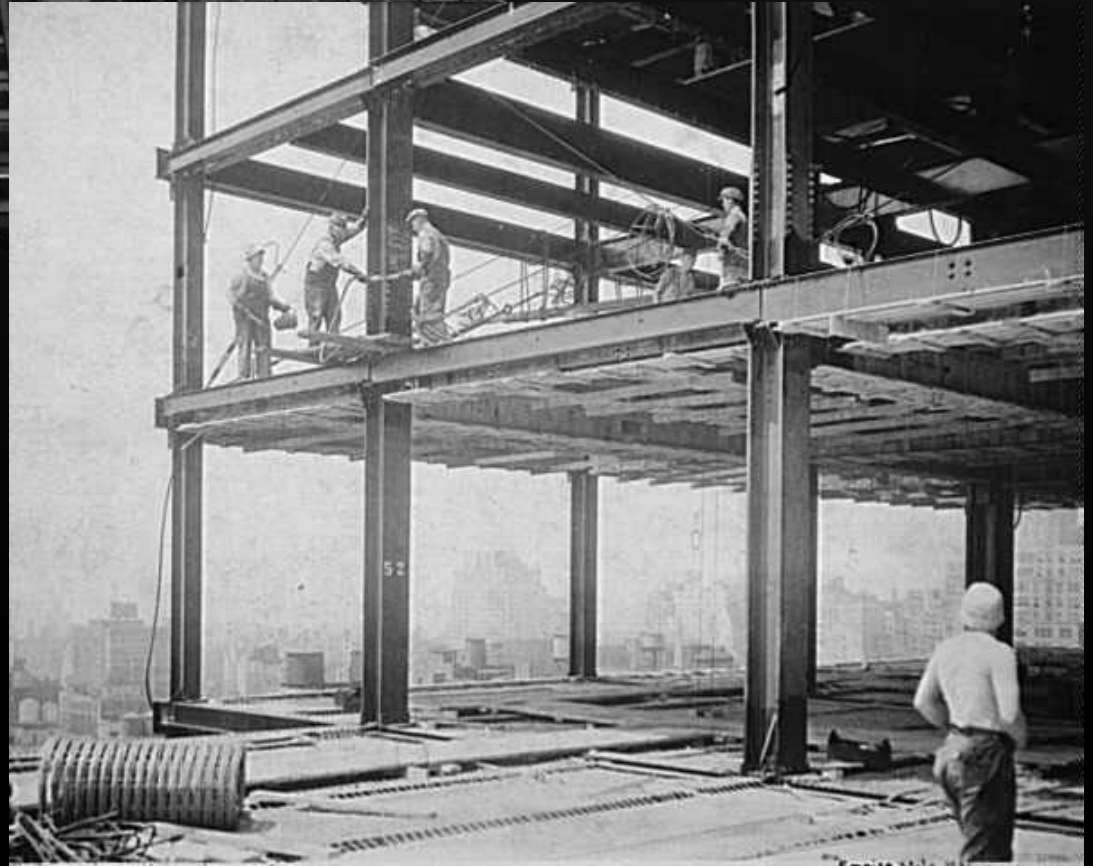


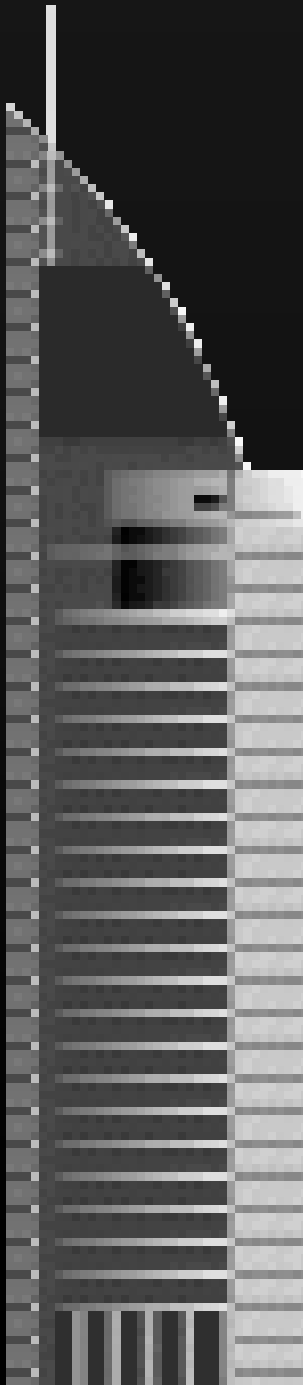
Sucesos y Sorpresas con Estructuras de Hormigón

Paulo Helene









**Torre de Tele-
comunicaciones
ANTEL**

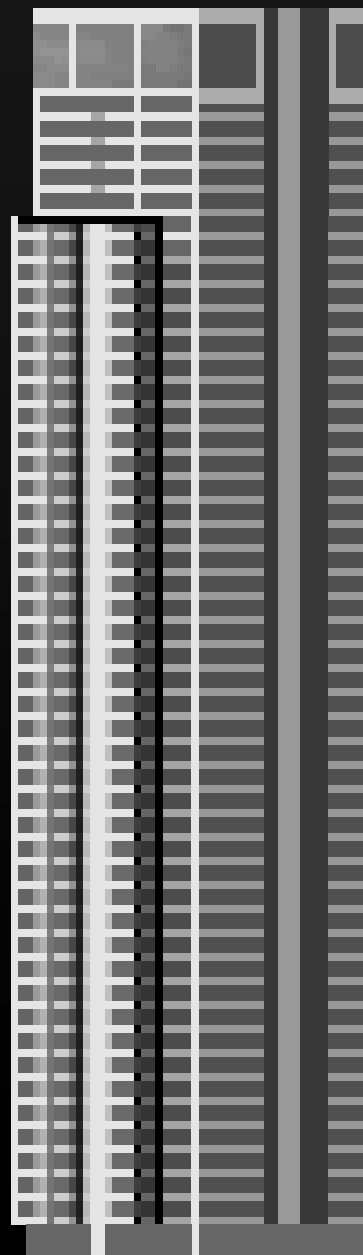
Montevideo

Uruguay

2002

34 pisos oficinas

160m



**Torre Le Parc
Buenos Aires**

Argentina

1996

50 pisos

vivienda

160m



Puente “Leonel Viera”, Punta del Este

1962











Puente Fray Bentos
Puerto Unzué
Alberto Ponce
1976
220m luz
Record mundial



Cartagena de Indias





Colonia del Sacramento

1680

**Puerta del Campo o
Puerta de la Ciudadela**







**Construir con
Materiales
Resistentes y
Durables**

**EL CONCEPTO
DE CONSTRUIR
CON
DURABILIDAD
EXISTE EN LAS
OBRAS DESDE
LA
ANTIGUEDAD**

**Pártenon, 440 aC
“siglo de Péricles”**



**Arquitetos Ictinos de Mileto
e Calícrates (*escultor Fídias*)**



**QUANDO
APARECE ÉL
HORMIGÓN POR
PRIMERA VEZ ?**



Domo do Panteon → Siglo II dC

Diámetro de 47m

- árido liviano de piedra pomez y encofrado de bronce (casetones)
- hormigón primitivo
- 1630 Urbano VIII → Arq. Bernini → baldaquino papal en el transepto de la Basílica de San Pedro
- hormigón visto mas antiguo



Domo del Panteon → Siglo II dC

Diámetro de 47m



**QUANDO FUE
RECONOCIDA LA
PROFESIÓN DE
ARQUITECTO e
INGENIERO CIVIL POR
PRIMERA VEZ ?**

Arquitecto y médico Imhotep

2790 A C



Pirámide escalonada de Djeser

Piramide de Queóps

146 m



Egito

2580 A.C.

**La CONSTRUCCIÓN
ESTÁ en el PRIMER
CÓDIGO CIVIL de la
HUMANIDAD**

“Durabilidad!”



Código de Leyes de Hammurabi (1780 a.C.)

Rey de Babilonia

Una copia fue grabada en un bloque de roca diorito nigro con 2,4m de altura conteniendo 282 artículos

Código de Leyes de Hammurabi

Artículos 229 a 233 → obras

229. Quando una casa o parte de ella colapsa y mata el propietario, el constructor debe morir;

230. Quando una casa o parte de ella colapsar y matar él hijo del propietario, él hijo del constructor deve morir;

231....

232.....

233....

Genesis, 11.4

O Povo de Deus disse:

**“ Vamos construir uma cidade e uma Torre
que alcance o Paraíso e deixe gravado
nosso nome na história antes de que
sejamos espalhados por toda a face da
Terra”**

Torre de Babel

Iraque
580 AC



*Piramide de
Kukulcán
Chichen Itza*



México 1100 – 1300 d. C.

Catedral de Notre Dame



1163-1330

La bóveda de la nave central → 35 m de altura

“Gustave Eiffel”

1884 → Estatua de la Libertad

1889 → Torre Eiffel



46m

**(5a+2a)
60t
pintura**

2204 → 6.230.050 visitantes



312m

**Donde están los
edificios de
Oficinas y
Viviendas ?**

Que pasó?

➤ **1888 → Leroy Buffington USA,
esqueleto reticular**

➤ **1853 → Otis, elevador seguro,
1889 → 1º elevador elétrico em
NY**

**El inicio de los rascacielos en la
edad contemporánea fue en
1890-1891 con la construcción
del edificio Wainwright con 42m
St. Louis, USA.**

Conocido Escuela de Chicago

Projectista

Arquiteto Louis Henry Sullivan

SIGLO XX
1900

**APARECE UN
NUEVO MATERIAL**

Hormigón Armado
Concreto Armado

Montevideo





1929

**Edifício
Martinelli**
São Paulo
1929
30 pisos
Altura 109m
**Rua Líbero
Badaró**
 $f_{ck} = 13,5 \text{ MPa}$



2005



Rascacielos Kavanagh

Buenos Aires

1935

32 pisos

Altura 120m

$f_{ck} = 13,5 \text{ MPa}$

Torre Parque Central Caracas, Ve

**1984
altura 221m
56 andares**



**Ibero America
Record
35MPa**

Ings

M. Paparoni & S. Oloma

Arqs

Enrique Siso & Daniel Shaw



Palacio Salvo
Montevideo

27 pisos

Uruguay 1928

Altura 103 m

$f_{ck} = ?$

record mundial

En aquellos tiempos se creía que...

**LOS PROBLEMAS DE CORROSIÓN
Y DURABILIDAD ESTABAN
ACABADOS Y RESUELTOS
DEFINITIVAMENTE
PUES EL ACERO SERIA
PROTEGIDO “ETERNAME”
POR EL HORMIGÓN**



Lina Bo Bardi

MASP Museu de Arte São Paulo 1968





Palacio de la Luz

Montevideo

Uruguay

1946-59

**Roman
Fresnedo Siri**



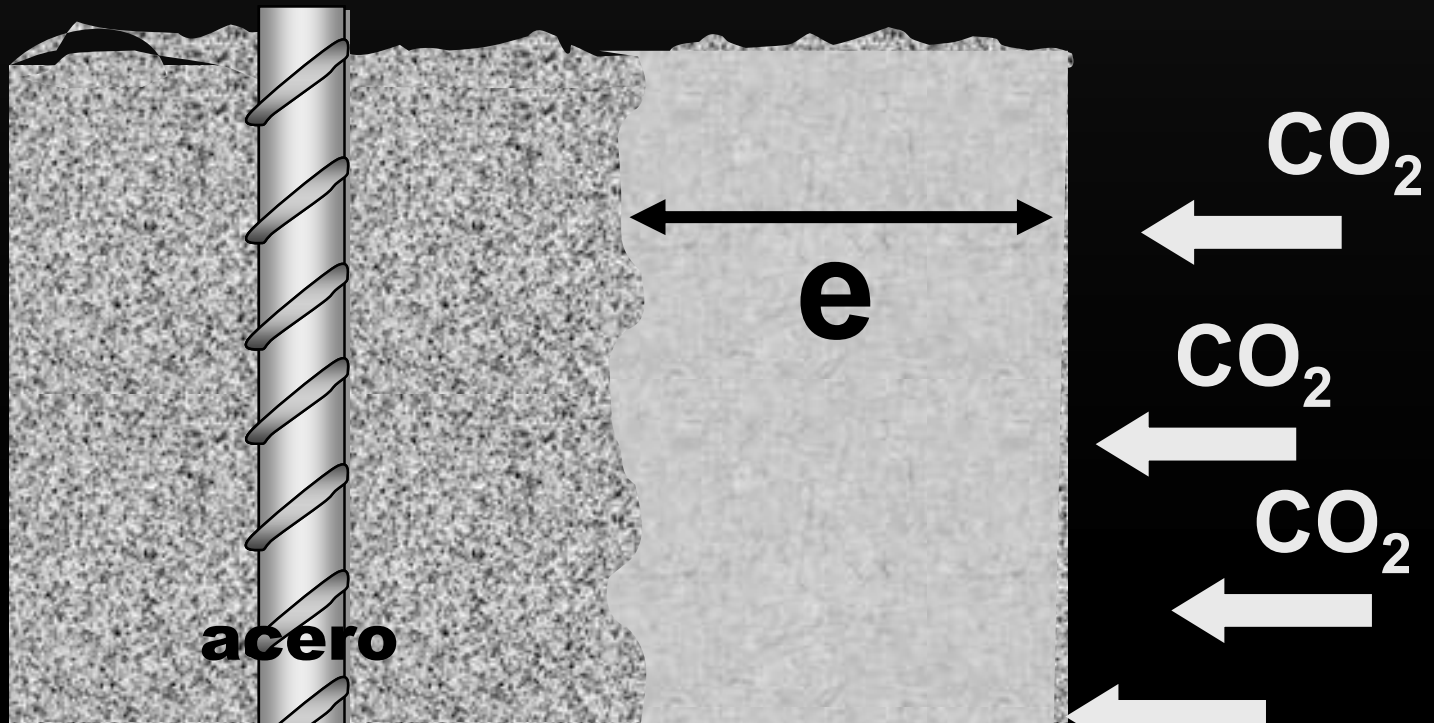


**Column
Estructural**

**“Como pueden
ser más
Durables?”**

Carbonatación

$$e = k \bullet \sqrt{t} \quad (\text{cm})$$



Carbonatación

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$$

$$e = 1,0 \text{ cm} \rightarrow t = 10 \text{ años}$$

$$e = 2,5 \text{ cm} \rightarrow t = 60 \text{ años}$$

$$e = 4,0 \text{ cm} \rightarrow t = 160 \text{ años}$$

Carbonatación

$$e = 2,0 \text{ cm}$$

$$f_{ck} = 15 \text{ MPa} \rightarrow t = 8 \text{ años}$$

$$f_{ck} = 50 \text{ MPa} \rightarrow t = 350 \text{ años}$$

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa} \rightarrow t = 38 \text{ años}$$



**Centro
Empresarial
Nações
Unidas**

Torre Norte

**São Paulo
1997**

Altura 179 m

$f_{ck} = 50\text{MPa}$

250 anos de garantia.

Quem precisa de segurança, tem certeza e competência, precisa da Engemix. Como a M&A Engenharia Preciosa, quando foi realizada a concretagem do pilar central da Torre Norte do Centro Empresarial Nações Unidas, um bloco de 25m x 34m x 4m, correspondente a 2.624 m³ de concreto, lançado em 23 horas consecutivas. Com a utilização de 300 toneladas de gás para controlar a temperatura do concreto, volume equivalente a um colberg de 4m x 4m x 24m. Ou quando a Construtora Azeite Preciosa, para a execução da estrutura da mesma obra, um prédio de 30 pavimentos e 150 metros, a mais alta de São Paulo, com 26.000 m³ de CAD, o concreto de alto desempenho. Estrutura que hoje está sendo reconhecida por especialistas e técnicos como um dos grandes exemplos de aplicação do CAD, a mais nova tecnologia em sistemas de concretagem, mesmo no TP Médio. E a mais segura de CAD do Brasil, e não deverá apresentar qualquer tipo de problema pelos próximos 250 anos, ou até 2040, segundo pesquisas e estudos realizados por consultores e técnicos especializados para o desenvolvimento e aplicação de métodos inovadores.



É na construção do núcleo do mesmo bloco, o recorde brasileiro de bombeamento de concreto em altura 156 metros.

Em menos de 4 horas, foram bombeados quase 30 m³ de concreto Fox 30 Mix. Bombas de lançamento de concreto que suportaram carga de 3 m³ de concreto na série de lançamento, equivalente a 7,5 toneladas.



O resultado é que, hoje, o Centro Empresarial Nações Unidas é também uma verdadeira obra de Engenharia de Concretagem Brasileira. E as soluções propostas pela Concretos e Concretos se fazem presentes graças à experiência e à competência da Engemix. Que garante ao empreendimento não apenas redução de custos, mas também diminuição do tempo de concretagem, preservação das propriedades dos aglomerados, redução da fissuração do concreto na fissuração, otimização da resistência e da durabilidade do concreto na obra.

Quem precisa de solução segura em concretagem, não come Azeite, Chama a Engemix.



CONCRETO
ENGEMIX

**“Como pueden
ser más
Resistentes?”**

OTRO EDIFICIO de Madrid en el que se estaban llevando a cabo trabajos de reforma se vino abajo ayer y causó la muerte a dos albañiles. El suceso se produjo sólo cinco días después de que otra persona falleciera al derrumbarse un inmueble. Los primeros indicios apuntan a las intensas lluvias como causa del siniestro

ABC MADRID

Dos muertos al derrumbarse el segundo edificio en Madrid en cinco días



La fachada del edificio siniestrado y una interpretación gráfica del interior del inmueble, que se desplomó causando la muerte a dos albañiles

Chema Barroso/Carlos Agui



Daniel G. López

El derrumbe del edificio de Gaztambide causó una víctima mortal

MARTES 13 de Marzo de 2001

ABC Madrid

En los últimos 26 años han fallecido 33 personas a consecuencia de derrumbes de inmuebles, cornisas, marquesinas y muros en Madrid.



Edifício

Palace II

**Rio de
Janeiro**

1996

25 pisos

Edifício Areia Branca

Recife, 2004





ED APEIA BRANCA 2052





**“Otro triste
Accidente...
Inolvidable !! ”**

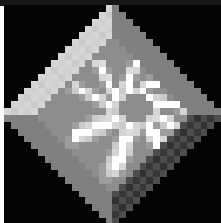


September 11, 2001

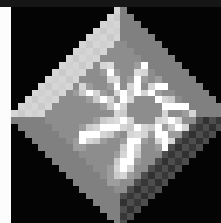
Y AL CUMPLIRSE EL
**35 ANIVERSARIO DE
MORTADELO Y FILE-
MÓN**, LOS DE EDICIONES
B DECIDIERON REGALARLE
AL FRECLARO AUTOR, (PRE-
CLARO SOBRE TODO POR EL
LADO DEL GRÁFICO), UNA ES-
TATUILLA CON SU EGREGIA
EFIGIE. LÁSTIMA QUE EL ES-
CULTOR CONFUNDIO LAS ME-
DIDAS, TOMÓ POR METROS
LO QUE ERAN CENTÍMETROS,
Y EL AUTOR ESE NO PUDO
COLOCARLO EN LA MEJILLA
DE SU ESTUDIO, POR LO
QUE SE LE BUSCÓ OTRA
UBICACIÓN PARA MOFA Y
PITORREO DE LAS GENERA-
CIONES VENIDERAS... ¡Y
QUE USTED TAMBIÉN LO
VEA!



PUES USTED
DIRA LO QUE QUIERA,
PERO YO CREO QUE NO
DEBÍO EMPERRARME EN
SOLTAR SU DISCURSILLO
DE AGRADECIMIENTO
SUBIDO EN LO ALTO DE
LA SALCHICHA... ¡Y
MENOS CON EL VENTA-
RRÓN QUE CORRÍA
POR ALLÁ.
OIGA!



aimpacto na torre.exe



avião e a torre.exe

FEMA

Federal Emergency Management Agency

www.fema.gov

NIST

National Institute of Standards and Technology

wtc.nist.gov

Port Authority of New York

NYC Building Code

6.000 fotos

185 fotógrafos

150h de vídeo

15.000 p. depoimentos

17.000 ocupantes

8.500 cada (99% de abajo salieron)

93% nunca usaron escalera

WTC 1 → 1560; WTC 2 → 599

bomberos → 433

WTC 1 → 103 min

WTC 2 → 56 min

WTC 7 → 5h

Proyecto WTC 1 e 2 → 1964

impacto boeing 707 a 960 km/h

sin incendio

1,25cm revoque projectado → hoy es 5cm

inovador sin ensayos

NYC Building Code adoptaba 1h → hoy 3h

Resistencia e Estabilidad

- **medidas indicaron que el impacto del Boeing 767-200ER sometió al edificio a vibraciones semejantes a las de un terremoto de índice 2,4**
- **esa vibración inducida, ha tenido una amplitud del orden de la mitad de la máxima considerada por el efecto del viento**
- **período de oscilación fue equivalente al periodo de oscilación de todo el edificio**

Las Peores Consecuencias del Impacto

- **despegue protección térmica**
- **queda comprometido el sprinkler**
 - **queda comprometido el
abastecimiento agua**
- **diseminación de combustible**
 - **aumento de la ventilación**

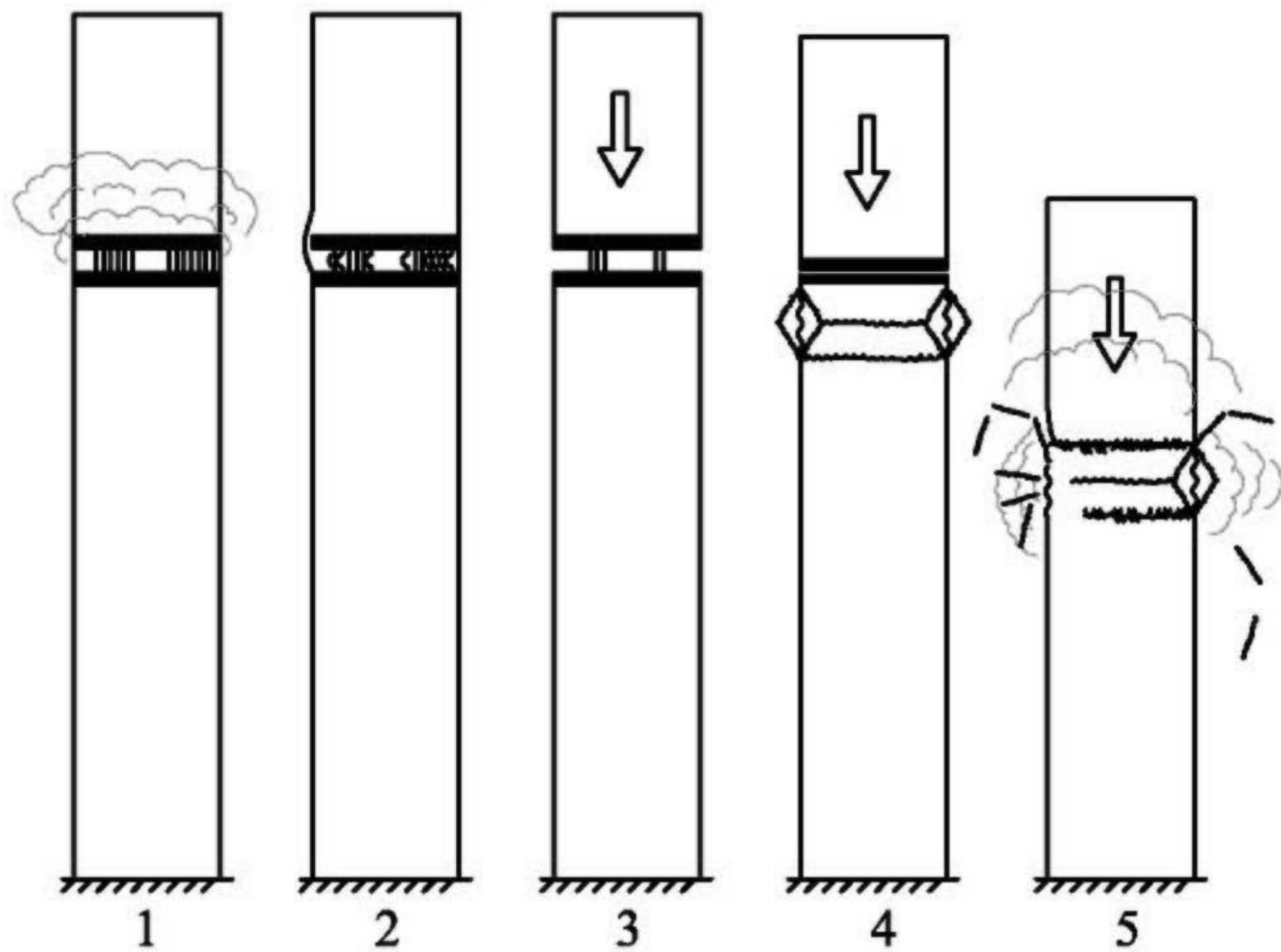


Fig. 1

ESTRUTURAS DE HORMIGÓN

*Resistencia a incendio
y
altas temperaturas*

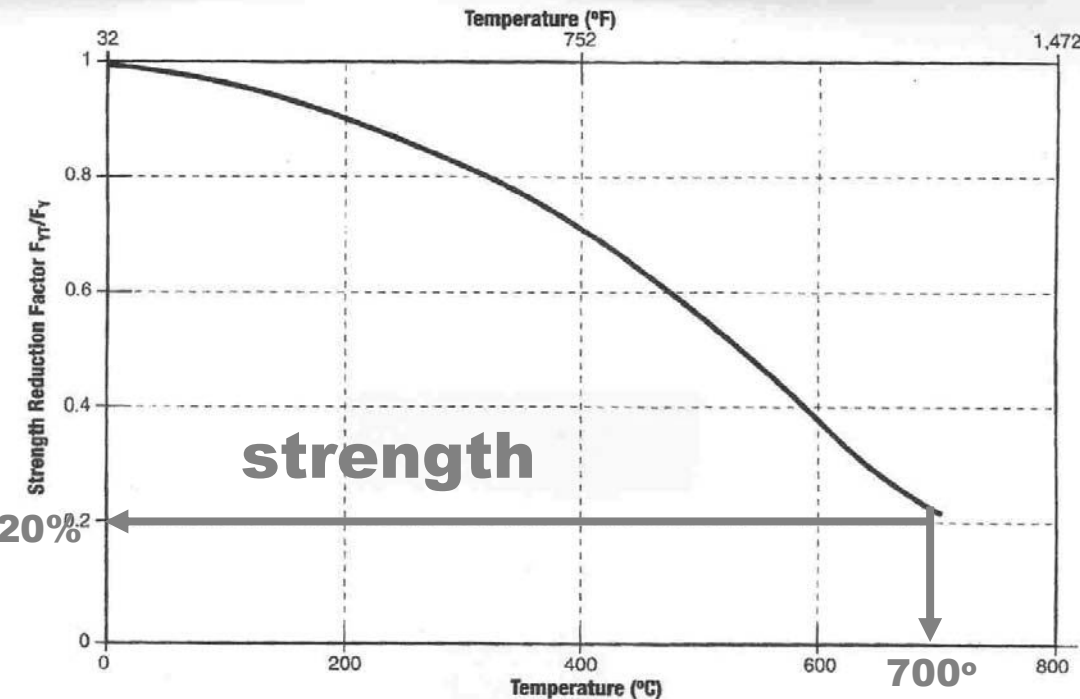


Figure A-6 Strength of steel at elevated temperatures (Lie 1992).

estructuras
metálicas

estructuras
de hormigón

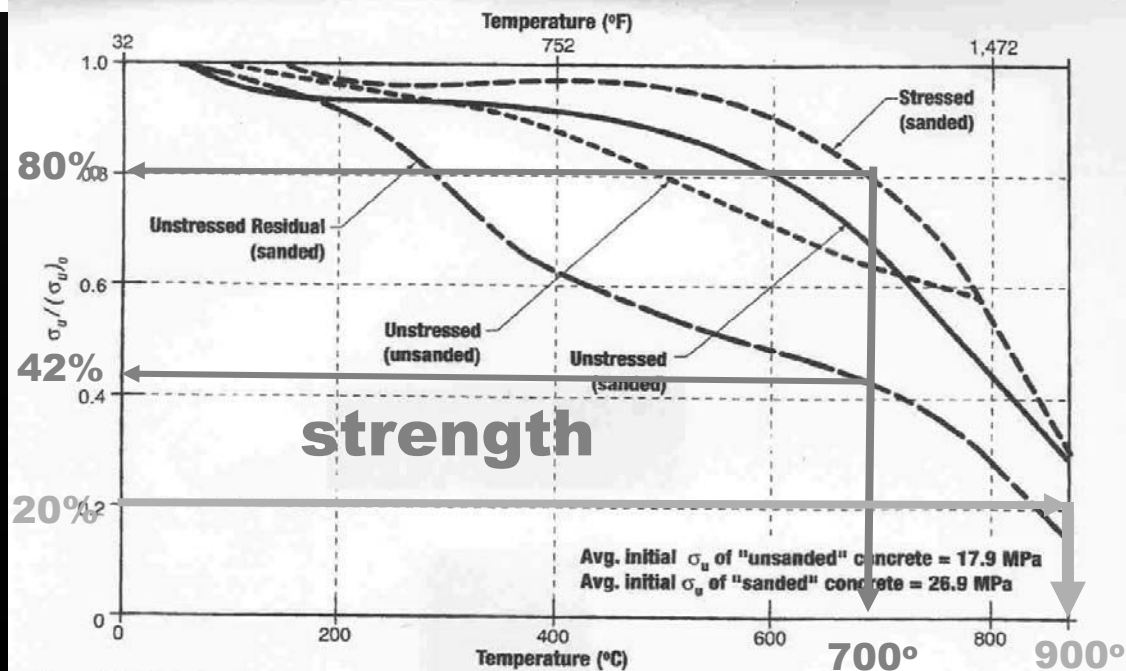
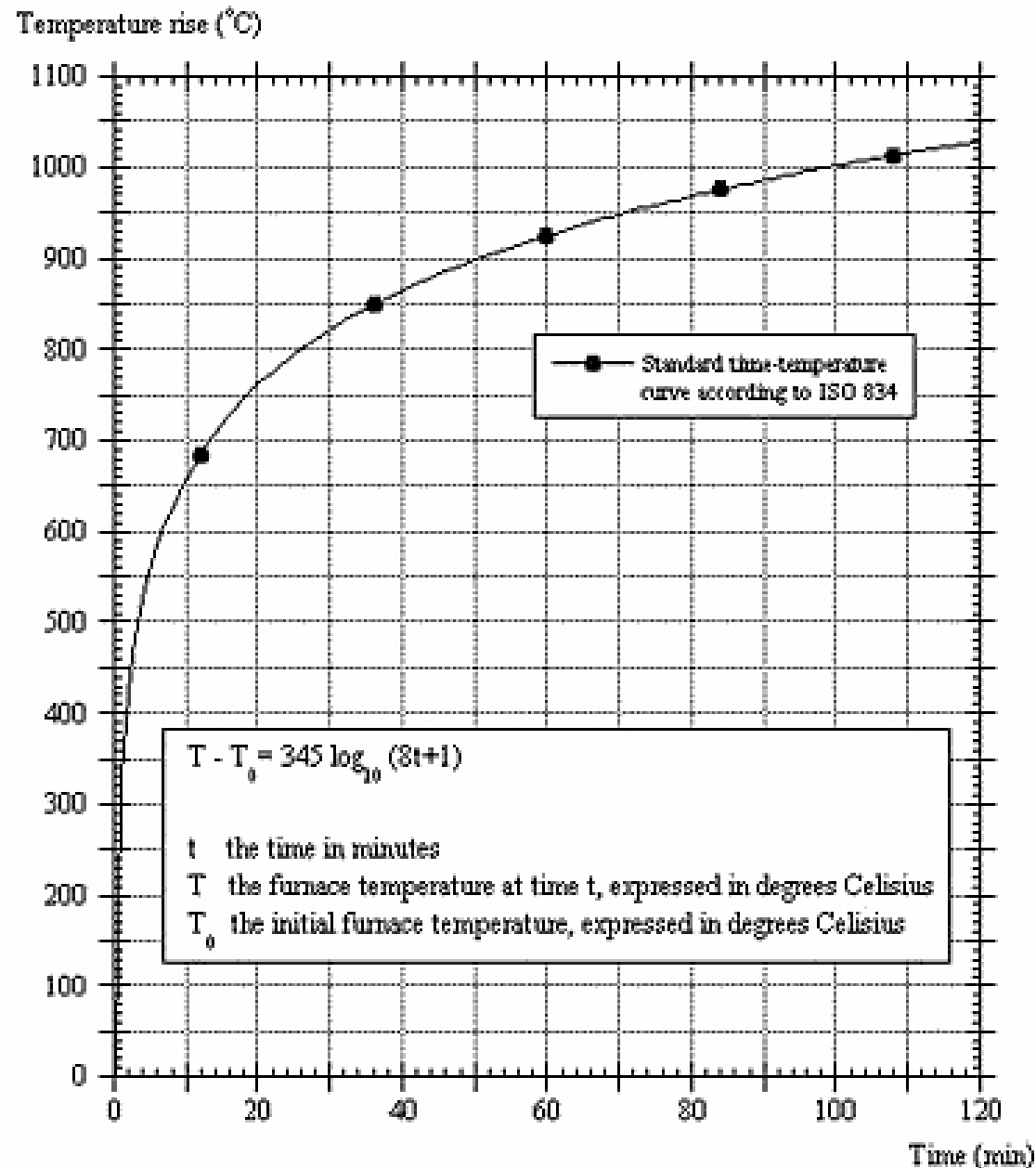


Figure A-12 Reduction of the compressive strength of two lightweight concretes (one with natural sand) at elevated temperatures (Korur and Hermathy 2002).

Crecimiento de la Temperatura ASTM E 119

The standard time-temperature curve



Distribución de la temperatura en los perfiles metálicos

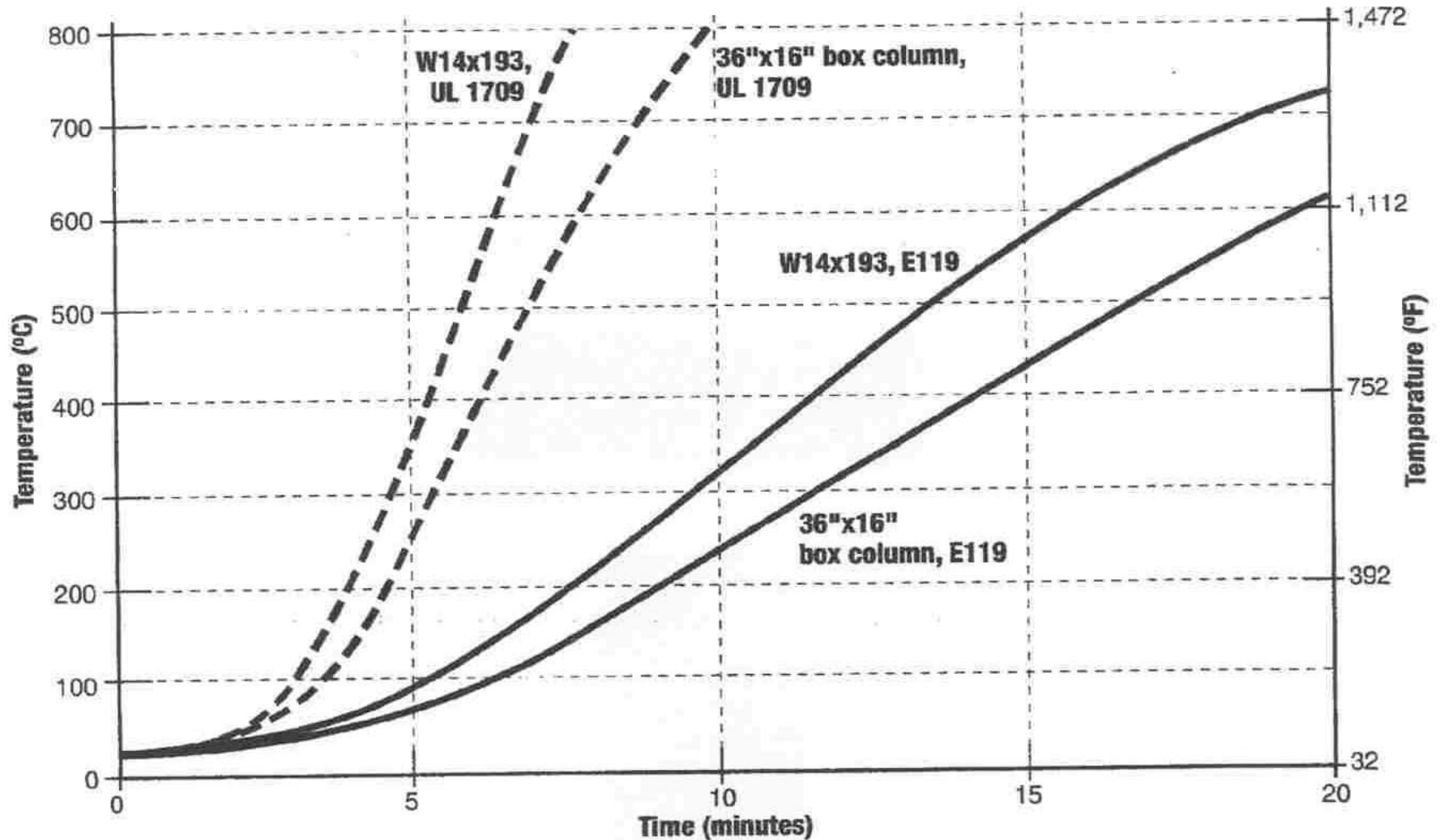


Figure A-9 Steel temperature rise due to fire exposure for unprotected steel column.

Distribución de las temperaturas en una columna de hormigón de 50x50cm

Polivka &
Wilson
UC, 1976
Berkeley

Calmon &
Claudio
UFES,
2002
Vitória

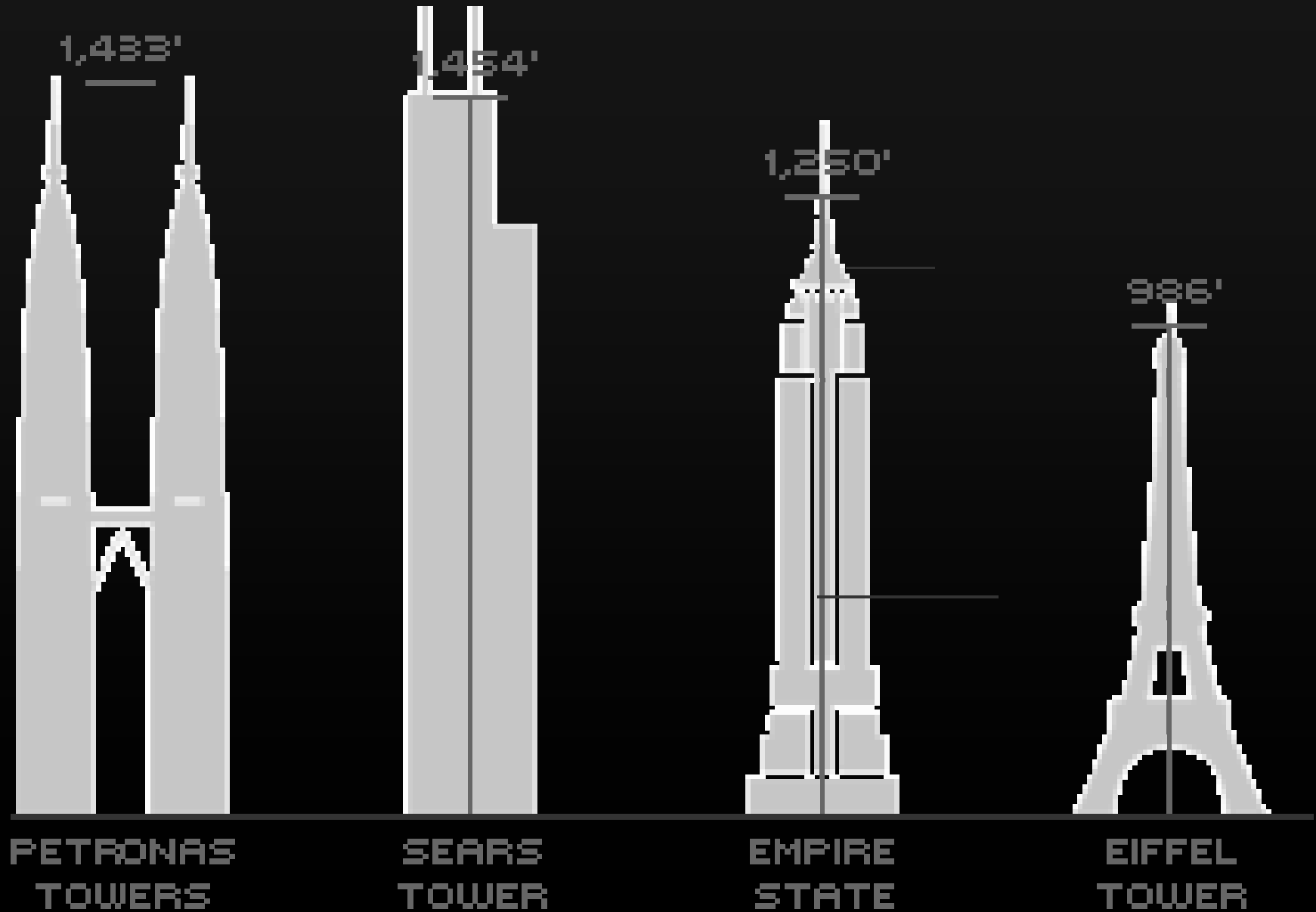
Bazant &
Kaplan
Logman,
1996

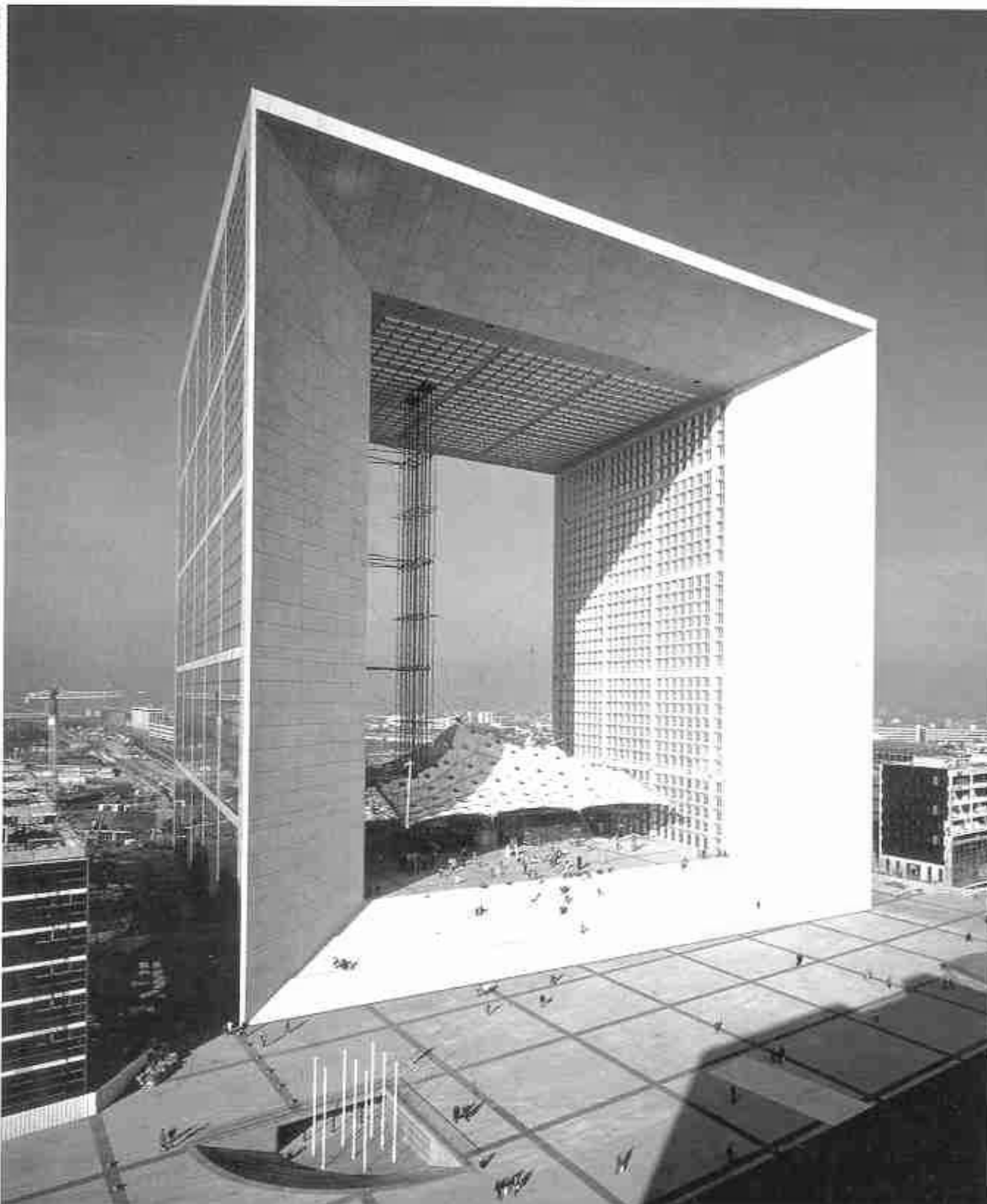


**HIGH
PERFORMANCE
CONCRETE**

Concrete
see

World Highest Towers





Grand Arch

La Defense

Paris

França 1990

$f_{ck} = 60 \text{ MPa}$

**“high-tech
style”**

Melhoria arquitetônica

Concreto aparente, grandes vãos

Bruno Contarini



Oscar Niemeyer

Superior Tribunal de Justiça

Mário Franco

UNIQUE
Hotel SP
 $f_k = 50\text{MPa}$
2002

Ruy Othake





**Considerado
por la prensa
francesa
una de
las 7
maravillas
de 2003**





Petronas Towers

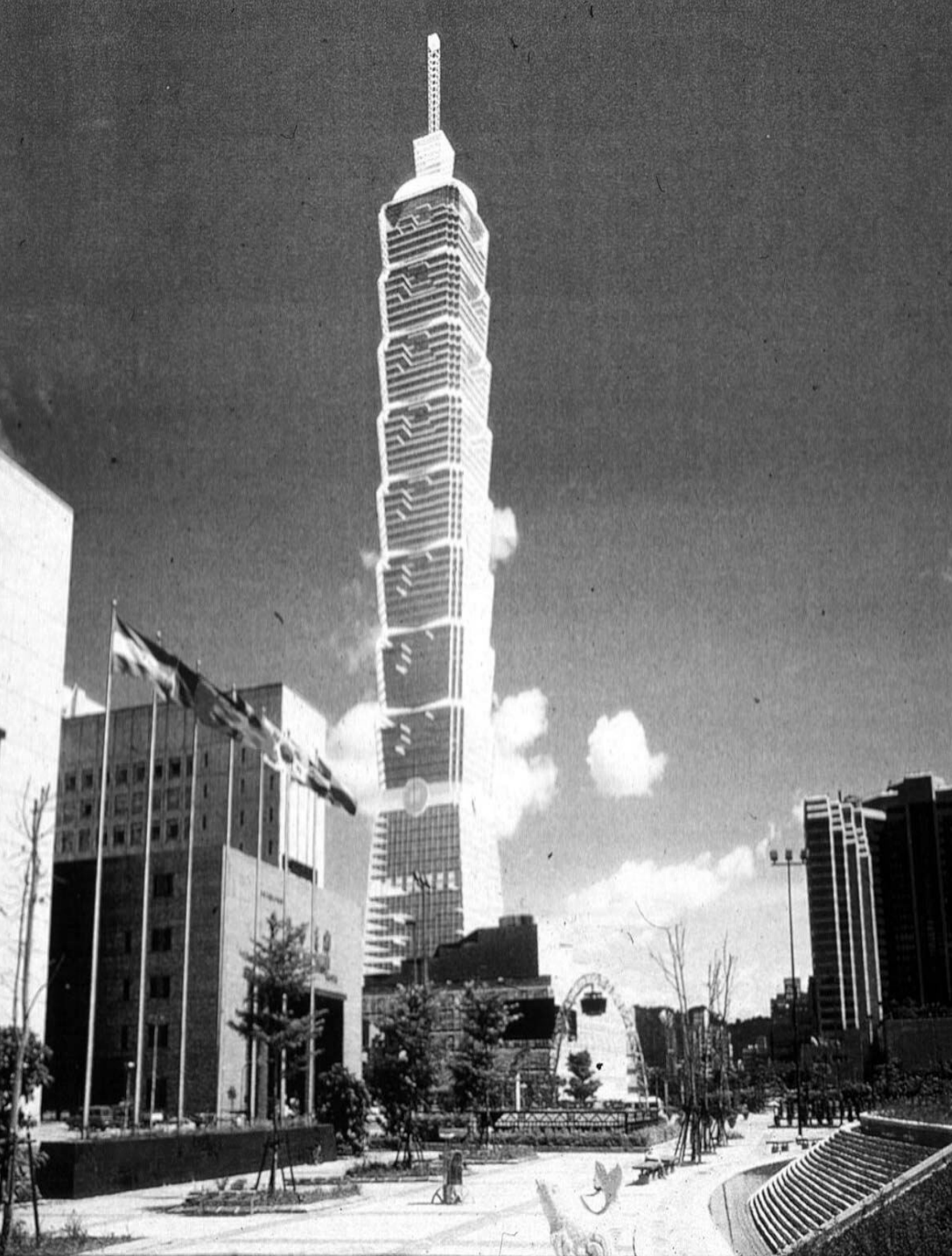
Kuala Lumpur

Malásia 1999

Altura 452 m

$f_{ck} = 80 \text{ MPa}$

record mundial



TAIPEI 101

Shangai World Financial Center

Taiwan China

Altura 508m

$f_{ck} = 80 \text{ MPa}$

record mundial

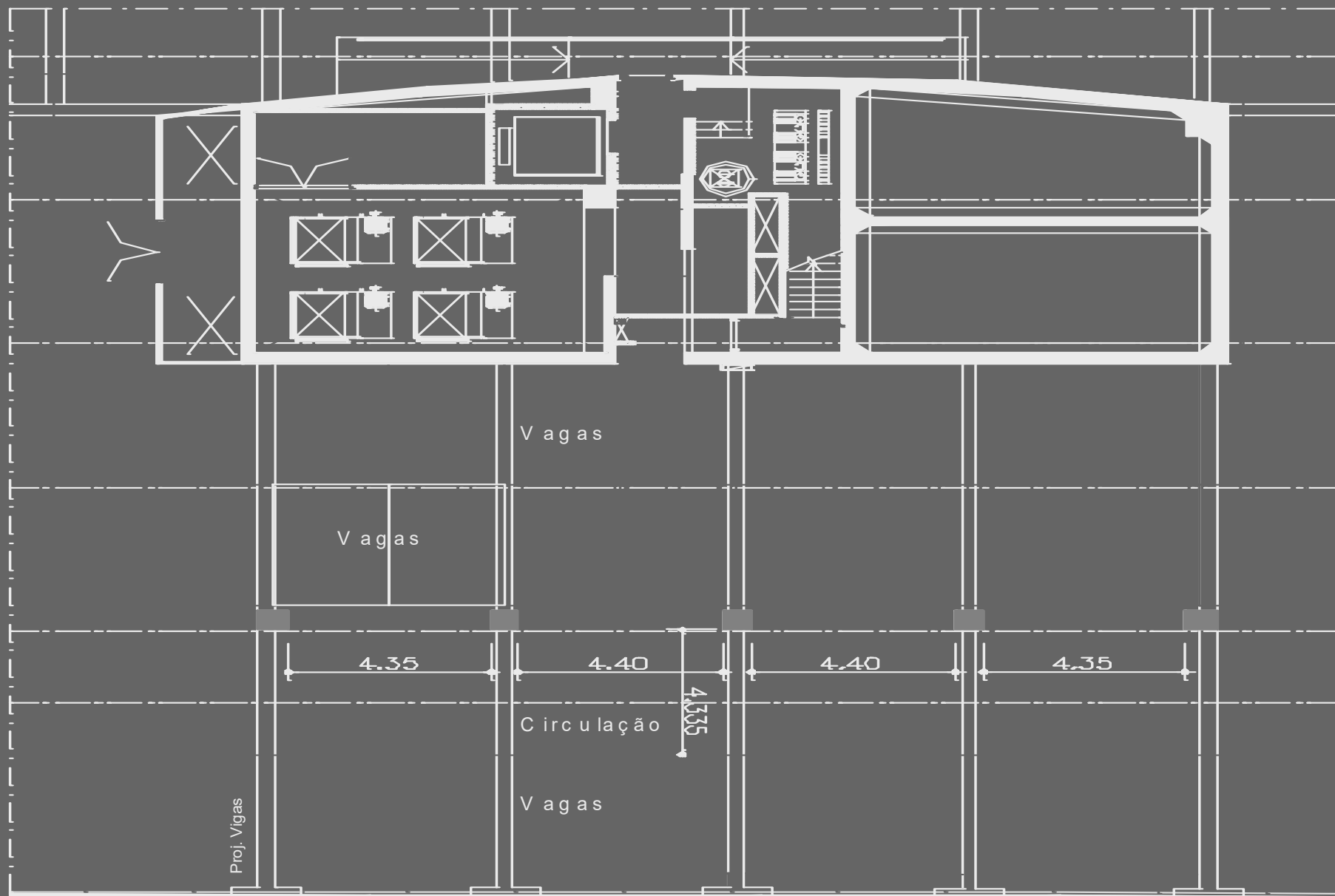
e-Tower



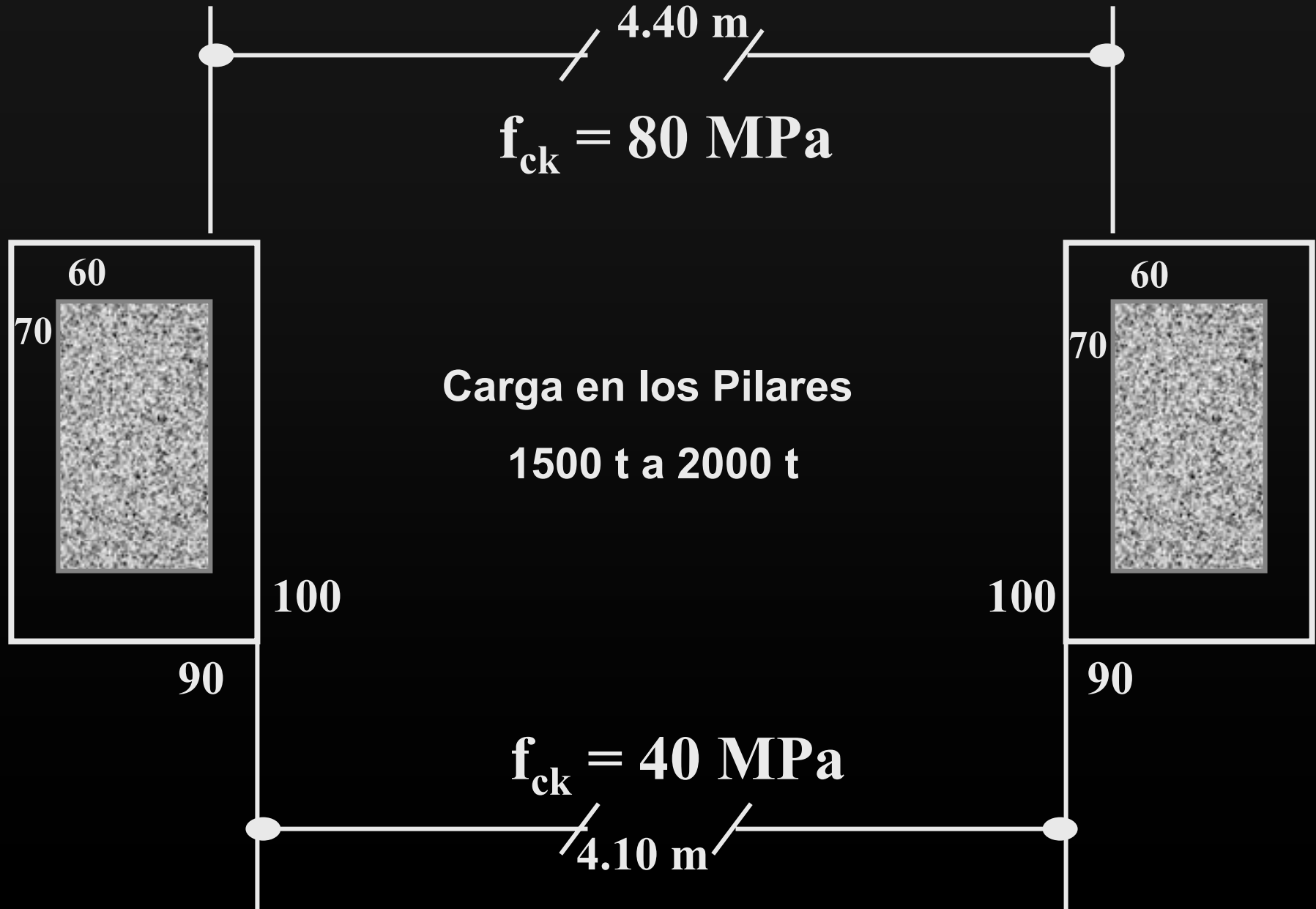
- ♦ **Edifício e-Tower SP**
- ♦ **42 pisos**
- ♦ **Helipuerto**
- ♦ **Piscina semi-olímpica**
- ♦ **Académia de ginástica**
- ♦ **2 restaurantes**
- ♦ **hormigón coloreado**
- ♦ **f_{ck} pilares = 80 MPa**



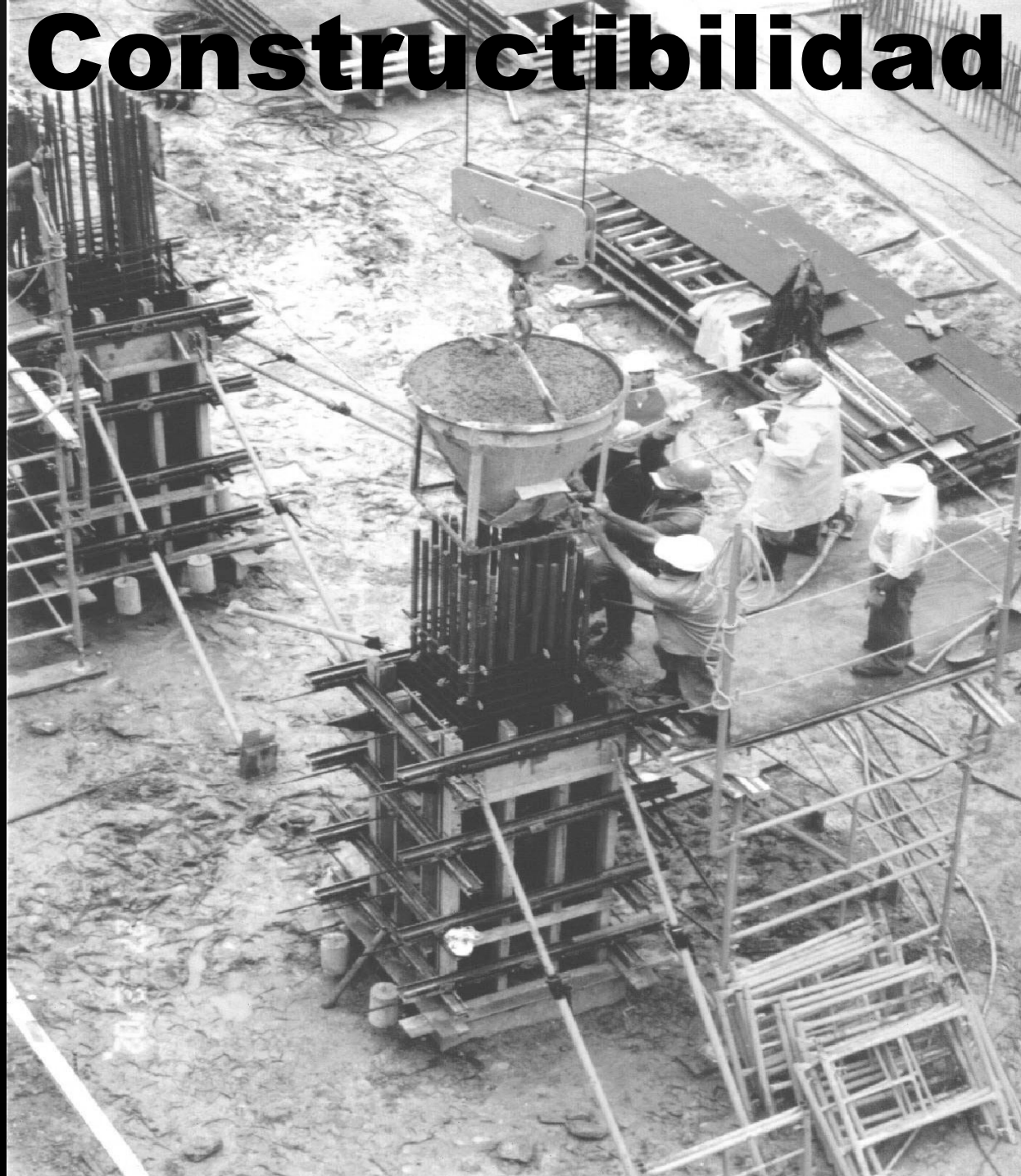
Projecto (*e-Tower*)



Proyecto (*e-Tower*)



Constructibilidad





Resistencia a Compresión

Lote	Local	f_{ck} (MPa)	exemplar	Média	Desvio padrão	Coef. Variação	fck est
1	4º SS	80	4	142,6	7,0	5%	133
2	3º SS	80	4	127,0	5,0	4%	122
3	2º SS	80	4	124,6	7,5	6%	119
4	1º SS	80	4	126,6	5,5	5%	120
5	Térreo	80	8	128,4	7,5	6%	123
6	1º pavimento	80	7	127,4	7,9	6%	110
7	2º pavimento	80	4	125,4	7,1	6%	118
Desvio padrão y coef. de variación media ponderado					7,0	5,5	112

Claim ID: 22678

Membership Number: 22322

Thursday, May 16, 2002

Thank you for sending us the details of your recent record proposal for 'Best concrete resistance in a building'. After having examined the information you sent, and given full consideration to your proposal, I am afraid we do think that this item is a little too specialised for a body of reference as general as ours.

We receive many thousands of record claims every year and we think you will appreciate that we are bound to favour those which reflect the greatest interest.

Yours sincerely,

**Scott Christie
Records Research Services
Guinness World Records**

Dear Paulo,

I have appreciated to read your letter and description of your very high concrete strength achieved in the very beautiful high rise.

At this stage fib is not really focused on selecting and documenting "World Records" in concrete, concrete structures, height of buildings or free spans of bridges.

However, we have full confidence and trust in the documentation prepared and presented by you.

Therefore, I really would recommend you to write a well documented technical paper for the fib Magazine "Structural Concrete" that could be one very relevant place to publish this fascinating story.

**Steen Rostam
fib (CEB-FIP)**

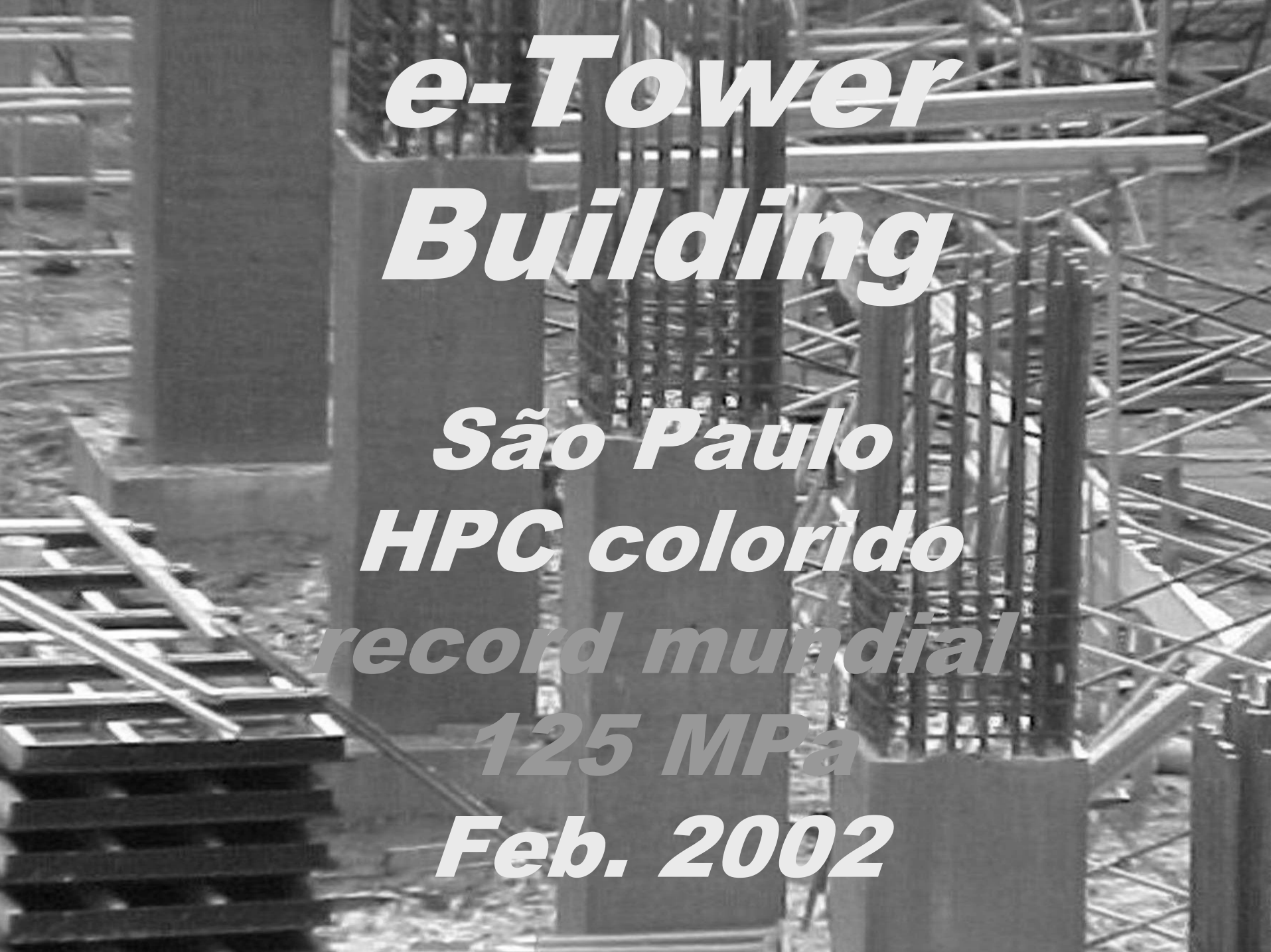
Paulo:

I have received your letter regarding the high-strength concrete record.

You have certainly gotten into HSC in a very big way!

We can discuss later which can be the best way....

**Terry
ACI President**



e-Tower Building

***São Paulo
HPC colorido
record mundial
125 MPa
Feb. 2002***

*Vida Útil
de 980 años!*

Sustanaible Development

“Increasing service life of concrete structures we can preserve the natural resources.

If we develop the design and construction ability we can get concrete structures with **500 years** service life. Doing this we can multiply by ten our productivity which means preserve the 90% of them”

Kumar Mehta

Reducing the Environmental Impact of Concrete
Concrete International. ACI, v.23, n. 10, Oct. 2001. p.61-66

***Los Arquitectos y los Ingenieros
construyen los marcos de
pujanza, de grandeza, de
desarrollo y de poder
de las civilizaciones.***

***Traduzen su história,
sus sueños e ideales en
majestosas y durábles obras
que elevan la auto estima
de su gente.***



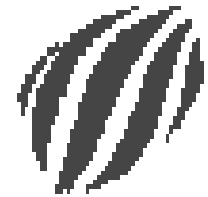
***HPC es una de las más
grandes oportunidades
actuales de rescatar esa
importancia y vocación de
la arquitectura y de la
ingeniería de IberoAmerica***

2 8 2002

Muchas Gracias!



En especial



Concrexur S.A.

Muchas FELICIDADES!

Al

Ing. Carlos Staff

**por sus 20 años de colaboración, y
comprometimiento con la Ingeniería y la
Tecnología del Hormigón**