LIBRES

GASES Y
VAPORES

ACIDOS

ALTAMENTE ALCALINOS

BACTERIAS

QUE TRANSFORMAN

MATERIA DE SUELOS

EN IONES LIBRES

CARACTERISTICAS
QUE
DEBEN INVESTIGARSE

DE LOS
SUELOS.

CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA

CONTENIDO Y TIPO DE SALES SOLUBLES EN AGUA, EN MEDIO
ACIDO Y MEDIO ALCALINO.

EL PH

CONTENIDO DE IONES SO_4 Y Mg^{2+}

SOLUBLES EN AGUA

DE LAS
AGUAS.

RESIDUO NO EVAPORABLE

EL PH

DUREZA TOTAL

CONTENIDO DE ACIDO CARBONICO TOTAL Y COMBINADO CON
CAL (CO_2)

CONTENIDO DE IONES SO_4 , Mg^{2+} , Cl^- , NH_4^+ (AMONIO) S (SULFATOS)
Y NITRATOS.

CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA

TIPOS DE
CORROSION
DEL CONCRETO
SIMPLE

FISICA (CAUSADA POR DESGASTE MECANICO).

POR LEXIVIACION (ACCION DE AGUAS BLANDAS, CARBONATADAS O CON ACIDO --
CARBONICO PROVOCANDO EXTRACCION O LAVADO DE LOS COM-
PONENTES DEL CONCRETO).

POR CAMBIO IONICO (ACCION DE SALES DE MAGNESIO, CLORO, AMONIO Y NITRA-
TO, SEPARA LOS COMPUESTOS FACILMENTE SOLUBLES DEL-
CONCRETO).

POR EXPANSION (ACCION DE LOS SULFATOS, FORMACION DE NUEVOS COMPUES-
TOS EN EL CONCRETO).

ACIDA (POR SOLUBILIDAD DE LOS COMPONENTES DEL CONCRETO).

ALCALINA (FORMACION DE SALES CARBONATADAS).

REACCION ALCALIS-AGREGADOS (SOLUBILIDAD Y EXPANSION DE LOS COMPUESTOS
DE $Si OH$).

CORROSION DEL
REFUERZO

POR CARBONATAACION (SE REDUCE LA ALCALINIDAD).

POR ELECTROLISIS (OCASIONADA POR EL PASO DE CORRIENTE)

POR ELECTROLITOS (ACCION DEL CLORURO DE CALCIO)

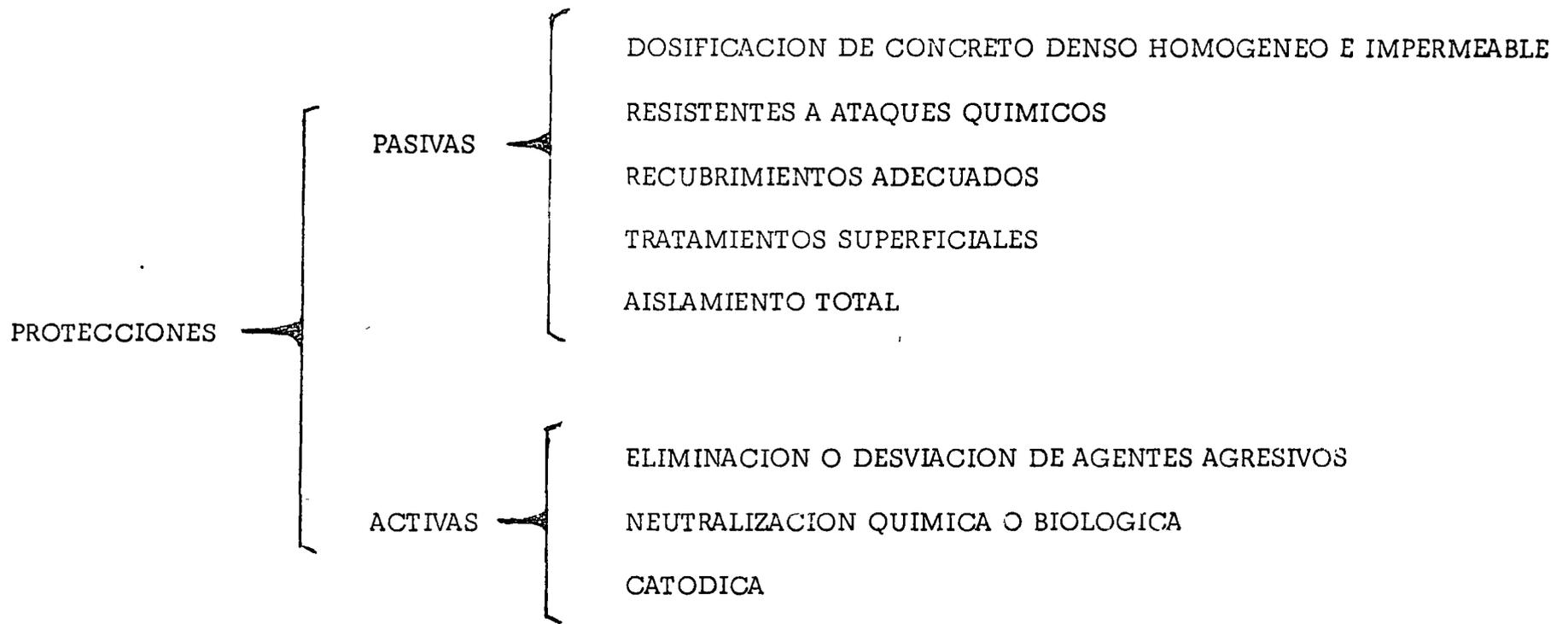
POR INTERCAMBIO DE IONES (CUANDO LA DIFERENCIA DE POTENCIAL ELECTRICO
DE LOS MATERIALES ES GRANDE).

CORROSION DEL
PRESFUERZO.

POR ELECTROLITOS (ACCION DEL CLORURO DE CALCIO).

POR OXIDACION NORMAL (AUMENTO DE LA HERRUMBRE QUE TENGA EL ACERO).

INTERCRISTALINA (ACCION SIMULTANEA DEL TENSADO Y EL ATAQUE QUIMICO).



TRATAMIENTOS
DE SUPERFICIES

PARA AUMENTAR
RESISTENCIA

MECANICA
QUIMICA

PARA LOGRAR

REPELENCIA
IMPERMEABILIDAD

PARA MODIFICAR

COLOR
TEXTURA

RECOMENDACIONES PARA LA FABRICACION DE CONCRETO CON COLORACION

1. CARACTERISTICAS.

- 1.1. Agregados pétreos.- Deberán ser sanos, sin contaminaciones, exentos de sales solubles y materia orgánica, del mismo origen y compatibles con la coloración que se pretenda obtener.
- 1.2. Cemento.- Deberá ser de la misma marca, tipo y de ser posible del mismo lote de fabricación.
- 1.3. Colorante.- Deberán ser óxidos metálicos, exentos de fracciones orgánicas, de la misma marca, tipo y lote de fabricación.
- 1.4. Agua.- Deberá ser de preferencia potable con un PH neutro, exenta de turbidez, materia orgánica y sales solubles en exceso.
- 1.5. Aditivos.- De ser necesario deberán utilizarse agentes mejoradores de la trabajabilidad que minimicen o eliminen el sangrado.

2. CARACTERISTICAS DE LA DOSIFICACION.

El concreto deberá ser plástico, poco fluido (rev. de 5 a 7 cm), con un 80% de colorante como máximo respecto al peso del cemento, y siempre en la misma cantidad.

3. RECOMENDACIONES PARA LA FABRICACION DEL CONCRETO.

- 3.1. Operación previa.- El cemento y el colorante deberán mezclarse en seco, manteniendo las proporciones predeterminadas, hasta lograr su uniformidad.
- 3.2. Dosificación.- En todas las bachas, deberán dosificarse los componentes manteniendo sin variaciones las proporciones de proyecto.
- 3.3. Tiempo de mezcla.- El concreto deberá mezclarse el tiempo necesario para lograr una apariencia uniforme y deberá ser el mismo para todas las bachas.

4. REQUISITOS QUE DEBEN SATISFACER LAS SUPERFICIES DE CONTACTO.

- 4.1. Cimbras.- Deben ser de materiales no absorbentes y estar tratadas con cantidades apropiadas de agentes desmoldantes, incoloros y compatibles con la superficie de las mismas.
- 4.2. Terracotías.- Las superficies de apoyo deberán tratarse colocando sobre las mismas polietileno, papel kraft o un riego - de un rebajado asfáltico que evite la absorción de agua de concreto.

5. RECOMENDACIONES PARA EL TRANSPORTE, COLOCACION Y COMPACTACION.

- 5.1. Transporte.- Deberá efectuarse con equipo apropiado, limpio, que evite la segregación, clasificación o contaminación del concreto.
- 5.2. Colocación.- Deberá usarse en forma continua empleando equipo y procedimientos que eviten la segregación, clasificación o contaminación del concreto.
- 5.3. Compactación.- Deberá hacerse con vibradores de inmersión, - de regla o de forma según convenga, accionándolos el tiempo mínimo necesario para que el concreto alcance su máxima compactación sin que se segregue o en su superficie fluya agua o mortero en exceso.

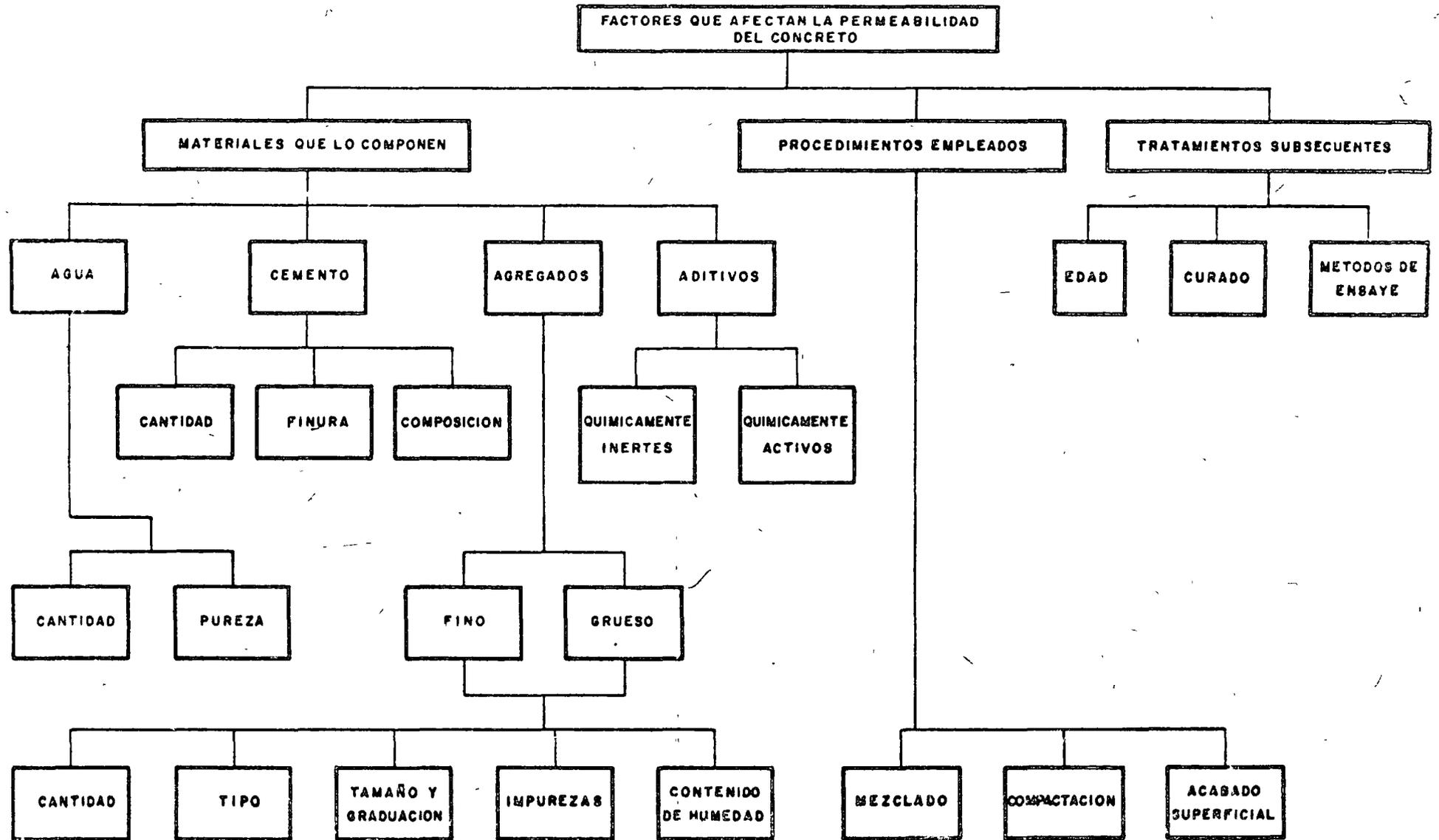
6. RECOMENDACIONES PARA EL ACABADO, CURADO Y DESCIMBRADO.

- 6.1. Acabado del concreto fresco.- Deberá hacerse empleando herramientas metálicas, sin adiciones de agua, cemento o colorante y siguiendo un sentido único de avance.
- 6.2. Curado.- Deberá emplearse una membrana incolora, en cantidad suficiente, colocada en forma uniforme que evite la evaporación de agua.
- 6.3. Descimbrado.- Deberá efectuarse cuando haya transcurrido el tiempo mínimo necesario, que permita la remoción de las cimbras sin que se dañe la superficie o la resistencia del concreto.
- 6.4. Acabado del concreto endurecido.- Las superficies endurecidas y secas, podrán tratarse con ceras incoloras o cuya coloración sea igual a la del concreto.

BIBLIOGRAFIA DE LA TECNOLOGIA DEL CONCRETO HIDRAULICO

CARTILLA DEL CONCRETO IMCYC
 PRACTICA RECOMENDADA PARA LA MEDICION, MEZCLADO,
 TRANSPORTE Y COLOCACION DEL CONCRETO IMCYC
 PRACTICAS RECOMENDABLES PARA DOSIFICAR CONCRETO DE
 PESO NORMAL IMCYC
 CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO IMCYC
 COLOCACION DEL CONCRETO POR METODOS DE BOMBEO IMCYC
 PRACTICA RECOMENDADA PARA LA EVALUACION DE RESULTADOS
 DE ENSAYES DE COMPRESION DE CONCRETO EN EL CAMPO..... IMCYC
 ADITIVOS PARA CONCRETO IMCYC
 GUIA PARA EL EMPLEO DE ADITIVOS EN CONCRETO IMCYC
 CURING CONCRETE ACI-612
 LOW PRESSURE STEAM CURING ACI-518
 HIGH PRESSURE STEAM CURING :.....
 MODERN PRACTICE, AND PROPERTIES OF AUTOCLAVED PROD. ACI-516
 GUIDE FOR USE OF SPOXY COMPOUNDS WITH CONCRETE ACI-403
 MPOXIES WITH CONCRETE ACI-SP-21
 RECOMMENDED PRACTICE FOR HOT WEATHER CONCRETING ACI-305

"EL REINO MINERAL" H. ZIM Y P. SHAFFER.
 EDICIONES DAIMON, MANUEL TAMAYO
 "LA QUIMICA DEL CEMENTO" W. CZERNIN
 EDICIONES PALESTRA
 "PROPIEDADES DEL CONCRETO" ADAM J. NEVILLE
 "PRONTUARIO DEL HOMIGON" A. HUMMEL
 EDITORES TECNICOS ASOCIADOS
 "CONCRETO LIGERO" ANDREW SHORT Y W. KINNIBURGH
 "ADITIVOS PARA CONCRETO" AGUSTIN DE NEYMET
 "INTRODUCCION A LA ESTADISTICA APLICADA" A. GULLON
 EDITORIAL ALHAMBRA, S. A.



TIPOS Y CAUSAS DE AGRIETAMIENTO DEL CONCRETO

ANTES DEL ENDURECIMIENTO

10 CLASIFICACION

MOVIMIENTOS EN LA CONSTRUCCION

ASENTAMIENTO POR CONTRACCIONES

AGRIETAMIENTO POR FRAGUADO

25 CLASIFICACION

SUB-BASE

CIMBRA

OBSTRUCCION DE LA CIMBRA O REFUERZO

CONTRACCION PLASTICA

CONTRACCION POR SECAO

ORIGEN

ASENTAMIENTO DE LA SUB-BASE

MOVIMIENTO DE LA CIMBRA

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO DURANTE EL FRAGUADO

REACCIONES QUIMICAS

SECAO RAPIDO MIENTRAS OCURRE EL FRAGUADO

EJEMPLOS O CONDICIONES QUE CONTRIBUYEN

CAMBIOS DE HUMEDAD EN LA SUB-BASE O DEFICIENCIAS EN LA COMPACTACION DE LA SUB-BASE

EXPANSION DE LA MADERA O PRESION DEL CONCRETO FRESCO

ASENTAMIENTO ALREDEDOR DE LAS OBSTRUCCIONES MEZCLA DEMASIADO FLUIDA

PRESENCIA DE GRIETAS INMEDIATAMENTE DESPUES DE LA COLOCACION Y BAJO CONDICIONES DE HUMEDAD

AGRIETAMIENTOS DE SUPERFICIES EXPUESTAS DEBIDO A VIENTO FUERTE BAJA HUMEDAD O DIFERENTES TEMPERATURAS

REMEDIO

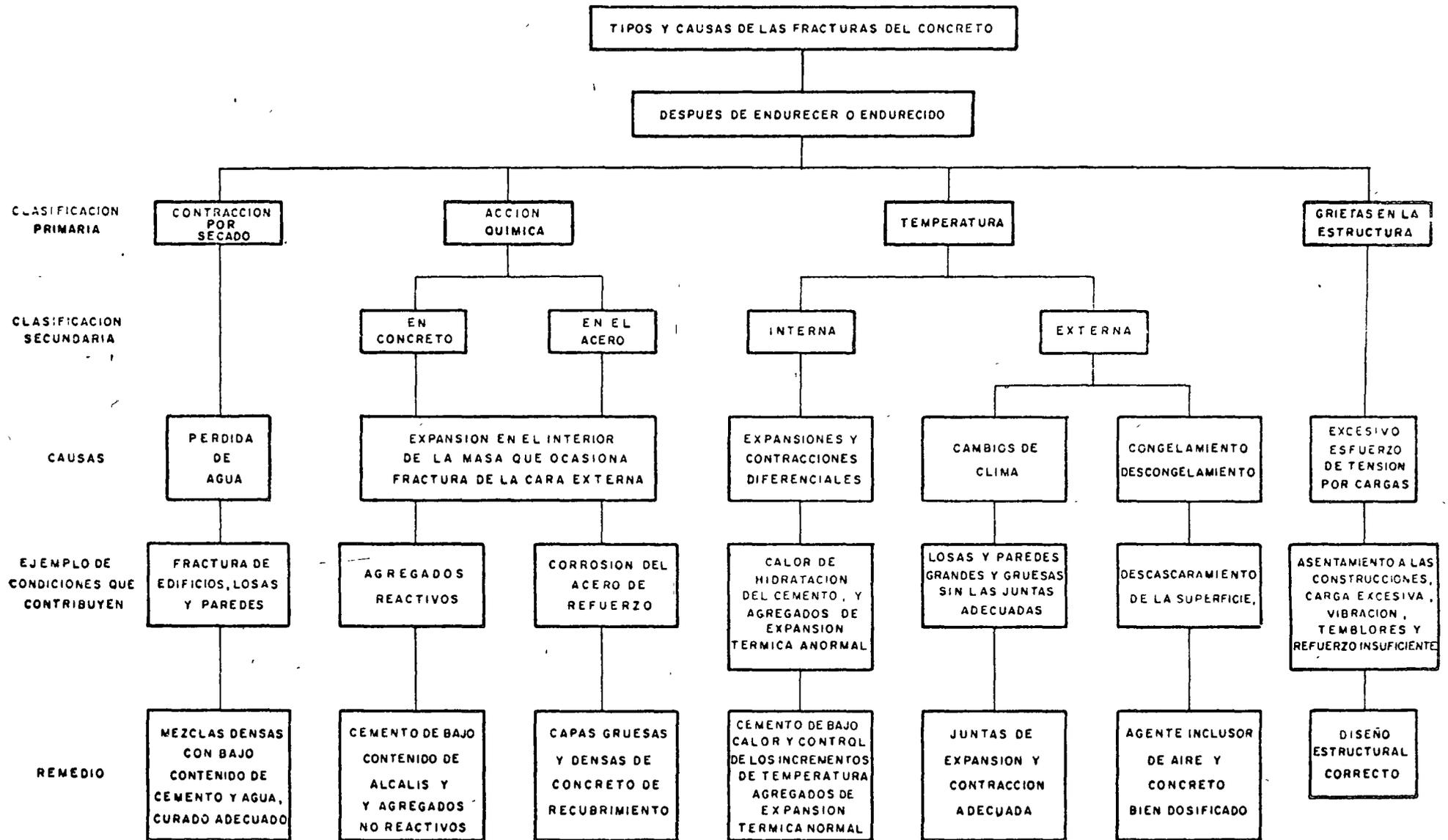
CONTROL DE CALIDAD DE LA SUB-BASE

CONSTRUCCION APROPIADA DE LA CIMBRA

MEZCLAS DENSAS CON BAJO CONTENIDO DE AGUA, COMPACTACION ADECUADA EN CAPAS DELGADAS

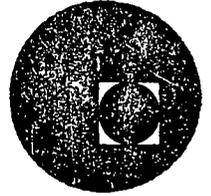
EL REVIBRAR LA MEZCLA PUEDE MEJORAR LAS CONDICIONES DEL CONCRETO

PROTECCION APROPIADA





centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam



TECNOLOGIA DEL CONCRETO HIDRAULICO

CIMBRAS

ACERO DE REFUERZO

ING. CLAUDIO MERRIFIELD CASTRO

AGOSTO 1977.

REQUISITOS QUE DEBE REUNIR UNA CIMBRA

- a) Rigidez para prevenir deflexiones o deformaciones durante el vaciado e inmediatamente despues de éste.
- b) Resistencia para soportar cargas de trabajo, de vaciado, del concreto fresco, de la vibración, etc.
- c) Alineamiento y nivelación para lograr cumplir con las especificaciones y detalles de proyecto.
- d) Hermetismo de juntas para prevenir la pérdida de agua y material fino.
- e) Simplicidad en su manejo con paneles de tamaño adecuado.
- f) Acabado exterior bien terminado ya que el acabado del concreto nunca es mejor que el acabado de la cimbra.

CONSIDERACIONES EN EL DISEÑO DE UNA CIMBRA

- a) Densidad del Concreto
- b) Manejabilidad de la mezcla
- c) Ritmo de colocación
- d) Método de descarga o colocación del concreto
- e) Temperatura
- f) Continuidad de la vibración
- g) Altura de vaciado
- h) Volumen
- i) Colocación del acero de refuerzo
- j) Forma de reforzamiento de la cimbra
- k) Condiciones de montaje de que se dispone
- l) Materiales y sus costos

3

PRINCIPALES CAUSAS DE LAS FALLAS EN CIMBRAS

- 1.- Sobre carga vertical y horizontal
- 2.- Contraventeo inadecuado para fuerzas horizontales
- 3.- Conexiones y apoyos defectuosos
- 4.- Apoyos inestables
- 5.- Descimbrado prematuro
- 6.- Problemas de apuntalamiento
- 7.- Empleo de métodos nuevos o desconocidos

CUIDADOS QUE DEBEN TENERSE EN LA SUPERVISION DE CIMBRAS

- 1.- Localización, dimensión y clase de cimbra
- 2.- Que los materiales sean los especificados
- 3.- Que la cimbra empleada, si ya había sido usada, esté debidamente reacondicionada.
- 4.- Que este limpia de mortero endurecido o de cualquier defecto que afecte al concreto
- 5.- La correcta colocación de separadores, silletas y refuerzo
- 6.- Que sea capaz de resistir los movimientos producidos durante el vaciado
- 7.- Que se prevean ventanas en las cimbras altas
- 8.- Que las juntas de construcción, expansión y contracción se encuentren en el lugar especificado
- 9.- Que el acero de refuerzo no pase en las juntas de expansión y contracción
- 10.- El alineamiento en especial las orillas de los muros
- 11.- La superficie de contacto para lograr el acabado adecuado en concreto arquitectónico
- 12.- Que el sello sea lo más efectivo posible
- 13.- Que antes de iniciar el colado se cuente con el equipo y personal necesario
- 14.- Que la velocidad de vaciado y el tiempo de vibración sean adecuados
- 15.- Se revisen muy especialmente la estabilidad de el o los apoyos de los elementos verticales.
- 16.- En la posición de puntales
- 17.- En la colocación de clavos
- 18.- En el contraventeo
- 19.- En que se cumplan las tolerancias en planos, niveles, localización y dimensiones

1.- Cálculo de formas

a) Por momento

$$f = \frac{M}{I} \quad y = \frac{M}{S}$$

$$\text{Si } M = \frac{wl^2}{10}$$

$$S = \frac{bh^2}{6}$$

$$f = 60 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 1 \text{ cm}$$

$$l = \frac{10 h}{\sqrt{w}}$$

Se tiene:

$$\frac{wl^2}{10} = \frac{60 h^2}{6}$$

b) Por limitación de flecha

siguiendo el criterio europeo

$$0.0063 \frac{wl^4}{EI} = \frac{1}{500}$$

$$l^3 = \frac{EI}{0.0063 w \times 5.00}$$

$$l = \frac{h^3}{12}$$

$$l = \sqrt[3]{\frac{2650 h^3}{w}}$$

2.- Polines

Se fija el claro en función de la longitud de la cimbra

a) Por momento flexionante

$$M = fS$$

$$\frac{wl^2}{10} = 10 \times 4 b^3$$

$$b = \sqrt[3]{\frac{w l^2}{400}}$$

b) Por limitación de flecha

$$0.0063 \frac{wl^4}{EI} = \frac{1}{500}$$

$$I = \frac{1}{12} bh^3 = \frac{8}{12} b^4$$

$$\frac{8}{12} b^4 = \frac{0.0063 wl^4}{EI} \times 500$$

$$b = \sqrt[4]{\frac{wl^3}{21150}}$$

3.- Pies derechos

Empleando la fórmula de Euler

$$P = \frac{EI}{l^2}$$

$$I = \frac{Pl^2}{E}$$

$$b = \sqrt[4]{1200 Pl^2}$$

Si p en ton.

l en m

b en cm.

EXPRESIONES PARA EL CÁLCULO TÍPICO DE LAS FORMAS PARA UNA TRABE.

1.- Separación de los pies derechos

a) Por momento flexionante

$$l = \frac{10 h}{\sqrt[3]{w}}$$

b) Por limitación de flecha

$$l = h \sqrt[3]{\frac{2650}{w}}$$

2.- Forro lateral

Se supone que la presión del concreto, es constante en toda su altura, e igual a 0.001414 h.

Separación de los marcos

a) Por momento flexionante

$$l = \frac{10 h}{\sqrt{0.001414 H}}$$

b) Por limitación de flecha

$$l = \sqrt[3]{\frac{EI}{3.15 \times 0.001414 H}}$$

$$l = \sqrt[3]{\frac{2650 h^3}{.001414 H}}$$

3.- Sección de marcos

a) Por momento

$$M_{max} = 0.064 p l^2$$

$$M_r = \frac{10 h^3}{2}$$

$$p = 0.001414 H \text{ sep. marcos}$$

$$h = \sqrt[3]{.013 p l^2}$$

b) Por limitación de flecha

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{.0065 \times 500 p l^3}{E}$$

$$h^4 = \frac{.24 \times .0065 \times 500}{100,000} p l^3$$

$$h = \sqrt[4]{\frac{78 p l^3}{E}}$$

4.- Sección de los pies derechos

$$I = 100 p l^2 = \frac{b^4}{12}$$

$$b = \sqrt[4]{1200 p l^2}$$

FORMULAS PARA MUROS DE CONCRETO

Determinación de la presión

$$\text{Si } \frac{h}{b} > 3 \quad w = 0.003 p a$$

$$\text{Si } \frac{h}{b} < 3 \quad w = 0.0014 h$$

1.- Distancia entre pilines

$$\text{a) Por momento flexionante} \quad l = \frac{10 h}{\sqrt{w}}$$

b) Por limitación de flechas

$$l^3 = \frac{EI}{.0063 w \times 500} \quad l = \sqrt[3]{\frac{2650 h^3}{w}}$$

2.- Separación de tirantes o separadores

a) Por momento flexionante

$$l = 10h \sqrt{\frac{b}{w}}$$

b) Por limitación de flecha

$$l = \sqrt[3]{\frac{2800 b h^3}{w}}$$

3.- Diámetro de los pernos

$$T = l \times (\text{sep. tirantes}) \times w \quad d = \sqrt{\frac{4 T}{f_s}}$$

MOLDES PARA COLUMNAS

1.- Cálculo del Forro

Separación de yugos

a) Por momento flexionantes

$$w = 0.003 a$$

a ancho de la columna

$$l = \frac{10 h}{\sqrt{0.003 a}}$$

b) Por limitación de flecha

$$0.0063 \frac{wl^4}{EI} = \frac{a}{500}$$

$$l^4 = \frac{100\,000 \times h^3}{12 \times 500 \times 0.0063 \times 0.003}$$

$$l = \sqrt[4]{832\,000 h^3}$$

2.- Escuadría de los yugos

a) Por momento flexionante

$$M = \frac{0.003 a l^2}{8} = 5 h^3$$

$$h = \sqrt[3]{\frac{0.003 a (\text{Sep. de yugo})^2}{40}}$$

b) Por limitación de flechas

$$\frac{5}{384} \frac{wl^4}{EI} = \frac{a}{500}$$

$$l = \frac{5 \times 500 \times 0.003 a l^4}{384 \times 100,000 a}$$

$$h = \sqrt[4]{\frac{24 \times 5 \times 500 \times 0.003}{384 \times 100,000 (\text{Sep. de yugo})}}$$

$$h = \sqrt[4]{\frac{(\text{Sep. de yugo})^4}{215\,000}}$$

El diámetro máximo a emplearse es de 1/6 del espesor más delgado de todos los miembros.

CAPACIDAD DE CLAVOS SEGUN EL TIPO DE MADERA

ESPECIE DE MADERA	CAPACIDAD
Pino blanco	
Pino lacio	
Pino ayacahuito	$P = 3.63 D^{3/2}$
Pino prieto	
Abeto	
<hr/>	
Pino blanco duro	$P = 4.79 D^{3/2}$
Ocote	
<hr/>	
Encino	$P = 5.65 D^{3/2}$
Beri	

RECOMENDACIONES:

- 1.- La caña del clavo debe penetrar en la pieza principal 2/3 de la longitud total -- del clavo pero nunca menos de 1/2 de la longitud total.
- 2.- Los clavos deben colocarse en zig zag de tal manera que tres clavos consecutivos de cualquier hilera, no coincidan con una línea recta y tiendan a abrir a lo largo una fibra.
- 3.- Los espaciamientos recomendados son:
 - 12 D del borde cargado
 - 5 D del borde no cargado
 - 10 D entre clavos de una hilera
 - 5 D entre hileras, perpendicularmente a la dirección de la carga
 Estos espaciamientos se ajustarán de tal manera que la madera no se raje al hincar los clavos.
- 4.- Para clavos lanceros su capacidad se reduce al 83%
- 5.- Debe evitarse que los clavos trabajen a la extracción
- 6.- Los clavos hincados paralelamente a la fibra tomarán solamente el 66% de lo que sean capaces de tomar perpendicularmente a la fibra con carga lateral.

ESPECIFICACIONES PARA CONCRETOS ARQUITECTONICOS DE ACABADO
APARELLO

1.- MATERIALES.

1.1.- CEMENTO PORTLAND

El cemento Portland deberá satisfacer los requisitos indicados en las Cláusulas 96-02 (para cementos Portland en cualquiera de sus Tipos I, II, III y IV y 96-03 (para cemento Portland -- puzolánico Tipo IP), así como la 96-04 (para cemento Portland de escorias de Altos Hornos Tipo IE) de las Especificaciones Generales de Construcción. Para efectos de uniformidad en los acabados en cada obra en particular, deberá utilizarse siempre cemento de la misma marca y tipo.

1.2.- ARENA (Agregado fino).-- El agregado fino que se emplee deberá satisfacer los requisitos indicados en la Cláusula 95-08 (arena para morteros) y en el inciso 96-05.2 (arena para concretos) de las Especificaciones Generales de Construcción y deberá estar exento de sales solubles en medio alcalino, pudiendo tener una tolerancia máxima en el contenido de finos del 10% en ambos casos, siempre y cuando éste sea producto de la desintegración de la roca que le dió origen y para cada obra en particular deberá ser del mismo banco.

1.3.- GRAVA (Agregado grueso).-- El agregado grueso deberá estar compuesto por piedra triturada, cantos rodados, escorias o cualquier otra material inerte que satisfaga los requisitos indicados en el inciso 96-05.3 de las Especificaciones Generales de Construcción y deberá estar exento de sales solubles en medio alcalino, debiendo ser para cada obra en particular del mismo banco.

1.4.- AGREGADOS LIGEROS.-- La arena y la grava que se empleen para los fines de esta Especificación para cada obra en particular, deberá ser del mismo banco y deberán satisfacer los requisitos indicados en la Cláusula 96-06 (agregados ligeros para concreto estructural) de las Especificaciones Generales de Construcción y deberá estar exento de sales solubles en medios alcalinos.

1.5.- AGUA PARA CONCRETOS.-- El agua deberá ser limpia, exenta de sales solubles, libre de contaminantes o substancias perjudiciales y deberá satisfacer los requisitos indicados en la Cláusula 96-07 de las Especificaciones Generales de Construcción de la S.O.P.

1.6.- ADITIVOS.- Para mejorar la trabajabilidad del concreto, disminuir el sangrado o con ambos fines, podrán emplearse a criterio de la S.O.P.: inertes finamente molidos, puzolanas, inclusores de aire, dispersantes o plastificantes reductores de agua con bajo contenido de cloruro de calcio o exento del mismo y deberán cumplir lo indicado en la Cláusula 96-08 (Aditivos para concreto), y 96-09 (Agentes inclusores de aire para concreto) 96-10 (Puzolanas) ó los requisitos indicados en Especificaciones Complementarias.

1.7.- ACEROS DE REFUERZO.- Será el especificado en planos, siempre y cuando satisfaga los requisitos establecidos en las Especificaciones S.O.P. en las Cláusulas 99-03 y 23-03.1.

2.0.- ALMACENAMIENTOS.

2.1.- Almacenamiento del cemento.- Deberá cumplir con los requisitos fijados en el inciso 22-04.1 de las Especificaciones Generales de Construcción.

2.2.- El almacenamiento de los agregados deberá cumplir con los requisitos establecidos en el inciso 22-04.2 de las Especificaciones Generales de Construcción.

2.3.- El almacenamiento del acero de refuerzo.- El acero deberá estar a cubierto para su protección de la intemperie y evitar su oxidación, debiendo cumplir con lo indicado en los incisos 23-04.1 y 23-04.2 de las Especificaciones Generales de Construcción.

2.4.- Se deberá contar en la obra con la cantidad suficiente de materiales básicos (cemento, acero de refuerzo y los agregados pétreos) para satisfacer oportunamente las necesidades del programa.

3.- CIMBRAS.

3.1.- GENERALIDADES.- Las cimbras en general deberán satisfacer los requisitos citados en el inciso 22-04.34 de la Parte Tercera de las Especificaciones Generales.

A).- Las superficies, alineación y dimensiones de los miembros, deberán estar de acuerdo con el proyecto.

B).- Las cimbras deberán estar sujetas, troqueladas y las juntas unidas firmemente para mantener su posición y alineado de superficies y para proporcionar seguridad a los operarios.

C).- Las formas deberán estar suficientemente calafateadas para evitar la fuga de lechada.

- D).- Las características de las superficies de contacto, deberán estar contenidas en el proyecto y el Contratista deberá presentar el diseño de detalle de las mismas, que quedarán sujeto a la -- aprobación de la Secretaría.
- E).- Todas las formas exteriores deberán ser detalladas y dibujadas por el Contratista, revisadas y aprobadas por el Residente antes de ser fabricadas; erigidas y colocadas en la obra.
- F).- Los travesaños y largueros no deberán ser menores de 50x100 mm. y en las juntas verticales con forros de triplay se usarán largueros de 75x100 mm.
- G).- Todos los yugos y travesaños deberán ser de madera de pino de 2a. clase o su equivalente.
- H).- El empalme de los largueros se hará alternado y defasado, reforzando la unión con piezas de la misma sección, colocadas a -- ambos lados del larguero y el largo de los refuerzos ("cachetes") será de 50 cms. como mínimo.
- I).- Deberán utilizarse tirantes verticales o amarres en todas las -- intersecciones de las esquinas y la unión se llevará a tope por el interior para evitar fugas de lechada.
- J).- La cimbra deberá ser básicamente diseñada para resistir la presión a que va a estar sujeta y bajo ninguna condición los largueros, marcos o yugos estarán espaciados a más de 50 cms. c.a.c. si el forro empleado es de 19 a 25 mm. de espesor.
Cuando se use triplay de 16 mm. de espesor, el espaciamiento máximo de los largueros, yugos o marcos será de 40 cms. c.a.c.
Cuando se use triplay que tenga el grano de la cara en contacto, paralelo a los separadores, la separación de éstos se reducirá en 50 mm. para cualquier espesor del forro.
- K).- El espaciamiento máximo permisible de los atiesadores será de -- 70 cms. cuando se usen largueros de 50 x 100 mm. y su capacidad de trabajo será tal que resista el empuje del concreto fluido -- en la sección, manteniendo las formas en su posición correcta -- sin deformaciones.

- 13
- L).- Cuando la cimbra sea de 3.00 m. o más de altura, se colocará doble marco vertical de 50x150 mm. separado a no más de 3.00 m. -- c.a.c., clavados a los largueros o a cualquier conjunto de largueros horizontales, para mantener dicha cimbra en su posición y alineamiento correctos.
 - M).- Deberán proveerse aberturas temporales (registros) en la parte inferior de la cimbra de los elementos, para facilitar la limpieza e inspección antes del colado.
 - N).- Para efectuar el colado se proveerán aberturas temporales (ventanas) distribuidas convenientemente en la parte superior de la cimbra, a la altura requerida de acuerdo con las Especificaciones Generales.
 - O).- Las aberturas temporales (registros ó ventanas) citadas en los párrafos M y N se reforzará confinándolas perimetralmente con un contramarco de madera de 50 x 50 mm. de sección y una tapa desmontable, construida con un marco y bastidores de 50 x 50 mm. y el forro de acuerdo al conjunto de la cimbra en donde va a estar alojada, a la que se fijará adecuadamente en el momento requerido, previendo su ensamble en tal forma que al desmontarla no dañe a la superficie terminada del concreto.
 - P).- Las juntas entre tableros adyacentes, deberán proveerse y terminarse de tal forma que no se rompa la continuidad del acabado, -- la separación máxima de las mismas será de 1.5 mm. y se calafatearán con una mezcla de codo de res y cemento Portland en partes iguales ó se sellarán colocando una cinta adhesiva aprobada por el Residente. Las aberturas de juntas que permitan fugas de lechada, serán motivo suficiente de rechazo.
- 3.2.- CIMBRAS PARA CONCRETOS APARENTES.- Las cimbras para superficies aparentes, se usarán en las caras expuestas que se indiquen en los planos y deberán satisfacer los siguientes requisitos:
- A).- Todas las cimbras se construirán en el lugar, a excepción de tableros prefabricados que se puedan usar como cimbra única para cubrir la totalidad de la superficie de un elemento.
 - B).- No se permitirá el uso de tableros prefabricados, cuando las -- juntas entre los tableros adyacentes deban tener continuidad.
 - C).- Todas las cimbras para concretos aparentes deberán tener un tablero de respaldo sobre el que se colocará el forro de acabado, -- excepto en los casos en que el forro sea autoresistente ó que se especifique otra cosa en el proyecto.

3.3.- CLASIFICACION DE LA CIMERA PARA CONCRETOS ARMADOS.

- | | |
|---------------------------------|--|
| a) Superficies tersas | {
Lineadas
No lineadas
Moduladas |
| b) Superficies texturizadas | {
Lineadas
No lineadas
Moduladas |
| c) Con relieves | {
Terso
Texturizado
Mixto
Escultóricas u ornamentales. |
| d) De transferencia al concreto | {
De agregado grueso
De placas de asbesto
De madera natural ó procesada.
De piezas de mampostería. |

3.4-01.- SUPERFICIES TERSAS LINEADAS.- Son aquellas que se logran al dejar en la superficie expuesta del concreto, un rayado uniforme y paralelo entre sí.

MATERIALES.- Pueden ser los que a continuación se enumeran:

- a) Triplay rayado con la modulación de líneas orientadas como indica el proyecto. El rayado se hará con herramientas que no dejen astillas en la superficie y que produzcan rayas de ancho y profundidad uniforme.
- b) Con duela de madera de pino o equivalente, de 19 mm. de espesor mínimo, que puede ser machimbrada ó con traslape y ambas pueden ser cabeceadas ó de longitud definida, las que se fijarán con clavo oculto.
- c) Tablas de madera de pino ó equivalente de 19 mm. de espesor mínimo, en anchos y longitudes que marca el proyecto. Las tablas deben estar cepilladas en sus caras y cantos y deberán tener todas el mismo espesor y se fijarán a los bastidores con clavo sin cabeza, remetidos de la superficie 2 mm. y colocados entre sí en línea recta y equidistantes a cada 5 cm. máximo.
- d) Láminas de plástico de 2 mm. de espesor mínimo, en las que el lineado estará de acuerdo con el proyecto y deberá ser realizado en la lámina desde su fabricación, las que serán fijadas a los forros de madera de la cimera con pegamento no soluble al agua y la superficie terminada no deberá presentar abombamientos.

- 15
- c) Cimbra metálica formada con canales de lámina de fierro Calibre No. 20 mínimo, en los anchos y longitudes que marca el proyecto o con láminas de fierro Calibre No. 20 lineadas en fábrica, fijadas a los bastidores con clavos ó tornillos.

02.- CARACTERISTICAS GENERALES.

- a) Las cimbras lineadas se usarán en las caras de contacto de todos los muros exteriores expuestos, así como en cualquier otra superficie expuesta indicada en los planos.
- b) Cuando los forros se hagan con triplay ó duelas cuyo espesor sea menor de 16 mm., láminas de plástico ó metálicas, los tableros de respaldo de los moldes lineados se construirán de tablón de madera sana, recta y libre de defectos que pudieran originar la reducción de su resistencia, pero no necesariamente de la calidad empleada en los forros de acabado.
- c) El lineado de los forros deberá ser vertical u horizontal ó según lo indique el proyecto y los forros se clavarán al tablero de respaldo. Los extremos de los tableros ó duelas deberán estar perfectamente unidos y en contacto para eliminar cualquier posible alabeo, abombamiento ó pérdida del lineamiento. En todos los materiales lineados se usarán piezas del mismo ancho, tanto como sea posible.
- d) Las juntas de las superficies lineadas y las de los tableros de respaldo no deben coincidir en el mismo lugar.
- e) Los extremos de los tableros adyacentes se clavarán entre sí y los forros se clavarán al respaldo, comenzando desde el centro del tablero hacia las orillas para evitar abombamientos, colocando clavos equidistantes a cada 20 cm. cuando se use triplay y a 5 cm. cuando se usen duelas. La separación máxima entre líneas de clavos será de 40 cm.
- f) El Residente rechazará los materiales para forros lineados, si éstos no se encuentran en condiciones satisfactorias de uso ó de colocación.

3.5.- SUPERFICIES TERSAS NO LINEADAS.- Son aquellas que se logran con forros lisos y tersos.

3.5-01.- MATERIALES.- Podrán utilizarse los que a continuación se enuncian.

- a) Triplay tipo "AB" para cimbra, con la cara "A" libre de astillas y tratado adecuadamente.

- a) Láminas de plástico de 2 mm. de espesor mínimo.
- b) Láminas de asbesto cemento.
- c) Láminas de fibrocel extra duro, tratado desde su fabricación en ambas caras con esmaltes para su impermeabilización.
- d) Láminas de plástico laminado del tipo "Wilson Door".
- e) Plásticos líquidos o resinas sintéticas aplicadas con brocha de aire a forros colocados en su posición definitiva.

3.5-02.- CARACTERISTICAS GENERALES.

- a) Se deberá cumplir los requisitos de los párrafos (a) al (f), inclusive del inciso 3.4-02 de estas Especificaciones.
- b) No se permitirá el uso de tableros prefabricados cuando las juntas entre tableros adyacentes deban estar terminadas en superficies lisas o en cualquier otra colocación semejante.
- c) En la fabricación de los forros se utilizarán piezas completas y secciones moduladas, a excepción de los casos en que sea necesario colocar una pequeña pieza para cubrir una cierta zona en especial para completar una área.
- d) Las orillas de todas las piezas de triplay deberán maquinarse en línea recta en el banco, para asegurar el ensamble y el sellado de las juntas.
- e) Todas las juntas verticales en los extremos serán rigidizadas -- por la parte posterior y las piezas empotradas deberán clavarse a cada 20 cm. a los travesaños. En el caso de que los tableros prefabricados sean autorizados por el Residente, las juntas deberán estar construidas de tal manera que satisfaga los requisitos aquí establecidos.
- f) Los tableros verticales deberán tener sus juntas verticales totalmente a plomo y todas las juntas horizontales deberán tener exactamente el mismo nivel y estar horizontales y alineadas, sin cambios de nivel en cualquiera de las líneas horizontales.
- g) La colocación de forros de materiales laminados, deberá hacerse de tal forma que no se rompa la continuidad del acabado.
- h) Los tableros de madera se saturarán con agua por lo menos doce horas antes del colado, aplicando el agua por el lado del forro.

11
3.5.- SUPERFICIES MODULADAS.- Son aquellas que se logran al subvibrar mediante juntas, las superficies expuestas en áreas mayores repetitivas.

3.6-01.- MATERIALES.

- a) Pueden emplearse los indicados en los incisos 3.4 y 3.5 de estas Especificaciones.
- b) Los forros se colocarán de acuerdo con lo indicado en los incisos 3.4 y 3.5 de estas Especificaciones.
- c) Para establecer las juntas, podrán emplearse molduras de madera, plástico o metálicas, que deberán ser de cualquiera de las siguientes secciones:
 - 01) Media Caña
 - 02) Triangular
 - 03) Trapezooidal

3.6-02.- CARACTERISTICAS GENERALES.

- a) La modulación deberá ser la que establece el proyecto y si por razones constructivas se afecta la modulación original, el Residente de la obra propondrá los cambios que considere necesarios, al Departamento de Proyectos.
- b) Las molduras se fijarán a los forros mediante clavos, tornillos, o pegamento, de tal forma que conserven su posición correcta antes y después de colado.
- c) Cuando la modulación esté determinada por el empleo de paneles prefabricados, las juntas pueden establecerse también mediante el perfilado y alineado del perímetro de los mismos.
- d) La modulación y posición de las molduras en la cimbra, deberá ser revisada y aprobada por el Residente.

3.6.- SUPERFICIES TEXTURIZADAS.- Son aquellas que se obtienen al emplear cimbras rústicas, con recubrimientos y/o tratados superficialmente a fin de que en el concreto se acuse la huella de las mismas.

3.7-01.- MATERIALES.- Pueden emplearse en los forros, los que a continuación se enumeran:

- a) Tablas de madera de segunda de pino aserrada, de 19 mm. de espesor, con los dos cantos y la cara no expuesta, cepilladas.
- b) Tabla de madera de pino de segunda, de 19 mm. de espesor, cepillada por las dos caras y cantos, con cualquiera de los trata-

mientos que a continuación se indican:

- 1.- Con chorro de arena a presión (Sandblast) para resaltar las betas.
 - 2.- Con buñas o herramienta similar, que deje pequeñas huellas-tipo media caña de profundidad variable en el sentido del grano de la madera.
 - 3.- Con hachazuela labrando toda la superficie en el sentido del grano.
 - 4.- Aplicando superficialmente con brocha una resina sintética-viscosa, la que se picará o rayará posteriormente con cepillo o escobeta de raíz ó bien pasando un rodillo de teflón-que deje huella decorativa.
- c) Triplay de 16 mm. de espesor para cimbra, con cualquiera de los tratamientos que a continuación se indican:
- 1.- Chorro de arena a presión (Sandblast) para resaltar las betas.
 - 2.- Con rodillo dentado para producir identaciones en la superficie expuesta; el rodillo debe correr paralelo al grano del triplay y al canto de la madera.
 - 3.- Aplicando superficialmente con brocha una resina sintética-viscosa, la que se picará o rayará posteriormente con cepillo o escobeta de raíz o bien pasando un rodillo de teflón-que deje huella decorativa.
- d) Con tejamanil, fijado al forro con clavo tipo alfilerillo de 19 mm.
- e) Con viras de bambú o carrizo con los nudos defasados entre sí, fijados al forro con clavo a cada 20 cm.
- f) Con potates fijados al forro de la cimbra, con pegamento no soluble al agua y con tachuelas.
- g) Con telas o cordeles de yute, ixtle ó henequeñ adheridas al forro de cimbra, con un pegamento no soluble al agua y tachuelas.
- h) Con láminas de plástico texturizado de 4 mm. de espesor mínimo, fijadas al forro con pegamento no soluble al agua.
- i) Con láminas de hule texturizado de 4 mm. de espesor mínimo, fijadas al forro con pegamento no soluble al agua.
- j) Con láminas de fierro de realzado antiderrapante.

19

CARACTERÍSTICAS GENERALES.

- a) Dependiendo de la técnica de acabado adoptada en el proyecto -- (lineadas, no lineadas ó moduladas), para este tipo de cimbras, -- deberán aplicarse las recomendaciones que correspondan de los -- incisos 3.4, 3.5 y 3.6 de estas Especificaciones.
- b) Si lo indica el proyecto o a criterio del Residente se estima -- necesario, el material empleado para la superficie de acabado -- de las cimbras podrá tener los tratamientos adicionales siguientes:
 - 1.- Impregnación con aceites minerales incoloros ó de linaza.
 - 2.- Recorrida superficial con lija.
 - 3.- Aplicación con brocha de aire de una película de resina sintética.
 - 4.- Combinación de las alternativas 2 y 3.
- c) Las características y textura de los forros deberán ser revisadas y aprobadas por el Residente.

3.8.- SUPERFICIES CON RELIEVES.- Son aquellas que se logran mediante la sobreposición de elementos realizados en los forros, los que a su vez pueden ser lineados, no lineados ó modulados.

3.8-01.- MATERIALES.- Pueden emplearse para la fabricación de los elementos realizados, de la forma, textura y dimensiones indicadas en el proyecto, los materiales que a continuación se enumeran:

- a) Madera de pino de segunda.
- b) Triplay para cimbra de 16 mm. de espesor.
- c) Lámina de fierro calibre No. 18 máximo.
- d) Láminas de plástico con fibra de vidrio.
- e) Elementos en matrices de hule.
- f) Espuma de poliuretano modelado.
- g) Yeso reforzado con zacate.
- h) Placas de poliestireno.
- i) Piezas de barro cocido.

3.8-02.- CARACTERÍSTICAS GENERALES.

- a) Dependiendo de la modalidad empleada para la construcción de -- los forros y de la textura de acabado, podrán aplicarse según -- correspondan las recomendaciones dadas en las Cláusulas 3.4, -- 3.5, 3.6 y 3.7 de estas Especificaciones.

- a) Dependiendo del tipo de material empleado en los forros y en los elementos de relieve, estos se fijarán según convenga con clavo, tornillo, pegamento no soluble al agua ó una combinación de estos materiales.
- b) Los elementos de relieve deben estar firmemente unidos a la cimbra para garantizar su posición correcta durante el colado.
- c) Todos los elementos rígidos no desechables para lograr relieves, deberán tener sus aristas ligeramente romas y sus caras laterales ligeramente cóncavas, para facilitar su extracción y evitar daño en las superficies terminadas.
- d) Para facilitar el descimbrado, todos los elementos empleados para lograr los relieves, deberán tratarse superficialmente con una resina sintética ó con un agente desmoldante.
- e) El Residente revisará y aprobará las características de forma y textura de la cimbra antes del colado.

PROTECCION DE CONCRETO PARA EL REFUERZO

Debe proporcionarse un recubrimiento mínimo de concreto, a varillas de refuerzo Para paquetes de varillas, el recubrimiento mínimo será igual al diámetro equivalente del paquete, pero no mayor de 5 cm, o el mínimo tabulado, el que sea mayor.

CONCRETO COLADO EN EL LUGAR (no presforzado)

	Recubrimiento mínimo, cm
Colado en contacto con el terreno y permanentemente expuesto a el	7
Expuesto al terreno, o al intemperismo:	
Varillas del número 6 al número 12	5
Varillas del número 5, alambre de 5/8 de pulgada y menores	4
No expuesto al intemperismo ni en contacto con el terreno:	
Losas, muros, trabes:	
Varillas del número 12	4
Varillas del número 11 y menores	2
Vigas, Trabes, Columnas:	
Refuerzo principal, anillos, estribos o espirales	4
Cascarones y placas plegadas:	
Varillas del número 6 y mayores	2
Varillas del número 5, alambre de 5/8 de pulgada y menores	1.5

ESPACIAMIENTO DEL REFUERZO

La separación libre entre varillas del mismo lecho será

$$S \geq \begin{cases} \phi & (\text{diámetro de la varilla}) \\ 2.5 \text{ cm} \end{cases}$$

La separación entre lechos de varillas

$$S \geq 2.5$$

En losas y muros la separación máxima centro a centro será 3 veces el espesor del miembro o 45 cm

En columnas la separación libre será mayor que:

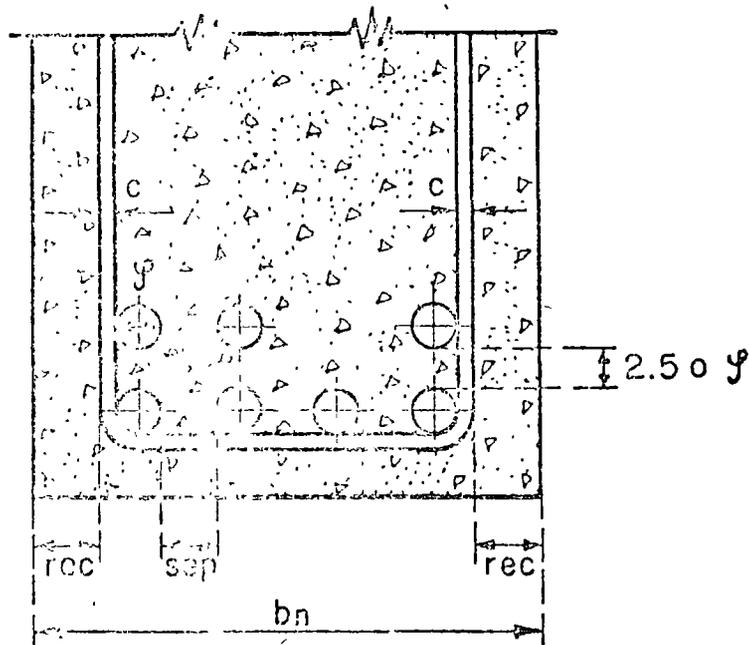
Veinte y media el diámetro de la varilla o 4 cm

PAQUETES DE VARILLAS

Se pueden usar paquetes de varillas siempre y cuando:

- a) Sean menos de cuatro varillas
- b) Existan estribos o anillos que los confinen
- c) Sean varillas menores que la # 11
- d) Las varillas de un paquete se terminen en puntos
distintos con diferencia mínima de 40 diámetros

COLOCACION DEL ACERO Y ANCHO MINIMO DE LA SECCION DE UNA VIGA

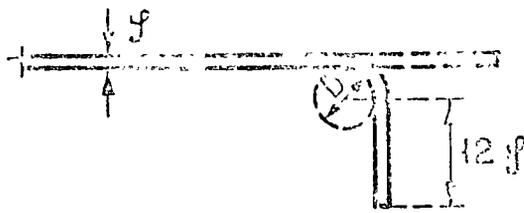


$$b_n = 2(rec + c) + n \phi + n - 1 \{sep\}$$

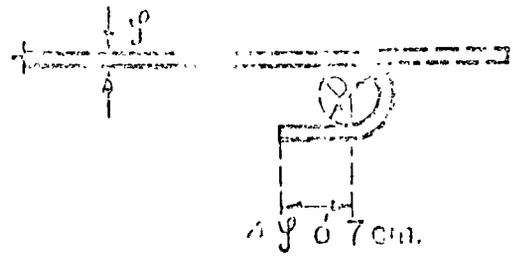
Ancho Necesario

Para vigas comunes, que no se encuentran en contacto directo con el terreno (estribos del # 3)

BARRA	NUMERO DE BARRAS EN UN LECHO							POR CADA VARILLA ADICIONAL
	2	3	4	5	6	7	8	
# 4	14	18	21.5	25.5	29.0	33	36.50	3.8
# 5	15	19	23	27.0	31.5	35.5	39.5	4.1
# 6	15.5	20	24.5	28.5	33	37.5	42	4.4
# 7	16	21	25.5	30.0	35	39.5	44.5	4.7
# 8	16.5	21.5	26.5	31.5	36.5	41.5	46.5	5.0
# 9	18	23.5	29.5	35.5	41	47	52.5	5.8
# 10	19	25.0	31.5	38	44.5	51	57.0	6.4
# 12	20.5	28.0	36	43.5	51	58.5	66.0	7.6

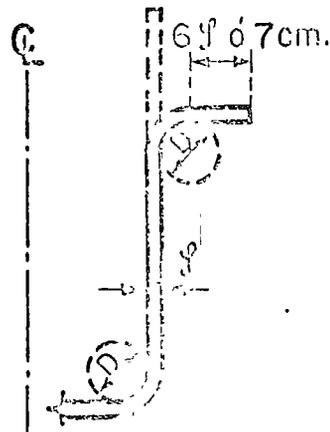


GANCHO A 90°

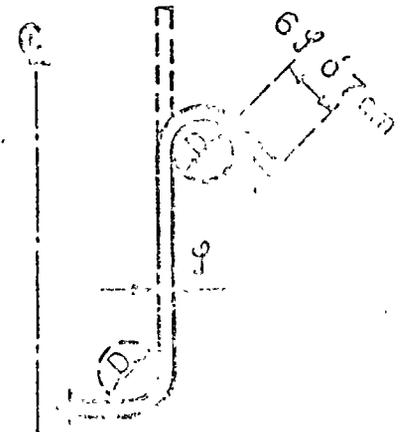


GANCHO A 180°

DOBLECES EN REFUERZO PRINCIPAL



GANCHO A 90°



GANCHO A 180°

DOBLECES EN ESTRIBOS

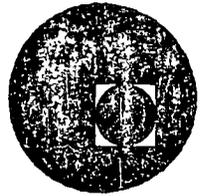
VALORES DE D			
VARILLA	REFUERZO PRINCIPAL	ESTRIBOS	
# 2	6 φ	5 φ*	4 cm.
# 3	6 φ	5 φ	4 cm.
# 4	6 φ	5 φ	5 cm.
# 5	6 φ	5 φ	6.5 cm.
# 6	6 φ	5 φ	
# 7	6 φ	5 φ	
# 8	8 φ	5 φ	
# 9	8 φ	5 φ	
# 10	10 φ		
# 12	10 φ		

* para condiciones especiales





centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam



TECNOLOGIA DEL CONCRETO HIDRAULICO

ACERO DE REFUERZO Y SOLDADURA

ING. ALEJANDRO CALDERON OLLIVIER.

ACERO DE REFUERZO Y SOLDADURA

En los sistemas estructurales de concreto reforzado el acero ocupa un papel de vital importancia ya que se sabe que el concreto no es capaz de resistir tensiones por lo que se recurre al acero para que trabajando en colaboración con el primero se obtenga un sistema estructural adecuado. Sin embargo, también se utiliza el acero para ayudar al concreto aumentando su capacidad a la compresión; es por esto que se denomina al acero que cumple con estas funciones: acero de refuerzo.

El acero es una aleación donde intervienen varios elementos en diferentes proporciones; pero siendo el hierro, el elemento básico.

El acero que se emplea estructuralmente, es una aleación donde los elementos principales son hierro y carbono encontrándose también otros elementos como azufre y fósforo, silicio y elementos como el níquel, cobre, cromo y otros que se agregan para lograr características especiales en la aleación ya sea para aumentar su resistencia o su ductilidad o bien para hacer la aleación resistente a la corrosión.

2

El acero se produce comercialmente en muy diversas formas dentro de las cuales pueden mencionarse los ángulos, perfiles "I", perfiles T, barras, etc. Cualquiera de estas formas pueden usarse como acero de refuerzo; sin embargo la forma usual es la barra.

La barra de acero es forjada de tal manera - que se le inducen protuberancias perimétrales denominadas "corrugaciones", que tienen el fin de lograr una adherencia adecuada entre el acero de refuerzo y el concreto - que lo rodea. La forma de las corrugaciones es variable dependiendo de cada marca.

La fabricación de barras corrugadas, conocidas mas comunmente como varillas tiene longitudes determinadas de acuerdo con las conveniencias comerciales y - resulta muy costoso e inoperante pedir fabricación de varillas de diferentes longitudes. Asi que; con el fin de satisfacer los requisitos de proyecto y disminuir el desperdicio se utilizan los traslapes de las varillas que - garantizan la continuidad de esta como una parte del sistema estructural.

Los traslapes de varillas de diámetro pequeño son relativamente cortos y fáciles de hacer, pero al aumentar el diámetro de las varillas aumenta la longitud - de traslape comenzando a volverse incosteable y presentando problemas en elementos estructurales que tienen mu

cho armado ya que se forman redes y muchas veces pueden impedir el paso adecuado del concreto quedando zonas cavernosas en el elemento estructural.

Para solucionar el problema de continuidad del refuerzo sin recurrir a los traslapes o bien a traslapes cortos se cuenta con la soldadura, aplicandola ya sea al traslape con soldadura de filete o a tope con soldadura de penetración completa.

La soldadura es el procedimiento para lograr la unión de dos piezas de metal a través de la aplicación de energía calorífica producida por diferentes medios.

Para lograr la soldadura puede o no haber:

fusión.

material de aportación.

presión.

La soldadura en varillas y hecha en obra, regularmente se hace con arco eléctrico, esto es el procedimiento para aportar calor es el arco eléctrico.

El arco eléctrico es corriente eléctrica que pasa a través de una abertura en un circuito.

La soldadura con arco eléctrico puede o no usar material de aportación; sin embargo en la práctica

/

de soldadura de varillas, se utiliza material de aportación contenido en una pieza denominada electrodo y que forma parte del sistema para producir el arco, formándose este entre el electrodo y el material por soldar denominado material base.

La corriente eléctrica necesaria para producir el arco se proporciona a través de máquinas especiales que dan corriente tanto directa unas como corriente alterna otras. Se pueden usar los dos tipos de corriente dependiendo del tipo de electrodo, y circunstancias o condiciones en que se efectúa una unión.

Los procesos de soldadura con arco eléctrico más comunes son:

- con Electrodo Recubierto
- con Electrodo Sumergido.
- con Gases Inertes.

En soldadura de campo, y en especial para varillas, se utiliza casi exclusivamente el arco eléctrico con Electrodo Recubierto.

Los factores que intervienen en una soldadura de varillas, en resumen son:

- Fuente de energía.
- Electrodo.
- Varillas.

Soldador.

Tipo de unión.

Fuente de Energía.- En general, se puede hablar de dos tipos de máquinas que son las generadoras o los transformadores; sin embargo lo importante es que las máquinas proporcionen un voltaje y una intensidad de corriente (amperaje) adecuados a las características del electrodo a usar.

También es indispensable el cumplir con las condiciones de polaridad que se especifiquen para cada electrodo.

Electrodo.- Se ha señalado que se utiliza el electrodo recubierto ya que el electrodo se forma de dos piezas. Una es la varilla de ocreo que al fundirse deposita un material que realizará; en compañía de las varillas; la unión soldada. La otra parte del electrodo es su recubrimiento que al fundirse produce gases que protegen el arco y el metal fundido de la atmósfera, mejorando además la conducción eléctrica a través del arco estabilizando esta; cumple además, el recubrimiento, otras funciones como son:

Proporciona fundentes.

Protegen al metal de la soldadura de oxidación.

Retrasan enfriamiento.

6

En la práctica de la soldadura en nuestro país se ha adoptado la clasificación hecha por la AWS (American Welding Society) que es la Sociedad americana de la soldadura.

En la clasificación de electrodos en términos generales, se pueden distinguir dos partes.

AAAXX o bien AAXX

Los lugares marcados con las letras A indican la resistencia a la ruptura en miles de libras por pulgada cuadrada. Así por ejemplo el electrodo.

60XX indican que deberá tener una resistencia mínima a la ruptura (para fines de proyecto) de 60,000 libras por pulgada cuadrada.

Los lugares marcados con las XX serán ocupados por dos números, que indicaran el tipo de electrodo conforme a sus características químicas, de polaridad, de posición para soldar, de intensidad y voltaje de corriente, tipo de corriente etc.

Así podremos distinguir electrodos de la misma resistencia pero diferentes características como son:

6013 y 6010

o bien de las mismas características pero dife

7

rente resistencia como son:

7018 y 9018

Es muy frecuente que el proyectista señale en los planos la resistencia del electrodo pero no su tipo - pudiendo llevar esto a errores en el campo es por lo tanto necesario exigir que los proyectos indiquen la resistencia y características completas de los electrodos.

Varillas. Se debe especificar la clase de varillas que deberán soldarse pues existe una interrelación muy estrecha entre las varillas y el electrodo ya que por un lado la resistencia de este deberá ser superior a la de las varillas y por otro lado las características químicas y mecánicas de las varillas determina tanto el tipo de electrodo como el procedimiento de soldadura. Podemos ejemplificar que no es lo mismo soldar varillas torcidas en frío que laminadas en caliente, aún cuando su resistencia sea la misma.

Soldador. El soldador deberá estar debidamente calificado ya que el resultado de una soldadura depende en muy alto grado de la capacidad del soldador.

La calificación del soldador deberá hacerse prácticamente antes de iniciar las uniones ya que muchas veces un soldador calificado al dejar de trabajar pierde práctica.

Fundamentalmente el soldador deberá saber mane-

jar cuatro aspectos:

Preparación de la junta.

Velocidad y orden de colocación.

Voltaje e

Intensidad de corriente.

Tipo de Unión. Distinguiremos dos tipos de uniones fundamentales:

Traslape y a Tope

Traslape: Es el tipo de unión recomendado para unir varillas de diámetro pequeño (del N° 8 o menores) y consiste en traslapar las varillas ligandolas con un filete de soldadura.

La longitud del traslape estará en función de 4 variables.

- a) Diámetro de las varillas.
- b). Resistencia de las Varillas.
- e) Tipo de Electrodo.
- d) Sección transversal del cordón.

Tope: Es el tipo de unión recomendado para unir varillas de diámetro grande (del N° 8 o mayores) y consiste en ligar las dos varillas sin traslape.

Este tipo de soldadura requiere de preparar la unión, habiendo varias maneras de hacerlo pero fundamentalmente se recomiendan los denominados como doble V y V sen-

cilla.

Las uniones pueden ser con o sin respaldo.

El proyecto deberá mostrar con exactitud todos los detalles de la preparación como son tipos de bisel, inclinación, abertura de la raíz características del respaldo, sujeción del respaldo, etc.

También deberá señalar tipo y diámetro de electrodo y el procedimiento general de hacer la unión.

Indudablemente si se han previsto que todos los factores ya señalados sean correctos hay muchas probabilidades que la soldadura sea buena. Sin embargo, conviene señalar que la supervisión sigue siendo necesaria.

La supervisión debe comenzar desde el cuidar que los planos esten completos hasta comprobar que los factores antes señalados se cumplan correctamente.

En el campo se deberá vigilar que se disponga de todas las herramientas y que estas se encuentren en buen estado: un listado mínimo de herramientas es:

- a) Máquina para soldar;
- b) Esmeril;
- c) Cincel ;

- 10
- d) Martillo;
 - e) Cepillo de alambre;
 - f) Careta con todos sus accesorios;
 - g) Guantes;
 - h) Hornos para mantenimiento de electrodos a la temperatura adecuada.

Por su parte el supervisor de soldadura deberá estar previsto de una lupa para inspección ocular y materiales para prueba en el campo como son los aceites penetrantes, que le indicaran si existen fisuras en la unión soldada.

Si el supervisor tiene poca experiencia, es recomendable lleve muestras o prototipos de las soldaduras por el supervisor hechas en laboratorio y las compare con las hechas en campo.

Debe tenerse muy en cuenta que el hidrógeno es muy malo para las soldaduras, sobre todo cuando se trabaja con varillas que tienen un alto contenido de carbón ya que el hidrógeno o los gases que se producen con hidrógeno y otros elementos son altamente solubles en el acero cuando existen altas temperaturas, sin embargo, al enfriarse la aleación tiende a expulsar estos gases produciendo las fisuras que convierten la unión en una sección sumamente frágil. Esto nos lleva a la recomendación de pedir que los electrodos no se expongan a la intemperie por mucho tiempo ya que pueden absorber hidrógeno y por otro lado; se proscriben las soldaduras

//

ra cuando este lloviendo o lloviznando; y las varillas por soldar deberán estar además secas.

Cabe señalar también que deberán tenerse los siguientes cuidados.

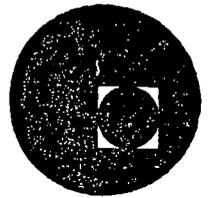
- Cuando se hagan cortes con soplete, no deberán sobrecalentarse las varillas.
- Las superficies donde se hará soldadura, deberán estar libres de polvo, grasa, escoria, nebas y en general sin ningún material extraño al electrodo y acero.
- Debe tenerse cuidado que las varillas, queden perfectamente alineadas después de realizar la soldadura.
- Se recomienda que siempre que sea posible se utilice la posición plana para hacer soldadura.

Hasta hace pocos años se pensaba que las varillas torcidas en frío no podían ser soldadas sin perder sus características mecánicas; sin embargo, ACEROS ECATEPEC S.A. encargó un estudio al ing. Carlos Pichardo P. quien concluyó su trabajo demostrando categóricamente la posibilidad de soldar no solo varillas Tor entre sí, sino realizar soldaduras mixtas; esto es soldando a tope varillas de alta resistencia laminadas en caliente con varillas torcidas en frío.

Indudablemente los conocimientos y la técnica actual de la soldadura evolucionan notablemente en los próximos años, pues se puede decir que su uso dentro de la ingeniería estructural tiene poco tiempo de haberse iniciado; pese a ello, la ayuda que ha brindado a la ingeniería estructural en general y a las estructuras de concreto en particular ha sido notable; y en muchos casos el único camino para determinados problemas y formas estructurales.

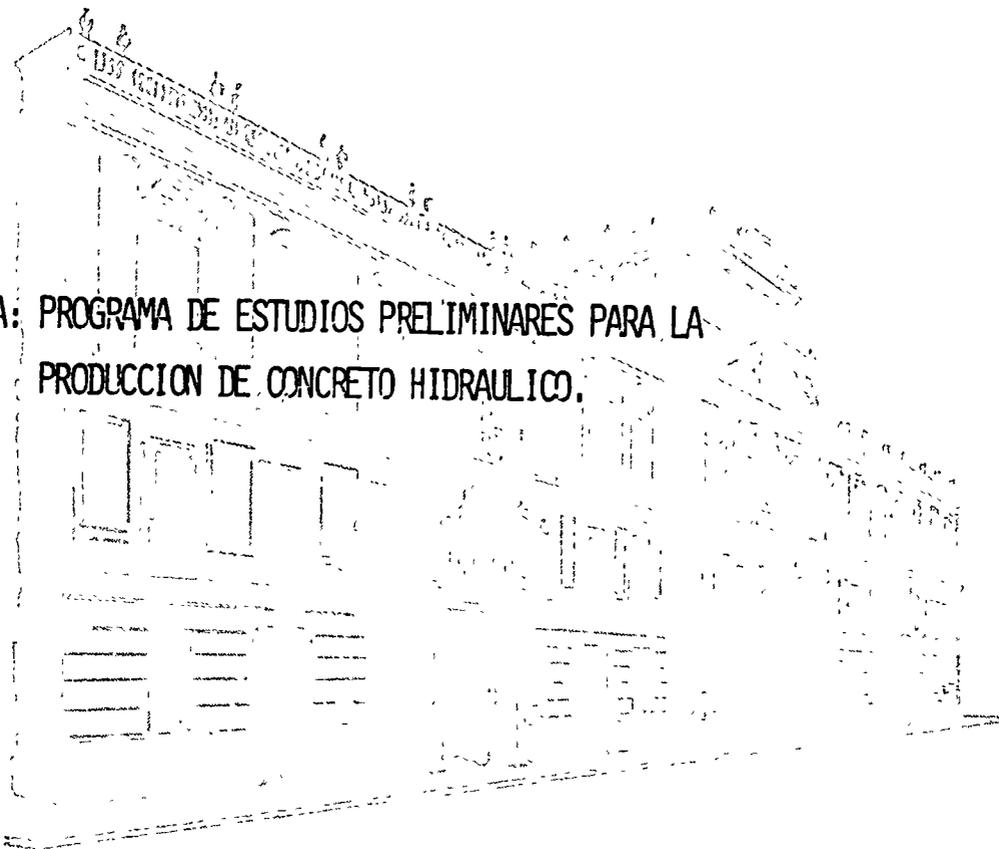


centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam



TECNOLOGIA DEL CONCRETO HIDRAULICO

TEMA: PROGRAMA DE ESTUDIOS PRELIMINARES PARA LA
PRODUCCION DE CONCRETO HIDRAULICO.



PROF. ING. MARIO TENA BERNAL.

AGOSTO DE 1977.

PROGRAMA DE ESTUDIOS PRELIMINARES PARA LA
PRODUCCION DE CONCRETO HIDRAULICO.

- 1) Localización de bancos de materiales pétreos, estimando su volumen potencial, distancias de acarreo y costo de extracción del material.
- 2) Estudio de muestras representativas extraídas de sondeos practicados en los bancos de materiales incluyendo una muestra compuesta, a las cuales se les determinará su contenido en por ciento de arena y de grava, sus características físicas y químicas y se estimará el costo de los tratamientos recomendables para mejorar su calidad.
- 3) Estudio económico de alternativas de explotación considerando la posibilidad del aprovechamiento de las fracciones de agregado grueso mayores al tamaño máximo nominal, mediante su trituración.
- 4) Localización de fuentes de abastecimiento de agua, estimando su volumen potencial, costo de su extracción de las líneas de conducción o de su acarreo a la obra.
- 5) Estudio de las muestras de agua tomadas en las diferentes fuentes de abastecimiento, mediante pruebas físicas y análisis químico y determinación del costo de los tratamientos recomendables para su utilización, si es que estos fueran necesarios.
- 6) Estudio y costos del diseño de mezcla tipo, considerando las alternativas de las marcas de cementos disponibles en la zona y el empleo de aditivos.

APUNTES: ING. MARIO TENA BERNAL.

PROGRAMA GENERAL DE CONTROL DE CALIDAD DE CONCRETO EN
PLANTAS DE PRODUCCION.

Para verificar la calidad y homogeneidad del concreto fabricado en Plantas de producción, se recomienda adoptar el sistema de control que a continuación se describe:

CEMENTO.- Se toma una muestra representativa de cada lote recibido en Planta para verificar su calidad física y química, dando prioridad a los ensayos de finura, con el aparato "Blaine" y sanidad acelerada en autoclave.

En el caso de lotes rezagados o cuyos resultados fueran dudosos, se ordenará un remuestreo para someterlo a los ensayos mencionados.

AGUA.- Análisis químico mensual de una muestra compuesta por 3 fracciones - tomadas al azar en un día.

ARENA.- Inspección ocular a su recepción y toma de una muestra compuesta por turno, integrada por 3 o más fracciones elegidas al azar de las entregas en planta. A dichas muestras se les practicarán pruebas físicas completas, dando prioridad por su importancia, a los resultados de los ensayos de materia orgánica, líos, arcillas, partículas suaves y análisis granulométricos.

GRAVA.- Inspección ocular a su recepción y toma de una muestra compuesta por turno, integrada por 3 o más fracciones elegidas al azar de las entregas en planta. A dichas muestras se les practicaron pruebas físicas completas, dando prioridad por su importancia a los resultados de ensaye de partículas suaves, contenido de polvo por lavado, por ciento de arena en la grava y análisis granulométrico.

ADITIVOS.- Certificación del peso a su recepción, supervisión de la preparación de soluciones, verificación de la concentración durante su empleo y control de la dosificación.

CONCRETO FRESCO.- Se harán como mínimo cinco determinaciones por turno, tomando muestras al azar para las pruebas de revenimiento, peso volumétrico, contenido de aire y se tomarán ocho muestras de tres cilindros cada una, por día - de producción. (En el caso del comprador, se recomienda que el número de muestras de 3 cilindros cada una de ellas, sea igual a la raíz cuadrada del número de revolturas necesarias para efectuar el colado o a la raíz cuadrada del número de entregas de concreto en la obra).

APUNTES: ING. MARTO TENA BERNAL.

SISTEMAS PROMOTOR-CATALIZADOR PARA MEZCLAS DE MONOMEROS.

<u>MEZCLA DE MONOMEROS.</u>	<u>VISCOSIDAD a(25°C) cp</u>	<u>CATALIZADOR</u>	<u>CONCENTRACION. % EN PESO.</u>	<u>PROMOTOR.</u>	<u>CONCENTRACION % EN PESO.</u>	<u>TEMPERATURA AMBIENTE °C</u>	<u>TIEMPO DE GE- LADO.</u>	<u>TIEM DE C RADO</u>
MMA	0.5	Bzp + AIBN	0.5/0.5	DMA + DMT	0.5/0.5	25	20	60
95% MMA-5% TMPTMA	1.0	Bzp + AIBN	1.0/1.0	DMA + DMT	1.0/1.0	25	15	36
95% MMA-5% TMPTMA	1.0	Bzp	2.0	DMA	2.0	28	20	38
70% MMA-30 % TMPTMA	1.9	Bzp	1.0	DMT	1.0	25	8	14
100 % ESTIRENO-10% TMPTMA	1.0	Bzp	1.0	DMA	1.0	88	-	-
100 % ESTIRENO-10% TMPTMA	1.0	Bzp	2.0	DMA	2.0	88	50	1050
85 % ESTIRENO-15% TMPTMA	1.2	Bzp	2.0	DMA	1.0	88	30	220
60 % ESTIRENO-40% TMPTMA	1.7	Bzp	1.0	DMA + DMT	0.5/0.5	25	15	45
75 % ESTIRENO-25% POLIESTER 2.4		MEKP	1.0	CoN	0.4	16	53	120
54% POLIESTER-46% ESTIRENO 100		MEKP	1.0	CoN	0.75	21	20	35

Bzp - Peróxido de Benzoilo.

AIBN - A₂obis isobutironitrilo

CoN - Naftenato de cobalto.

MMA - Metil Metacrilato.

DMA - Dimetil analina.

DMT - Dimetil toludina.

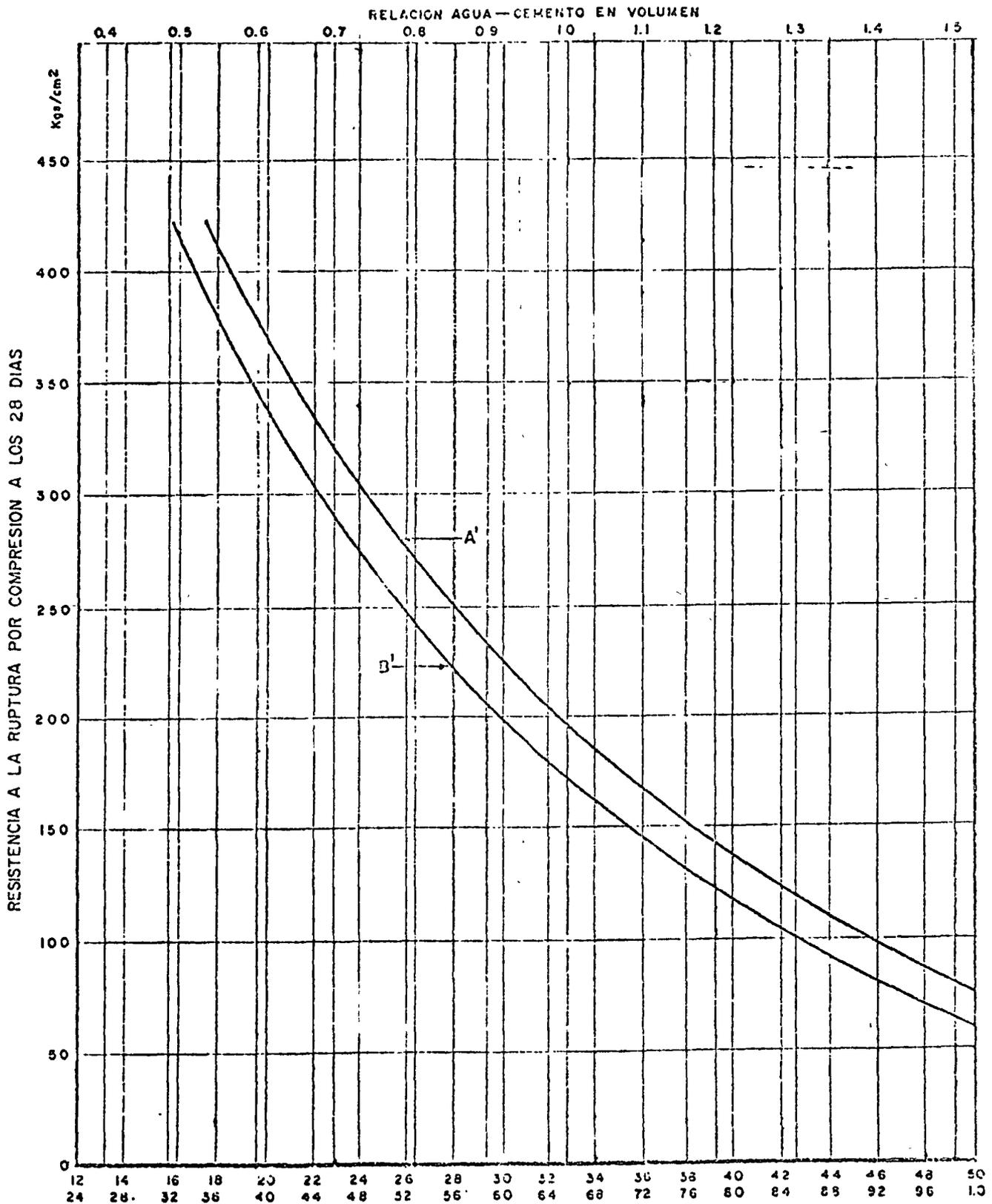
MEKP - Peróxido de metil etil cetona.

TMPTMA - Trimetil penteno tiol metacrilato.

APUNTES: ING. MARIO TENA BERNAL.

Real.

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS
 DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS TECNICOS
 DEPARTAMENTO DE ENSAYE DE MATERIALES
 OFICINA DE ASFALIOS Y CONCRETOS
 SECCION DE CONCRETOS



RELACION AGUA-CEMENTO EN PESO
 LITROS DE AGUA POR SACO DE CEMENTO DE 50 K.

A' y B' CURVAS MODIFICADAS PARA CEMENTOS MEXICANOS

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE "TECNOLOGIA DEL CONCRETO HIDRAULICO"
(15 al 18 y del 22 al 25 de AGOSTO, 1977)

<u>NOMBRE Y DIRECCION</u>	<u>EMPRESA Y DIRECCION</u>
1. ANTONIO ARREDONDO SOTO Ixtaccihuatl # 82 Col. San Javier Tlalnepantla, Edo. de México 565-37-36	SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS Xola y Av. Universidad México 12, D.F. 519-22-46
2. MA. ELENA BARRAZA DE MARQUEZ Mitla # 113 Col. Narvarte México 12, D.F. 519-76-06	SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS Xola y Universidad México 12, D.F. 530-33-36
3. GILBERTO BERNAL SALAS Calle 9 # 108-1 Sn. Pedro de los Pinos México 18, D.F. 515-14-11	SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS Cordoba 17-2° Piso México 7, D.F. 514-41-93
4. MOISES CAIN CABASSO Ignacio Mariscal # 119-8 Col. Revolución México 1, D.F.	SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS Xola y Av. Universidad México 12, D.F. 530-30-00 ext. 382
5. ROSENDO CALVILLO RODRIGUEZ Campamento de Caminos SAHOP Carretera Creel-Cuachochoic Creel, Chih.	SAHOP Dir. Gral. de Carreteras Federales Residencia de Puentes Centro SCOP Creel, Chih.
6. FRANCISCO J.G. CARDOSO Y CARBONEY Simarruba # 125 El Rosario, Coyoacán México 21, D.F. 549-64-56	SAHOP Xola y Av. Universidad México 12, D.F. 519-93-87
7. J. JAVIER CARRIEDO CASTRO Bismarck # 1 Parral, Chih. 2-11-13	SAHOP Xola y Av. Universidad México 12, D.F.
8. JUAN LUIS CASTRO MONTES DE OCA Cerro Huitzilac # 134-Depto. 2 Campestre Churubusco México 21, D.F. 544-72-96	SAHOP Reforma 77-9° Piso México 4, D.F. 546-67-09

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE "TECNOLOGIA DEL CONCRETO HIDRAULICO"
(15 al 18 y del 22 al 25 de Agosto, 1977)

<u>NOMBRE Y DIRECCION</u>	<u>EMPRESA Y DIRECCION</u>
9. CARLOS CHIVARDI A. Bolivar # 3722 Col. Juárez Nuevo Laredo, Tamaulipas 2-99-80	SAHOP Residencia Puntos "Nuevo Laredo" Gutiérrez # 3102 Nuevo Laredo, Tamaulipas 2-99-80
10. ARTURO RAYMUNDO COMBE AYALA Tintoreto # 31-B Ext. Col. Mixcoac México 19, D.F. 598-13-02	SAHOP Dir. Gral. de Tecnologías para - la Autoconstrucción Cordoba # 17-2° Piso México 7, D.F. 514-41-93 y 514-81-45
11. MIGUEL ABARAHAM CONTRERAS AGUILERA Amsterdam # 307-D Col. Condesa México 11, D.F.	SAHOP Dirección Gral. de Aeropuertos Xola y Av. Universidad México 12, D.F. 519-52-86
12. RAFAEL CORRAL URQUIDES Plutarco Elias Calles # 1330-7 Reforma Ixtlaccihuatl México 13, D.F.	SAHOP Xola # 1755 México 12, D.F. 530-99-74
13. EMETERIO CRISTOBAL ESTRADA Edificio S.O.P. Puerto Escondido, Oax.	SAHOP Dirección Gral. de Carret. Fed. Xola y Av. Universidad México 12, D.F. 530-65-63
14. CARLOS G. DE LA LANZA ELTON Morena 1313 Depto. 1 México 12, D.F. 519-84-18	SAHOP Xola y Av. Universidad México 12, D.F. 530-30-00 ext. 469
15. SALVADOR FERNANDEZ TAVERA Edificio 7 Entrada "A" Depto. 101 Unidad Ing. Juan de Dios Batiz Col. Lindavista México 14, D.F. 586-27-54	SAHOP Dir. Gral. de Tecnologías para la Autoconstrucción Cordoba # 17-2° Piso México 7, D.F. 514-41-93

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE "TECNOLOGIA DEL CONCRETO HIDRAULICO"
(15 al 18 y del 22 al 25 de Agosto, 1977)

<u>NOMBRE Y DIRECCION</u>	<u>EMPRESA Y DIRECCION</u>
16. CARLOS GALEANA AVILA Chiapas # 59-101 Col. Roma México 7, D.F. 584-62-39	SAHOP Reforma 77-9° Piso Col. San Rafael México 4, D.F. 591-07-27
17. JORGE GALICIA ESCOBAR Andador Antonio M. Cauto # 106-8 Col. Romero de Terreros México 21, D.F. 554-88-54	SAHOP Av. Fernando # 268 Col. Alamos México, D.F. 590-84-63
18. RAMON GARCIA CORRAL Edif. 1 Entrada "A" Depto. 101 Col. Lindavista Vallejo México 14, D.F. 587-01-52	SAHOP Xola y Av. Universidad México 12, D.F. 519-93-87
19. ADRIAN GIOMBINI G. Sánchez Tagle # 30 Circuito Poetas Cd. Satelite 565-60-25	SAHOP Xola y Av. Universidad México 12, D.F.
20. DAVID GOVEA TORRES Miguel Negrete # 149 Col. 10 de Mayo México 9, D.F. 519-88-25	SAHOP Obras de Agua Potable y Alcantarillado Xola y Av. Universidad México 12, D.F. 519-22-46
21. JAVIER E. HERRERA LOZANO Culiacán # 8 Depto. 301 Hipódromo-Condesa México 11, D.F. 584-31-06	SAHOP Xola y Av. Universidad México 12, D.F. 538-08-71
22. EDUARDO JIMENEZ HERNANDEZ Central de Plomeros 81 Col. Emilio Carranza México 2, D.F. 529-05-44	SAHOP Reforma # 77-9° Piso México 4, D.F. 546-65-77

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE "TECNOLOGIA DEL CONCRETO HIDRAULICO"
(15 al 18 y del 22 al 25 de Agosto, 1977)

<u>NOMBRE Y DIRECCION</u>	<u>EMPRESA Y DIRECCION</u>
23. AMADO KASSAB OLGUIN 154 Oriente # 216 Col. Moctezuma México 9, D.F.	SAHOP Reforma # 77-9° Piso San Rafael México 4, D.F. 591-07-27 535-50-75
24. J. IGNACIO LABADIE CASTELLOT Av. Copilco # 300 Edif. 4-203 Copilco-Universidad México 20, D.F. 519-92-21	SAHOP Xola y Av. Universidad México 12, D.F. 519-65-93
25. JOSE VALERIO LAGUNES MEJIA Calle 641 # 197 Secc. IV y V San Juan Aragón México 14, D.F. 760-05-45	SAHOP Xola y Av. Universidad México 12, D.F. 530-33-36
26. LUIS G. LIMON LIMON Playa Revolcadero México 13, D.F. 590-38-65	SAHOP Xola y Av. Universidad México 12, D.F. 519-92-93
27. JUAN MANUEL LOPEZ YIJIMA Nextitla # 31 Col. Popotla México 17, D.F. 547-84-29	SAHOP Cordoba # 17-2° Piso Col. Roma México 7, D.F. 514-81-45 y 514-41-93
28. EDUUNDO ESPARZA MARIN Acuario # 19 Prado Churubusco México 13, D.F. 582-36-41	SAHOP Dir. Gral. de Carreteras en Cooperación Xola y Av. Universidad México 12, D.F. 538-20-58
29. JOSE M. MARTINEZ CASTRO Mar Egeo # 384-2 Col. Popotla México 17, D.F.	SAHOP Paseo de la Reforma # 77 San Rafael México 4, D.F.

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE "TECNOLOGIA DEL CONCRETO HIDRAULICO"
(15 al 18 y del 22 al 25 de Agosto, 1977)

<u>NOMBRE Y DIRECCION</u>	<u>EMPRESA Y DIRECCION</u>
30. SERGIO MARTINEZ OLIVER Virginia # 115 Ccl. Nativitas México 13, D.F.	SAHOP Reforma 77-9° Piso México 4, D.F.
31. PEDRO MAYORAL MORENO Casas Grandes # 39-104 México 12, D.F.	SAHOP Fernando # 268 Col. Alamos México 13, D.F. 590-83-52
32. FERNANDO MONTOYA BELTRAN Calzada Tacubaya # 157-5 San Miguel Chapultepec México 11, D.F. 546-81-24	SAHOP Dir. Gral. de Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Reforma # 77-9° Piso México 4, D.F. 546-75-53
33. EPIFANIO MOTA HIPOLITO Insurgentes Sur # 4044 Col. Tlalpan México 22, D.F. 573-20-70	SAHOP Direccion General de Control Av. Fernando # 268 México 13, D.F. 590-82-85
34. ALEJANDRO MUÑOZ DIAZ Playa Miramar # 568 Reforma Iztaccihuatl México 13, D.F. 539-76-55	SAHOP Miguel Laurent # 840 México 13, D.F. 575-76-52
35. RAMIRO ORTIZ REZA Oriente 49 # 282-8 Villa de Cortés México, D.F. 579-23-02	SAHOP Av. Fernando # 268-8° Piso Col. Alamos México 13, D.F. 590-87-18
36. LUIS FELIPE PENICHE DIAZ Juan de Dios Peza # 86 México 8, D.F.	SAHOP Xola y Av. Universidad México 12, D.F. 538-28-37

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE "TECNOLOGIA DEL CONCRETO HIDRAULICO"
(15 al 18 y del 22 al 25 de Agosto, 1977)

<u>NOMBRE Y DIRECCION</u>	<u>EMPRESA Y DIRECCION</u>
37. JULIO DE JESUS PLAUCHU HERRERA Quintana 400 # 144-16 México 11, D.F.	SAHOP Xola y Av. Universidad México 12, D.F. 538-28-37
38. MAURO PEREZ MARTINEZ Victoria # 24 Tepehuanes, Dgo. Tel. 41	SAHOP Victoria # 24 Tepehuanes, DGO. Tel. 41
39. ADRIAN PRO TORRES Dr. Barragan # 793 México 12, D.F. 590-21-52	SAHOP Blvd. Xola y Universidad México 12, D.F. 519-93-87
40. FERNANDO ALBERTO RIVERA GALVAN Casas Grandes # 124-17 México 12, D.F. 538-97-25	SAHOP Xola y Av. Universidad México 12, D.F. 519-65-93
41. ROQUE ENRIQUE RODRIGUEZ Tonalá # 268-5 Col. Roma México 7, D.F. 584-16-55	SAHOP Reforma # 77-10° Piso San Rafael México 4, D.F. 546-80-16
42. HERIBERTO ROMAN BELTRAN Retorno 20 # 25 Avante México 21, D.F. 559-88-82	SAHOP Reforma # 77-9° Piso Juárez México 4, D.F. 546-65-77
43. SERGIO A. RUIZ PEREZ Peña y Peña # 60-5 México 1, D.F. 529-13-20	SAHOP Reforma # 77-9° Piso México 4, D.F. 546-67-09
44. LUIS SALDAÑA BAUTISTA Parroquia # 715-302 México 12, D.F. 524-12-67	SAHOP Reforma 77-9° Piso México 4, D.F. 591-07-27

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE "TECNOLOGIA DEL CONCRETO HIDRAULICO"
(15 al 18 y del 22 al 25 de Agosto, 1977)

<u>NOMBRE Y DIRECCION</u>	<u>EMPRESA Y DIRECCION</u>
45. FEDERICO SANDOVAL PIMENTEL Av. Gral. Pedro A. de los Santos # 80 San Miguel Chapultepec México 18, D.F. 515-70-87	SAHOP Paseo de la Reforma # 77 México 4, D.F. 546-75-53
46. AGUSTIN SANTANA MORENO Esteban Alatorre # 1154 Guadalajara, Jal. 18-09-00	SAHOP Xola y Av. Universidad. México 12, D.F. 530-65-63
47. JUAN G. SOLORZANO VELASCO Reforma # 117-2 México 20, D.F. 548-82-37	SAHOP Av. Fernando # 268 México 13, D.F. 590-84-63
48. HECTOR L. VALENZUELA ALVAREZ Ahome # 1936 Culiacan, Sin.	SAHOP Dir. Gral. Carreteras Federales Xola y Av. Universidad México 12, D.F. 530-65-63
49. RODOLFO VALENZUELA ALVAREZ R. Gaona #dif. 87-A-301 México 10, D.F. 557-72-14	SAHOP Xola y Av. Universidad México 12, D.F. 519-65-93
50. RUBEN VARELA ORDAZ 5 de Febrero 64 Atzacapotzalco, Méx.	SAHOP Cordoba 17-2° Piso México 7, D.F. 514-41-93
51. ALEJANDRO VELASCO ALVARADO Cerro de la Carbonera # 160 Campestre Churubusco México 21, D.F. 549-70-90	SAHOP Xola y Av. Universidad México 12, D.F. 519-92-21
52. JOSE ANTONIO VENTURA GUERRERO Edif. F 33-2-13, Lomas de Plateros México 19, D.F.	SAHOP Cordoba # 17-2° Piso México 7, D.F. 514-41-93 514-81-45

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO HIDRAULICO
(15 al 18 y del 22 al 25 de Agosto, 1977)

NOMBRE Y DIRECCION

EMPRESA Y DIRECCION

- | | |
|---|---|
| 53. RAFAEL BARBOSA VERA
Ezequiel Ordeñez # 12
Copilco el Alto
México 20, D.F.
548-84-38 | SAHOP
Culiacán # 123-3° Piso
Roma Sur
México 7, D.F.
564-00-44 585-20-92 |
| 54. JOSE IGNACIO ESTEVA DEHESA
Patriotismo # 823-301
México 19, D.F.
563-53-88 | SAHOP
Xola y Av. Universidad
México 12, D.F. |
| 55. ABELARDO GAITAN BAENA
Cerrada de Mercaderes # 16-302
San José Insurgentes
México 19, D.F.
534-28-66 | SAHOP
Dirección Gral. de Aeropuertos
Xola # 1755-3°Piso
México 12, D.F.
519-86-29 |
| 56. PEDRO GOMEZ COLIO
Unidad Cuitlahuac
Edificio 75 D-201
México 16, D.F.
556-38-82 | SAHOP
Narvarte
Xola y Av. Universidad
México 12, D.F.
530-52-76 |
| 57. FRANCISCO JIMENEZ ZUÑIGA
Cadiz # 217-5
Col. Alamos
México 13, D.F.
530-67-83 | SAHOP
Dirección General de Aeropuertos
Xola # 1755-2° Piso
México 12, D.F.
519-68-15 |
| 58. RICARDO LELO DE LARREA
Galeana # 81
México 22, D.F.
573-23-60 | SAHOP
Dirección Gral. de Obras en Si-
tios y Monumentos del Patrimonio
Cultural
564-00-44 |
| 59. SALVADOR LOPEZ NIETO
Ponciano Arriaga # 11 Depto. 102
México 1, D.F.
546-76-21 | SAHOP
Paseo de la Reforma # 20-308
México 4, D.F.
535-44-64 535-48-63 |
| 60. ENRIQUE MONTELONGO SIERRA
Colegio Militar # 14 Letra F-9
Popotla
México 17, D.F. | SAHOP
Paseo de la Reforma # 20-3° Piso
México 1, D.F.
535-44-64 |

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO HIDRAULICO
(15 al 18 y del 22 al 25 de AGOSTO, 1977)

<u>NOMBRE Y DIRECCION</u>	<u>EMPRESA Y DIRECCION</u>
61. ANTONIO OSORIO VELASCO Playa Flamingos # 53 México 13, D.F. 579-52-97	SAHOP Xola y Av. Universidad México 12, D.F. 519-65-93
62. APOLONIO TLACALTECH SANCHEZ Calle Nueva # 5 Metepec, Atlixco; Puebla.	SAHOP Altamira # 2175 Zapopan, Jalisco 16-06-15
63. MARIO VILLAFAN GONZALEZ Xochicalco # 705 Depto. 8 México 13, D.F.	SAHOP Xola y Av. Universidad México 12, D.F. 530-33-36
64. ANGEL VIVAR LOPEZ Sur 71 B # 417 Col. Justo Sierra 526-99-10 539-48-52	SAHOP xola y Av. Universidad México 12, D.F. 530-30-00 ext. 469
65. FRANCISCO ZAPATA ORTEGA Av. Américas # 173-102 México 13, D.F., 590-01-82	SAHOP Xola # 1755-3° Piso México 12, D.F. 530-55-42

