



Sobre el Arte de Proyectar y Construir Estructuras

Paulo Helene

Presidente ALCONPAT

Diretor PhD Engenharia

Diretor Conselheiro IBRACON

Prof. Titular Universidade de São Paulo USP

fib (CEB-FIP) member of Model Code for Service Life

Hotel Vista Real
Guatemala

15 de Marzo de 2011

1



2



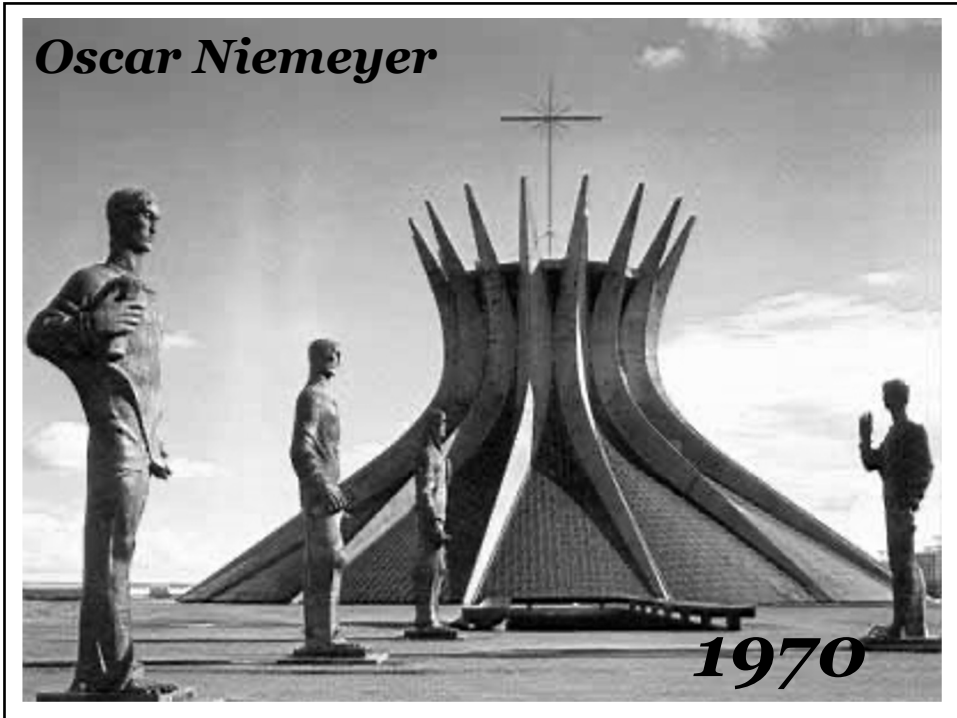
3



4



5



6



7

**Importância de la
“arquitectura & de la
ingeniería civil” para el
desarrollo
de una Nación**

8

Investigación en Concreto

No Canadá, CA → Pierre-Claude Aitcin – Diretor Científico

1989 National Research Council, NRC
NCE 1989 → Network of Centres of Excellence
NCE investe 40 milhões de dólares/ano

Concrete/Béton Canada (1989 → 1999)
Université de Sherbrooke
1,4 milhões de dólares/ano (10 anos)

Entidades integrantes:
11 universidades
15 Instituições Governamentais
5 Entidades
65 Empresas

9

Béton Canada

The mission of Concrete Canada is to position the Canadian construction industry at the leading edge of concrete technology in order to enhance its competitiveness.

Its goal is to develop more durable, high-performance concrete and provides a longer life expectancy for structures, to develop innovative tools for designing new structures and repairing existing structures.

Beton Canada are demonstrating that HPC structures are safe, efficient and cost-effective, and providing direct transfer of technology from the laboratory to industry.

Béton Canada Network assure Canada as world leader in the industry field.

10

CANADA → Networks of Centres of Excellence (14 em 1989, hoje 19)

Advanced Technologies

1. Canadian Network for Space Research
2. Centres of Excellence in Molecular and Interfacial Dynamics
3. Institute for Robotics and Intelligent Systems
4. Micronet - Microelectronic Devices, Circuits and Systems
5. NeuroScience Network

Engineering and Manufacturing

1. Canadian Institute for Telecommunications Research

2. Concrete Canada

3. Mechanical Wood-Pulps Network

Health, Human Development and Biotechnology

1. Canadian Ageing Research Network
2. Canadian Bacterial Diseases Network
3. Insect Biotech Canada
4. Inspiraplex - Respiratory Health Network of Centres of Excellence
5. Protein Engineering Network

Natural Resources and Environment

1. Ocean Production Enhancement Network

11

NCE Canada Network of Centres of Excellence

Engineering and Manufacturing

1989 a 1999

Concrete / Béton Canada

1995- 2009

Intelligent Sensing for Innovative Structures

ISIS Canada

University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba

12

Pesquisas em Concreto

Nos Estados Unidos, USA → Surendra Shah → Diretor Científico

1989 → National Science Foundation, NSF
ACBM Center for Advanced Cement-based Materials
NorthWestern University
University of Illinois
Purdue University
University of Michigan
National Institute of Standards and Technology

→ WMU, waste material utilization;
→ LCP, life cycle prediction;
→ DHPC, designing for high performance concrete

“Concrete & Science Engineering”

“Cementing the Future” média: 8 artigos por ano

13

ACBM: Worldwide leaders in new technology

ACBM was established in 1989 as a National Science Foundation Science and Technology Center, dedicated to the cement and concrete industries. By focusing on research, education, and technology transfer, ACBM has contributed major advances in the knowledge of cement and concrete materials and their behavior.

Hundreds of students and visiting scholars have participated in research at ACBM and have gone on to careers in industry and academia to continue this important work.

Many companies have adopted and optimized new technologies based on expertise developed through collaborative efforts with ACBM. **Cement Research — Response to a real world need.**

Much of the way we live depends on concrete. Our houses, roads, cities and underground support systems are all structured from this.

14

Investigación en Concreto

Brasil

- 131 grupos de pesquisa cadastrados em concreto na CAPES
- 22% de excelência

Instituto Brasileiro do Concreto IBRACON

Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento

Banco de Teses e Dissertações

“Concreto Brasil”

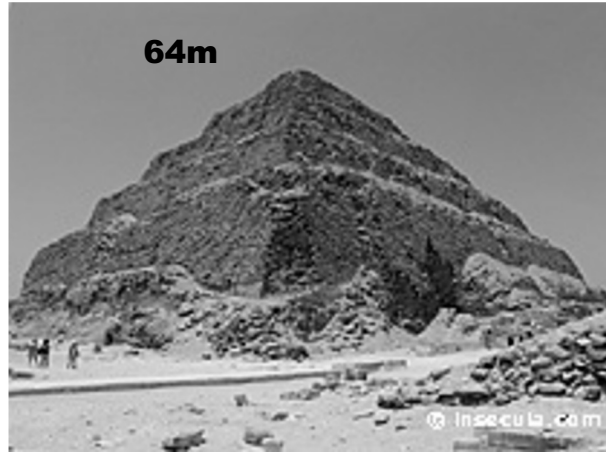
50 Congressos → > 3.000 artigos → práticas recomendadas → livros

15

**CUANDO FUE
RECONOCIDA LA
PROFESIÓN DE
ARQUITECTO POR
PRIMERA VEZ EN LA
HISTÓRIA DE LA
HUMANIDADE ?**

16

**Político, alquimista, primeiro
Arquiteto → Imhotep**



2790 A C

Pirâmide escalonada de Djeser

17



18

I Grande Revolução !

La Arquitectura podia
construir obras duráveis,
majestuosas y de grandes
proporciones.

19



20



21



22



23

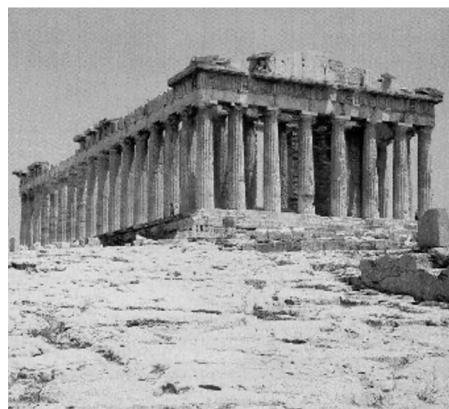
EL CONCEPTO DE CONSTRUIR CON DURABILIDAD EXISTE DESDE LA ANTIGUEDAD

*razão áurea C/L = 1,618
número phi (Phidias)*

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



Parthenon, 440 aC
“século de Péricles”



24

Antigua Guatemala



25

Patrimonio de la Humanidad



26



30

**CUANDO EL CONCRETO
(estructural) HA
APARECIDO POR
PRIMERA VEZ EN LA
HISTÓRIA?**

31

Panteón
de
Roma



32

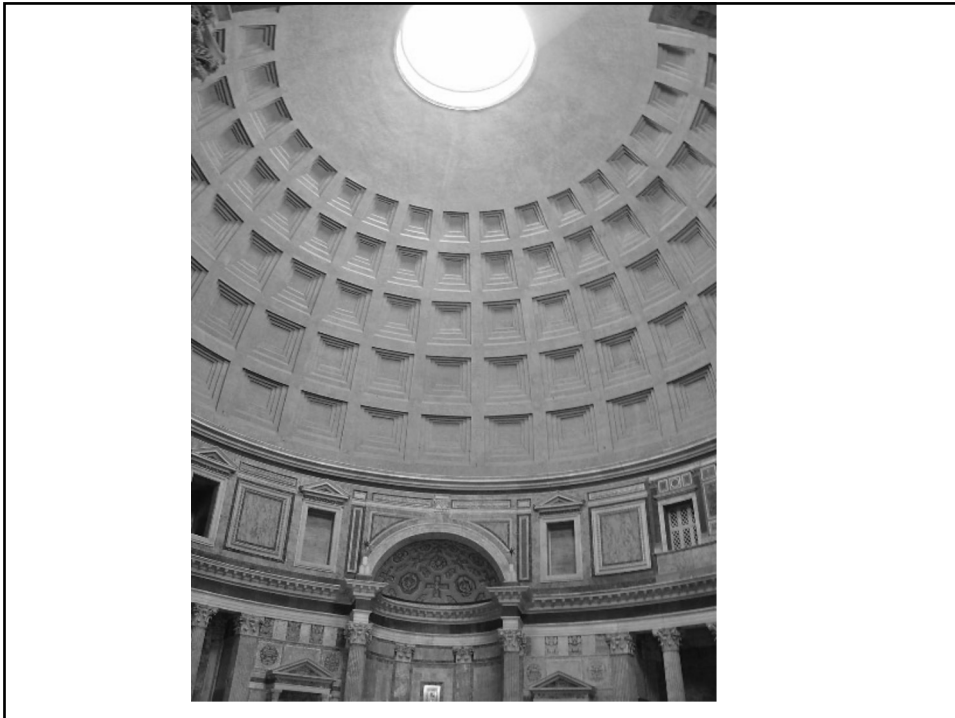


33

Cúpula do Panteão de Roma
Século II dC → Diâmetro de 44m



34



35

Séculos

IV → Estilo Bizantino → Catedral Santa Sophia, Istambul

IX → Estilo Romanico → Abadia Cluny, France

XII-XIV → Estilo Gótico → Catedral Notre Dame, Colonia

XV → Estilo Renacentista

XVII → Estilo Barroco → Catedral São Pedro, Bernini

XVIII → Estilo Neoclasico → Arco do Triunfo , Paris

36

Catedral de Notre Dame



1163-1330

Abóbada da nave central → 35 m de altura

37

Séculos

IV → Estilo Bizantino → Catedral Santa Sophia, Istambul

IX → Estilo Romanico → Abadia Cluny, France

XII-XIV → Estilo Gótico → Catedral Notre Dame, Coloña

XV → Estilo Renacentista

XVII → Estilo Barroco → Catedral San Pedro, Bernini

XVII → Estilo Neoclasico → Arco del Triunfo , Paris

XIX → Estruturas metálicas

38

Primeira Ponte Metálica → 1.779 d.C.

Coalbrookdale Bridge in Telford, Inglaterra

still in use today carrying occasional light transport and pedestrians



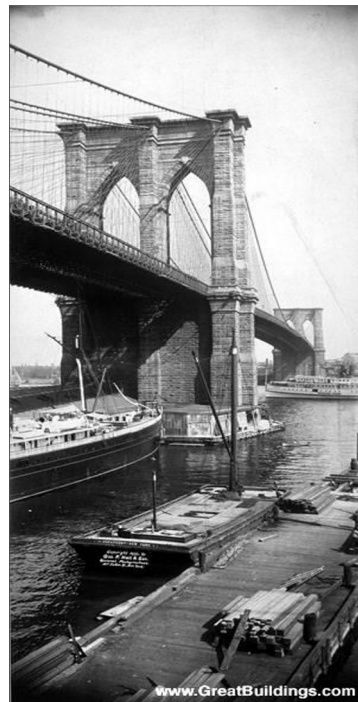
39



Ponte do Brooklin, New York, USA → 1.883
John Augustus Roebling
ponte suspenso com cabos de aço galvanizados

40

Fundações em rocha e alvenaria



41

II Grande Revolución !

La Arquitectura de Estructuras
podia diseñar obras antes
inimaginables, con mucho más
velocidad, seguridad para vencer
grandes vanos y podia construir
en altura como nunca antes.

42



43



44

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

Que pasó?

45



Palácio de Westminster → Houses of Parliament
1.868 dC Big Ben

46

- **1.888 → Leroy Buffington
USA, esqueleto reticular**
- **1.853 → Otis, elevador seguro,
1889 → 1º elevador elétrico em
NY**

47



O início dos arranha-céus foi em 1.890-1.891 com a construção do edifício Wainwright com 42m St. Louis, USA.

Conhecido Escola de Chicago

**Projetista
Arquiteto Louis Henry Sullivan**

48

**SÉCULO “XX”
1892**

**APARECE UN
NUEVO MATERIAL**

Concreto Armado

49

Primeiras Normas sobre Estruturas de Concreto

1903

Suíça

1903

Alemanha

1906

França

1907

Inglaterra

50



51



**Systeme
Hennebique**
Paris, Rue Danton1

7 andares
França 1.901
30m

$f_{ck} = ?$

109 anos !

*edificio em concreto mais
antigo do mundo*

52



Palácio Salvo
Montevideu

27 andares

Uruguai 1925

103m

$f_{ck} = ?$

85 anos !

world record

53



***Edifício
Martinelli***

1929

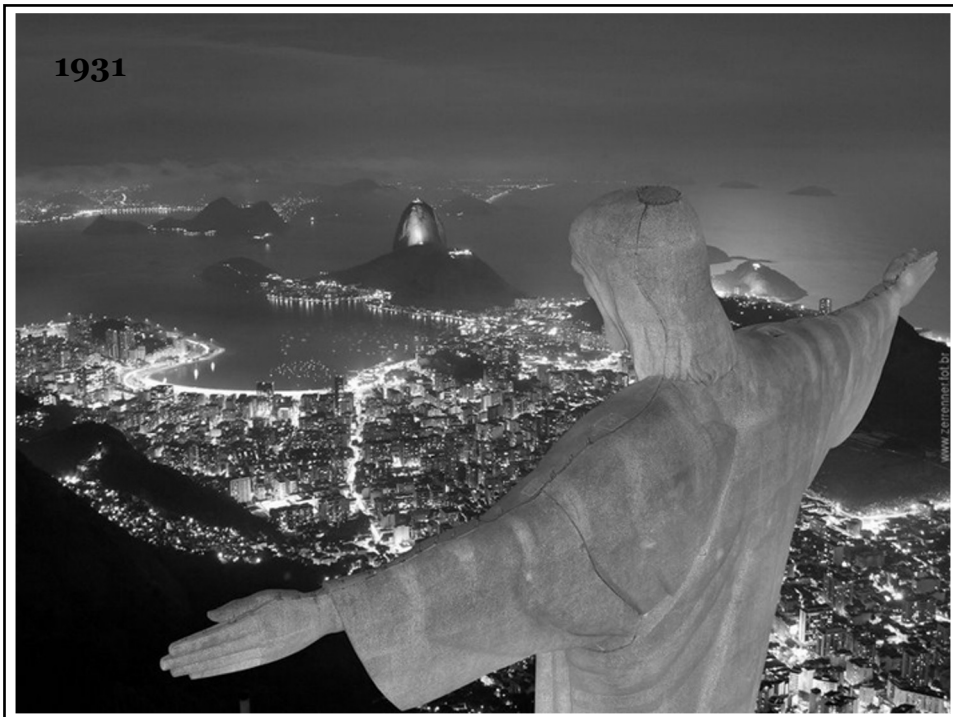
106m

81 anos

world record

São Paulo, Brasil

54

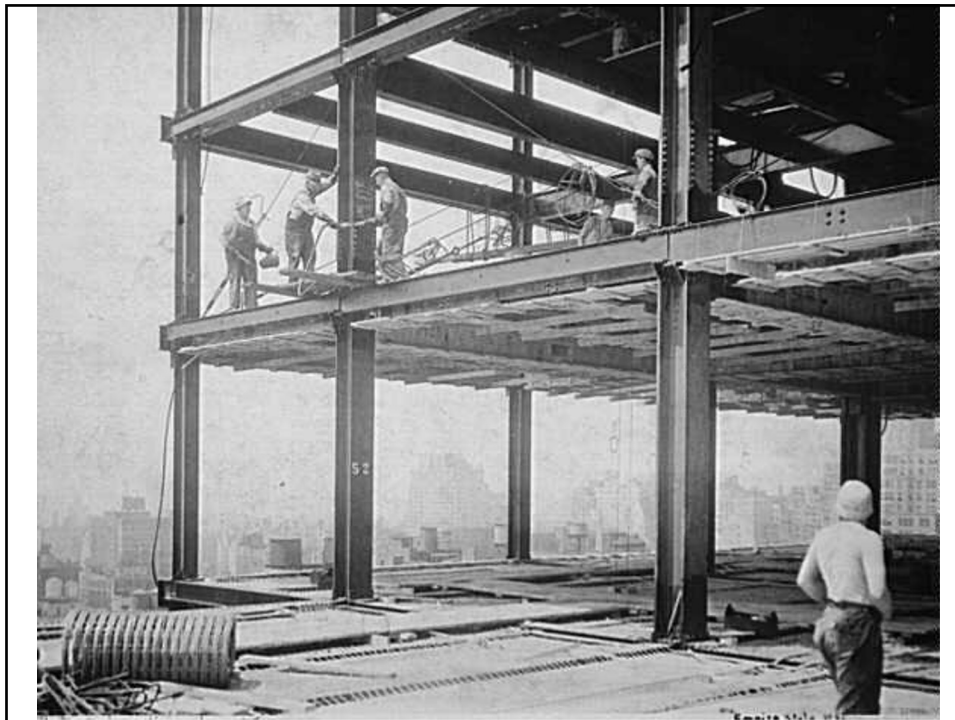


55



Empire State Building
381m , New York, 1.931

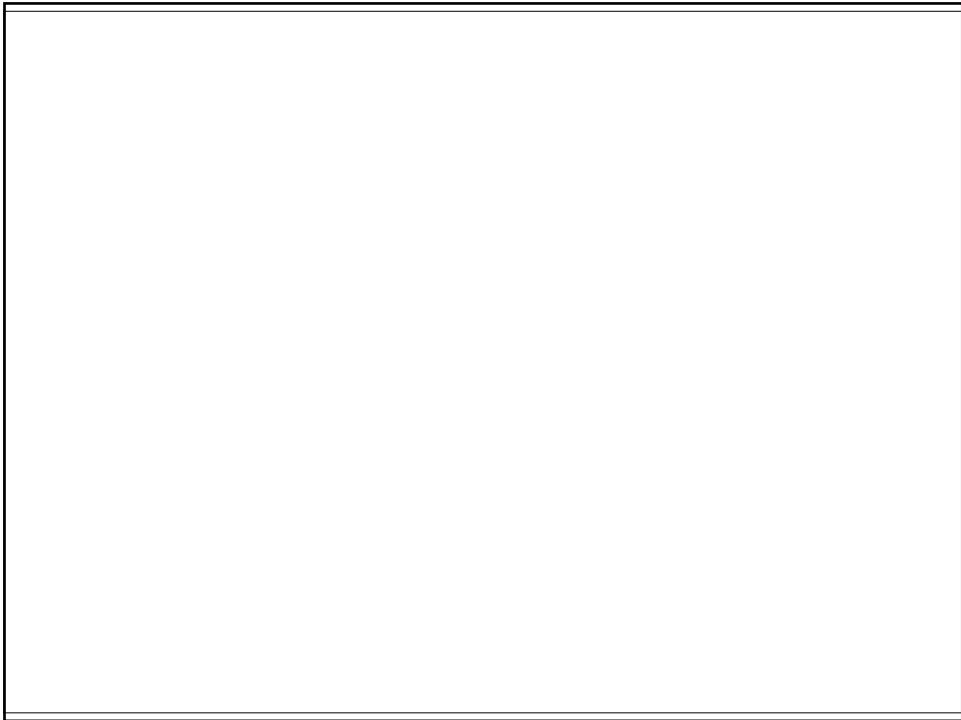
56



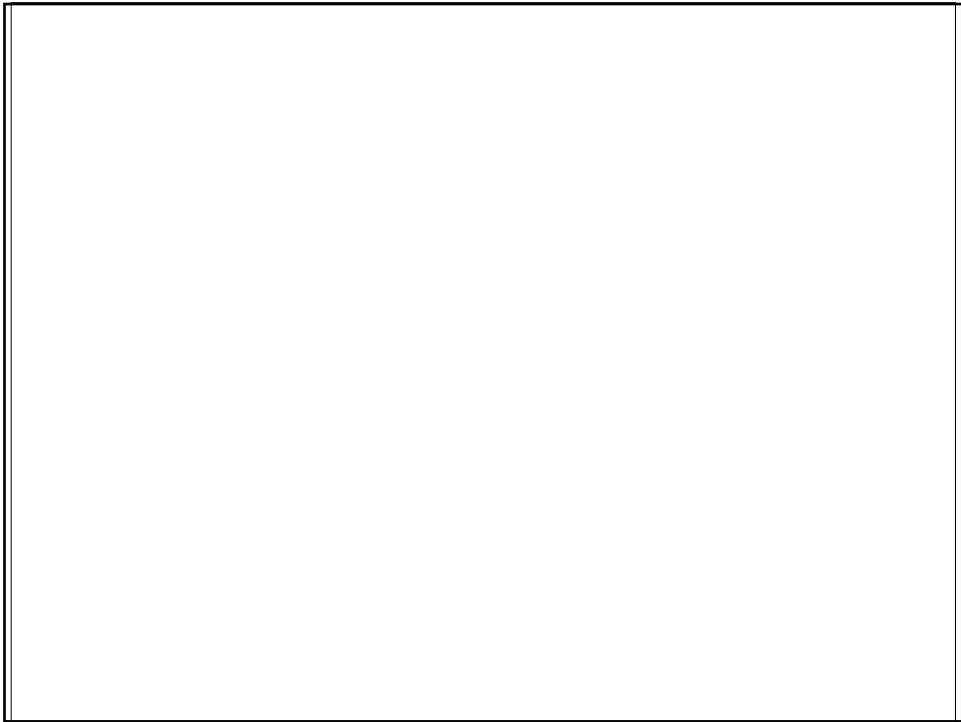
57



58



59



60



61

Século XX
1.928

“novo material estrutural”

Concreto
Protendido

Eugene Freyssinet

62



63



64



65

III Grande Revolução !

La Arquitectura de estructuras podía ousar mucho más pues ha descubierto como combinar dos materiales fantásticos. Él concreto tenía la durabilidad de la roca, era compatible con el acero e aún lo protegía “eternamente”

66

Mejora arquitetônica

Concreto aparente, grandes vãos

Bruno Contarini



Oscar Niemeyer

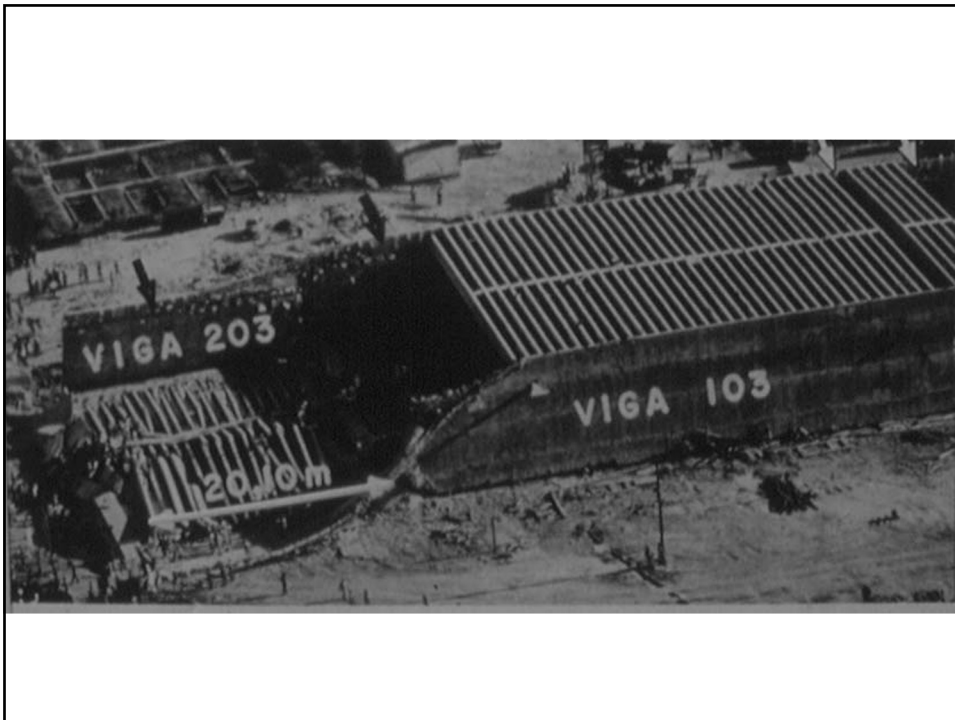
Superior Tribunal de Justiça

67

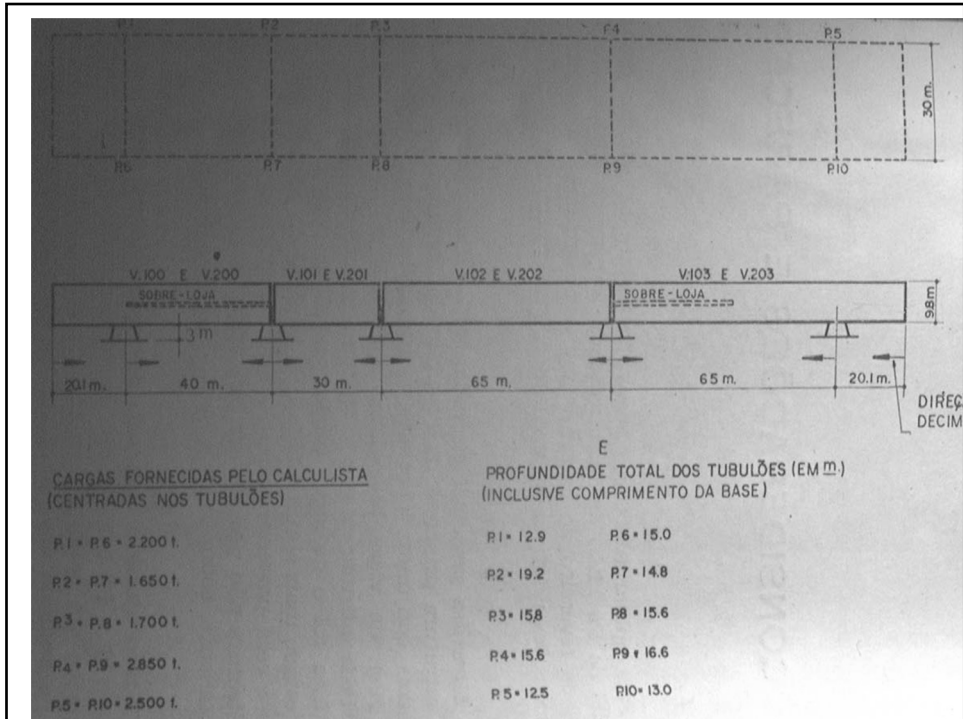


240m por 31m
Vigas 9,8m de altura
apoiadas em 5 pilares
Desabou na hora do almoço

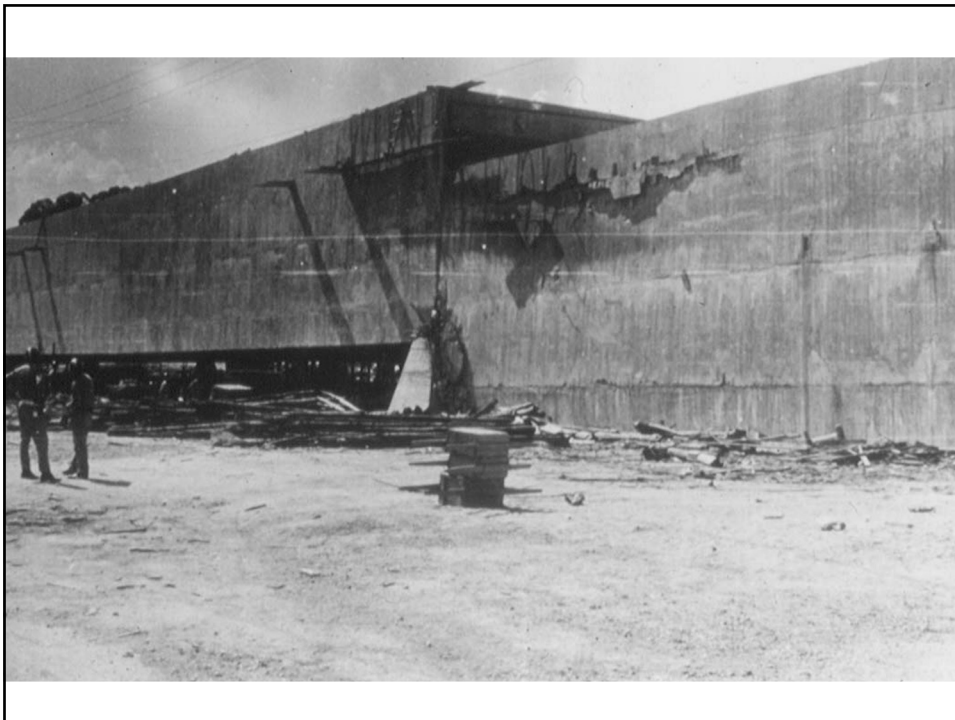
68



69



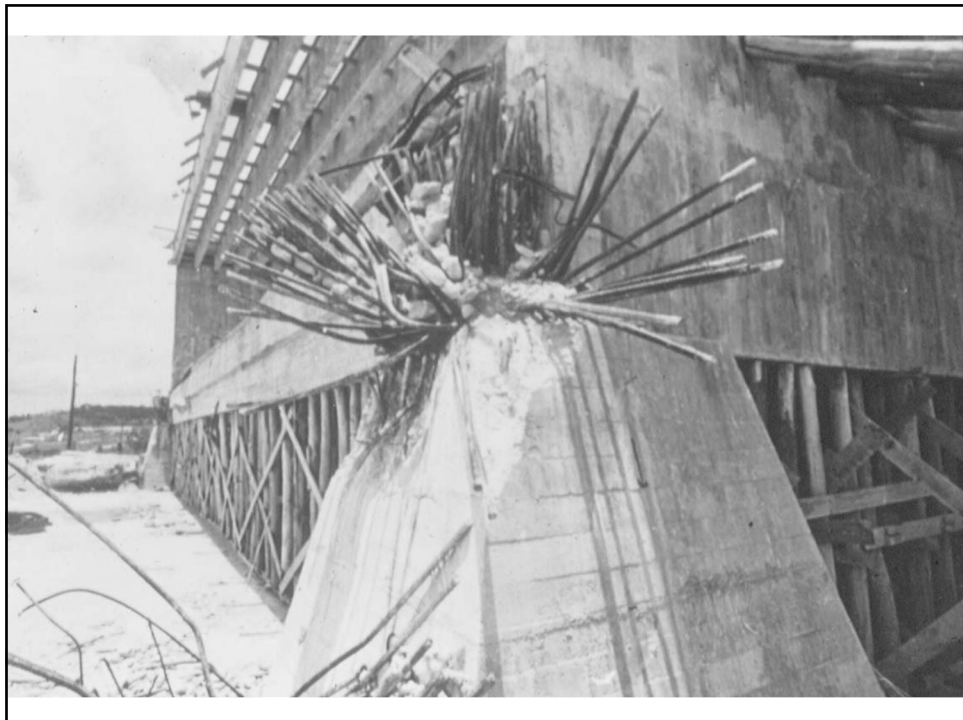
70



71



72



73

Melhoria arquitetônica

Concreto aparente, grandes vãos

Bruno Contarini



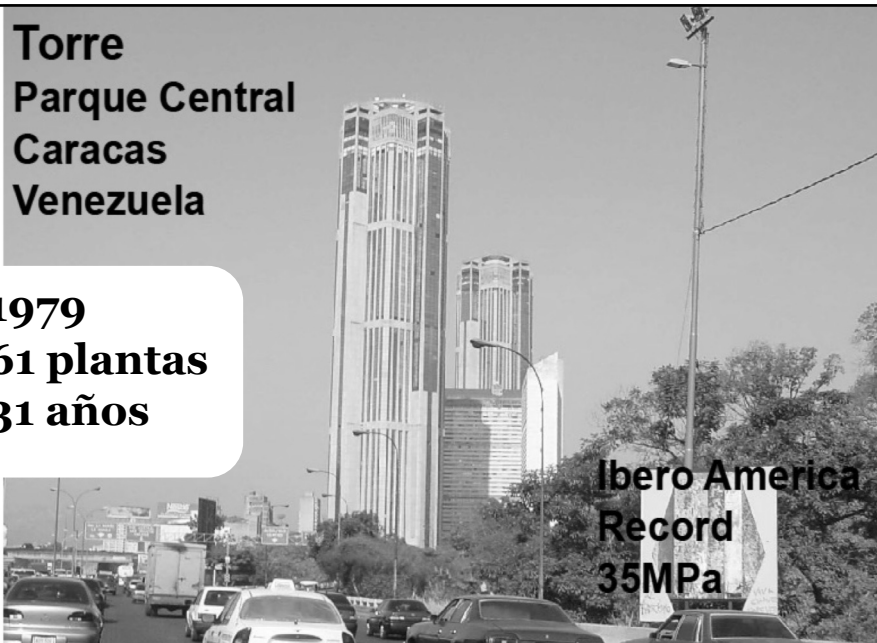
Oscar Niemeyer

Superior Tribunal de Justiça

74

**Torre
Parque Central
Caracas
Venezuela**

**1979
61 plantas
31 años**



**Ibero America
Record
35MPa**

Ings

M. Paparoni & S. Oloma

Arqs

Enrique Siso & Daniel Shaw

75

Complejo Urbanístico Parque Central

Ubicación	<u>Caracas, Venezuela</u>
Fecha de comienzo	<u>1970</u>
Construido	<u>1979</u> Torre Oeste <u>1983</u> Torre Este
Uso	Oficinas
Altura	Altura 225 m
Número de plantas	61
Área total	1400 m ² cada una
Arquitecto	<u>Daniel Fernández-Shaw</u>
Ingeniero de estructuras	Carlos Delfino
Constructora	Siso & Fernández-Shaw
Promotora	<u>Centro Simón Bolívar</u>

76



77

Torre Gran Costanera

General information

Location	<u>Santiago, Chile</u>
Status	Under construction
Estimated completion	November 2011
Opening	Under Construction

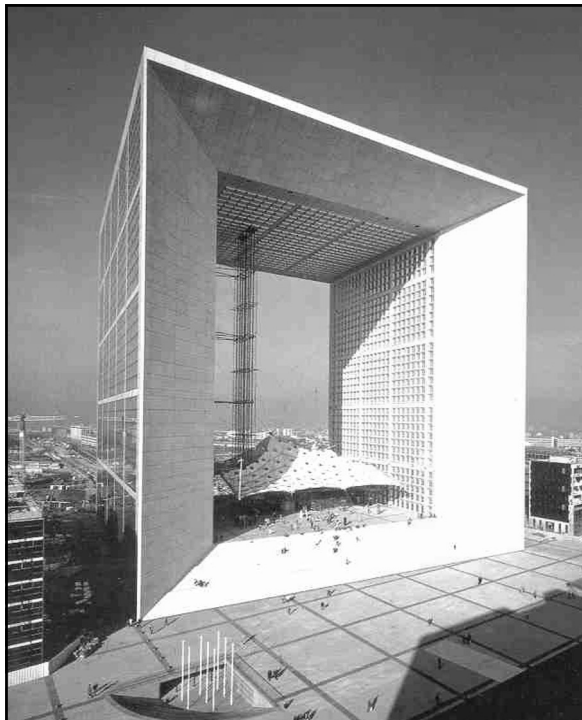
Height

Roof	300 m (984 ft)
------	----------------

Technical details

Floor count	70
Companies involved	
Developer	<u>Cencosud</u>

78



Grand Arch

La Defense

Paris

França 1990

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

**“high-tech
style”**

79



Petronas Towers

Cesar Pelli

Kuala Lumpur

Malasia 1.997

452m

$f_{ck} = 80$ MPa

before / after

80



TAIPEI 101

Shangai World Financial Centre

Taiwan, China

2005

509m

$f_{ck} = 80$ MPa

steel / concrete

81

Como puede ser él futuro?

82

Arte e Ciência da Construção

Marcus Vitruvius Pollio (*Engenheiro / Arquiteto Romano*)

40 anos aC → "De Architectura"

10 volumes → 800 anos como best - seller

Utilitas
Firmitas
Venustas

(funcional)
(estável e durável)
(bonita)

Até hoje pode-se considerar como os grandes marcos da pesquisa, da inovação e do desenvolvimento em construção civil

83

Venustas

Bonita !

84



85

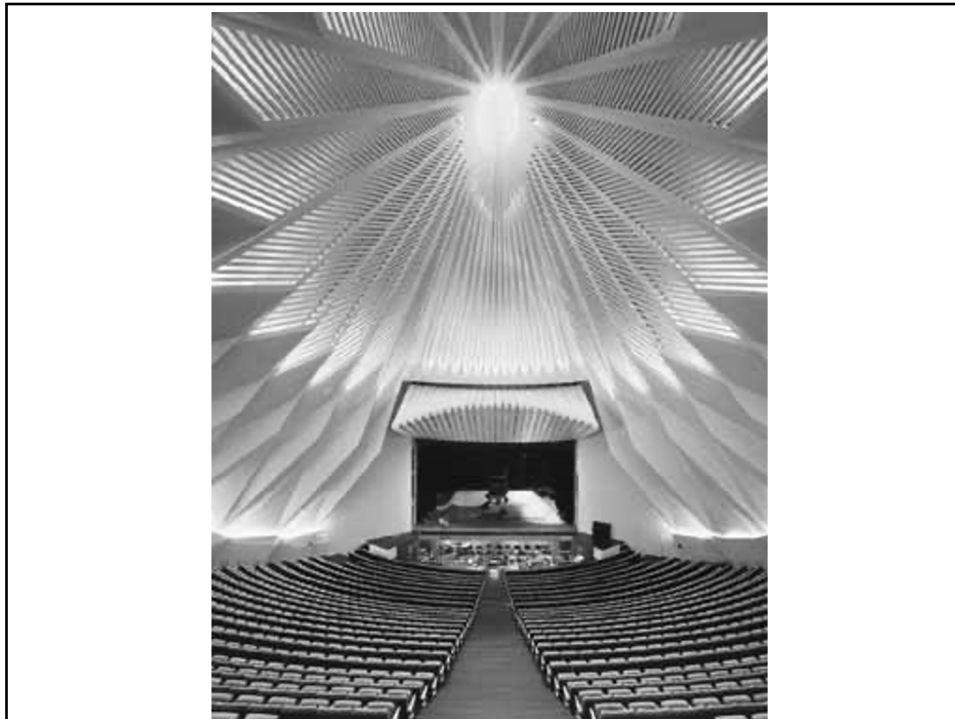
Auditório de Tenerife
Espanha
2003
Santiago Calatrava



86



87



88

China
World Trade Center

Pequim, China

2009

330m

74 andares



89



90



91



92



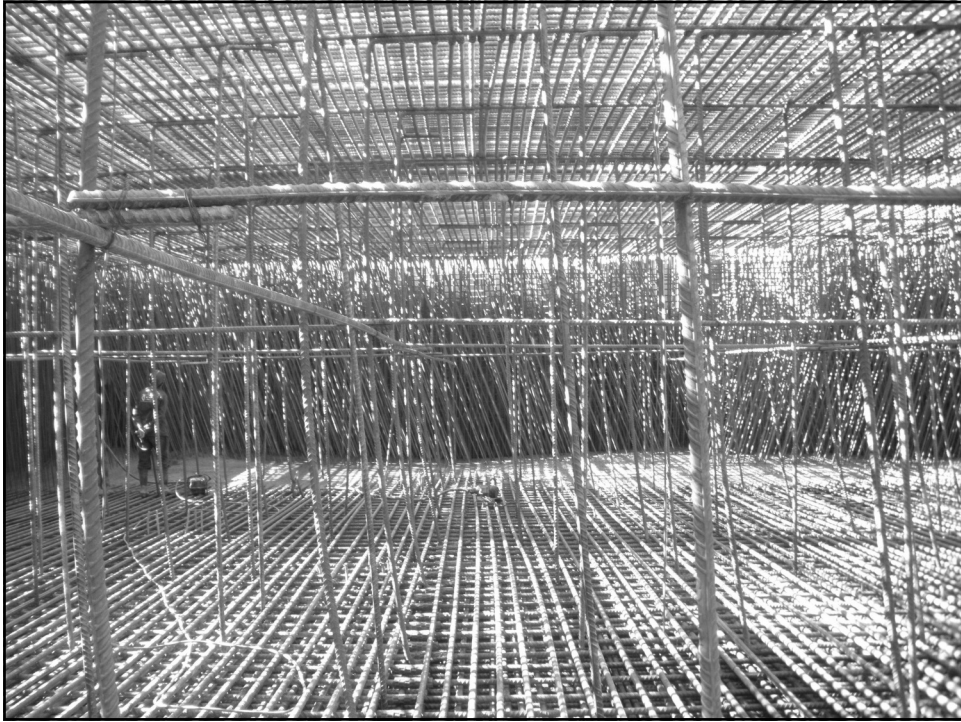
93



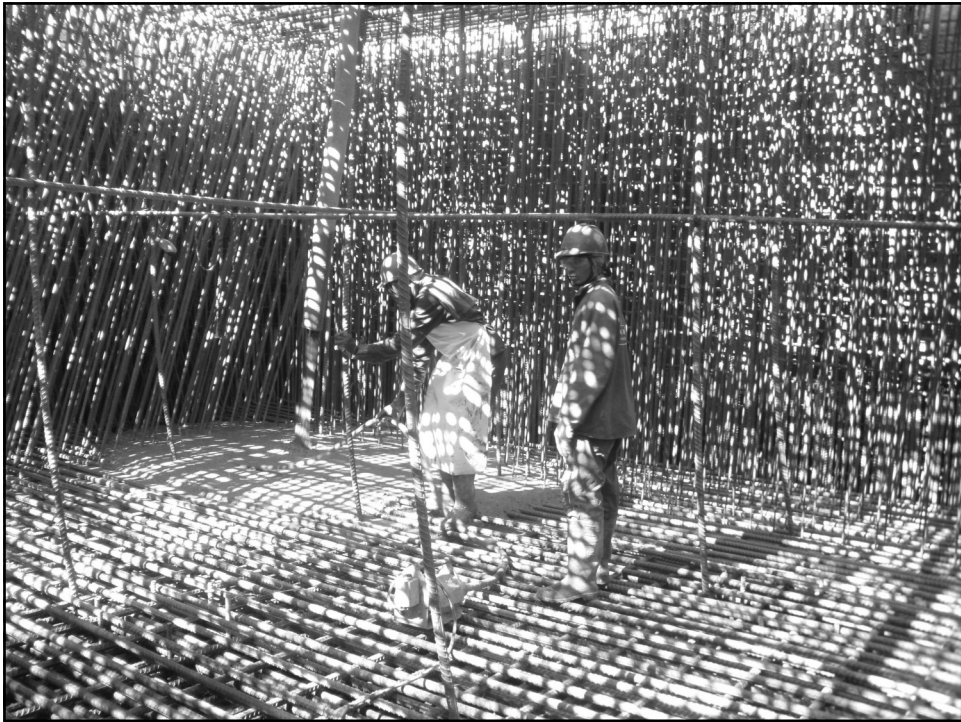
94



95



96



97

Firmitas

estável e durável

98



**Centro
Empresarial
Nações
Unidas**

Torre Norte

**São Paulo
1997**

Altura 179 m

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

99



250 anos de garantia.

Quando precisa de segurança, tecnologia e desempenho, precisa do Engemix. Com o suporte tecnológico prático, rápido e eficiente, o Engemix é a solução para todos os tipos de concreto. Engemix é fabricado em um processo de produção avançado e controlado, garantindo a qualidade e a durabilidade de cada projeto.

O Engemix é a solução para todos os tipos de concreto. Engemix é fabricado em um processo de produção avançado e controlado, garantindo a qualidade e a durabilidade de cada projeto.

Quando precisa de segurança, tecnologia e desempenho, precisa do Engemix. Com o suporte tecnológico prático, rápido e eficiente, o Engemix é a solução para todos os tipos de concreto. Engemix é fabricado em um processo de produção avançado e controlado, garantindo a qualidade e a durabilidade de cada projeto.

Quando precisa de segurança, tecnologia e desempenho, precisa do Engemix. Com o suporte tecnológico prático, rápido e eficiente, o Engemix é a solução para todos os tipos de concreto. Engemix é fabricado em um processo de produção avançado e controlado, garantindo a qualidade e a durabilidade de cada projeto.

CONCRETO ENGEMIX

100

Arte e Ciência da Construção

Marcus Vitruvius Pollio (Engenheiro / Arquiteto Romano)

40 anos aC → "De Architectura"

10 volumes → 800 anos como best - seller

**Utilitas
Firmitas
Venustas**

**(funcional)
(estável e durável)
(bonita)**

Até hoje pode-se considerar como os grandes marcos da pesquisa, da inovação e do desenvolvimento em construção civil

101

Arte e Ciência da Construção

Marcus Vitruvius Pollio (*Engenheiro / Arquiteto Romano*)

40 anos aC → "De Architectura"

Sostenibles

Até hoje pode-se considerar como os grandes marcos da pesquisa, da inovação e do desenvolvimento em construção civil

102

Consideraciones Finales

*basadas en CTBUH → Council on Tall Buildings
and Urban Habitat*

103

En 1.997 las torres
gemelas Petronas, en
Kuala Lumpur,
construídas en concreto,
han superado en altura la
torre metálica Sears en
Chicago

104

Pasados solamente
13 años, 7 nuevos
edificios más altos
que Petronas han
sido construídos

105

Hoy há 57 edificios en construcción con altura superior a 300m, con inauguración prevista para 2013...

106

De ese total de 57

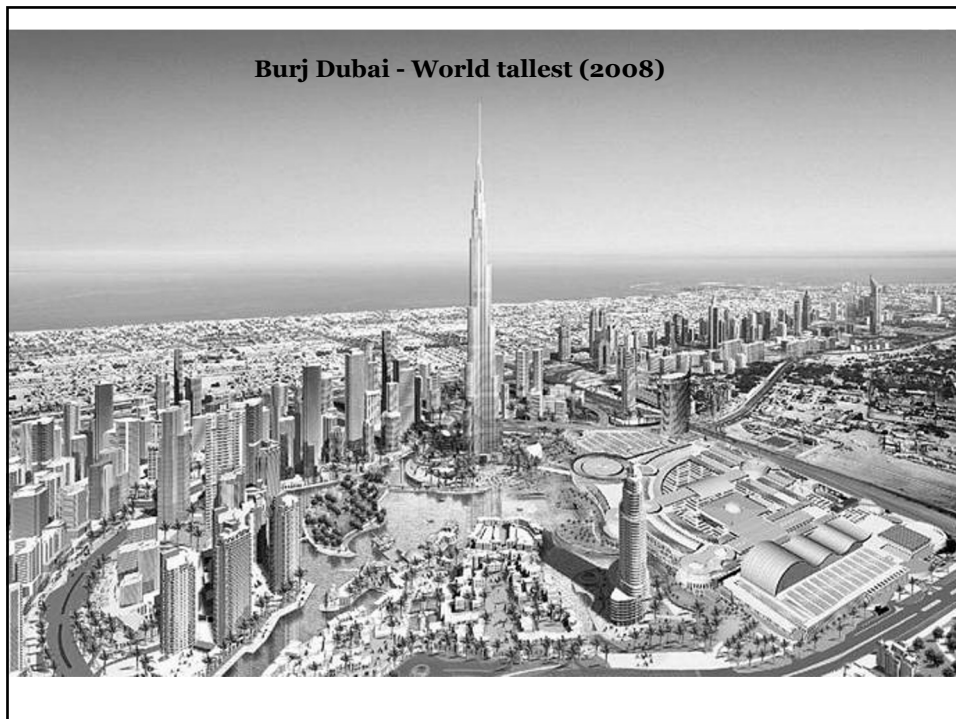
“rasca cielos”:

- 37 son en concreto
- 19 son mistos concreto / aço
- apenas 1 es metálico

107

Incluso el más alto edificio del mundo, la Burj Khalifa, en Dubai, con 820m, ha sido construida con concreto

108



109

En 100 años, el concreto
ha superado todos los
límites y fronteras del
conocimiento en
Arquitectura e
Ingeniería de proyecto y
de construcción !

110

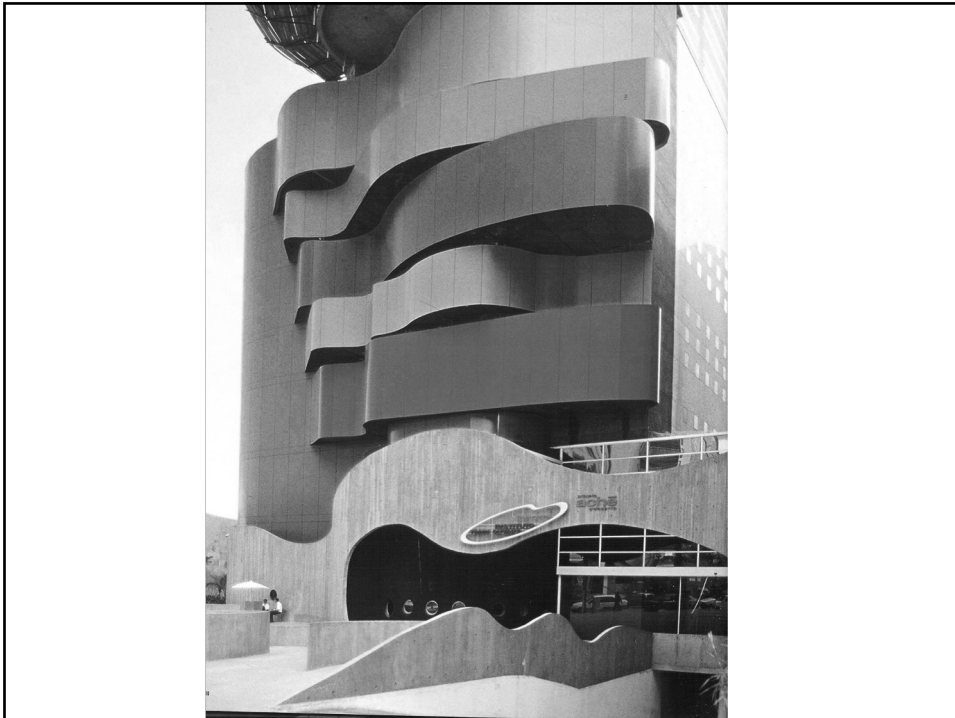
y... todavía sigue en
franco progreso e
evolucción, tornando
imposible preveer sus
límites y su sustituto !

111



Furacão Katrina em 2005. USA. 280km/h. Nova Orleans.

112



113



114