

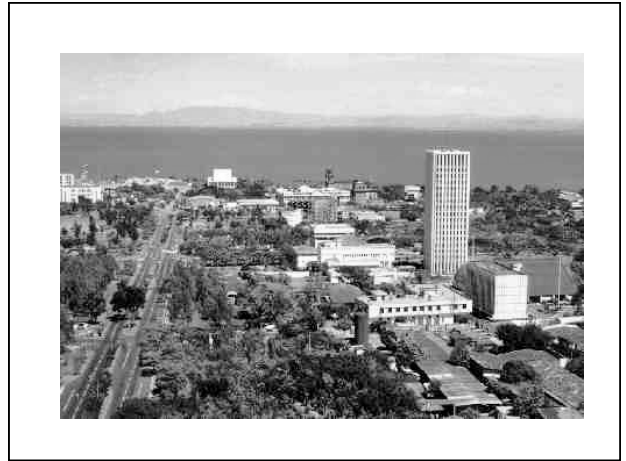

 1er Congreso Regional de Patología y Recuperación de Estructuras **20 y 21 de Septiembre**

Sobre el Arte de Proyectar y Construir Estructuras



Paulo Helene
 Conselheiro IBRACON
 Diretor PhD Engenharia
 Membro Real PREVENIR CYTED
 fjb (CEB-FIP) Member of Model Code for Service Life
 M.Sc. PhD Prof. Titular da Universidade de São Paulo USP
 Presidente Asociación Latino Americana de Control de Calidad y Patología ALCONPAT Internacional

CONPAR2012 20 de septiembre de 2012 Managua / Nicaragua





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

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

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.

Béton 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.

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. Miconet - 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

NCE Canada Network of Centres of Excellence

Engineering and Manufacturing

1989 a 1999
Concrete / Béton Canada

1995- 2012
Intelligent Sensing for Innovative Structures
ISIS Canada
University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba

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;
- DHP, designing for high performance concrete

“Concrete & Science Engineering”
“Cementing the Future” média: 8 artigos por ano

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.

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

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

**Político, alquimista, primero
Arquitecto → Imhotep**



Pirâmide escalonada de Djeser

2790 A C

Pirâmides de Giza

Faraó Khufu

Queóps

Egito

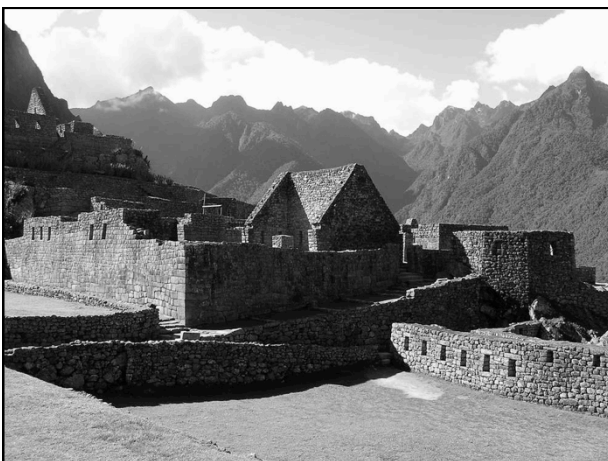
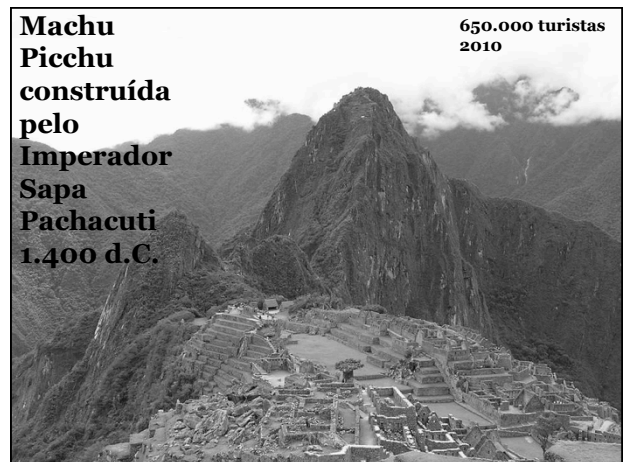
2.580 aC

Materiales Estructurales!

1. **Madera** / bambú;
2. Barro / arcilla (+ fibra);
3. Cerâmica;
4. Roca

I Grande Revolución !

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



EL CONCEPTO DE CONSTRUIR CON DURABILIDAD EXISTE DESDE LA ANTIGUEDAD

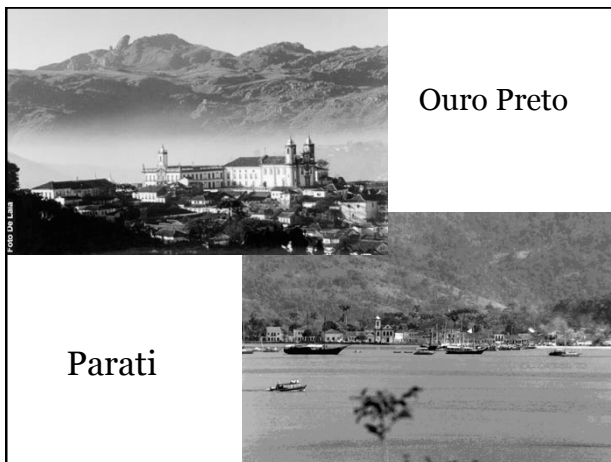
razón áurea $C/L = 1,618$
número phi (Phidias)

Arquitectos Ictinos de Mileto
e Calicrates (escultor Phidias)



Parthenon, 440 aC
"século de Péricles"

Catedral de Santiago



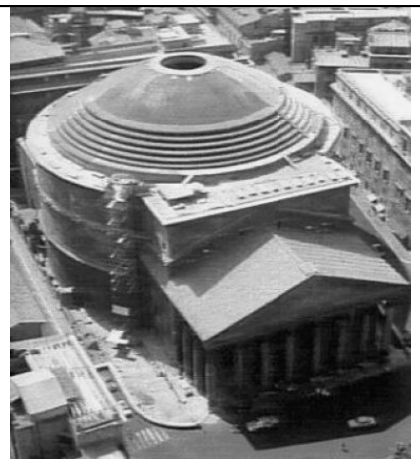
Ouro Preto

Parati



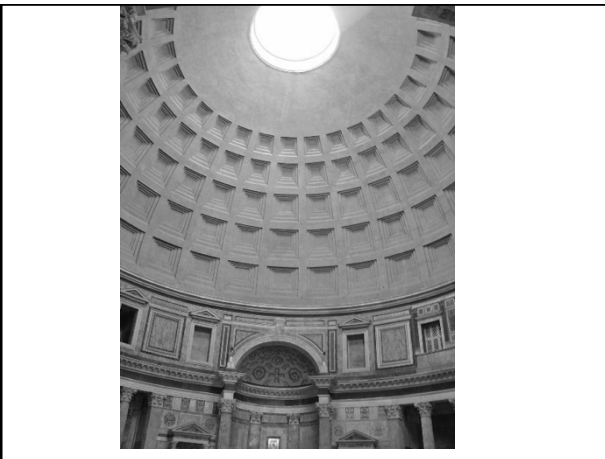
CUANDO EL CONCRETO (estructural) HA APARECIDO POR PRIMERA VEZ EN LA HISTÓRIA?

Panteón de Roma





Cúpula del Panteón de Roma
Siglo II dC → Diámetro de 44m



Siglos históricos

- IV → Estilo Bizantino → Catedral Santa Sophia, Istanbul
- IX → Estilo Romanico → Abadía Cluny, France
- XII-XIV → Estilo Gótico → Catedral Notre Dame, Colonia
- XV → Estilo Renacentista
- XVII → Estilo Barroco → Catedral São Pedro, Bernini
- XVII → Estilo Neoclásico → Arco do Triunfo, Paris

Catedral de Notre Dame



1163-1330

Abóbada da nave central → 35 m de altura

Siglos históricos

- IV → Estilo Bizantino → Catedral Santa Sophia, Istanbul
- IX → Estilo Romanico → Abadía Cluny, France
- XII-XIV → Estilo Gótico → Catedral Notre Dame, Colônia
- XV → Estilo Renacentista
- XVII → Estilo Barroco → Catedral San Pedro, Bernini
- XVII → Estilo Neoclásico → Arco del Triunfo, Paris

XIX → Estructuras metálicas

Primer Puente Metálica → 1779 d.C.
Coalbrookdale Bridge in Telford, Inglaterra
still in use today carrying occasional light transport and pedestrians



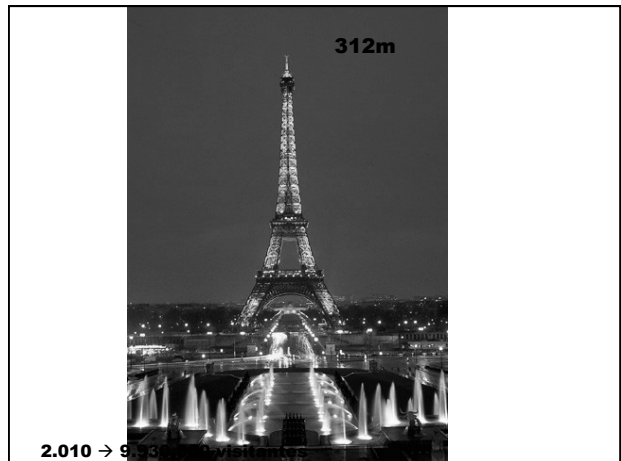
Puente del Brooklyn, New York, USA → 1883
John Augustus Roebling
ponte suspensa com cabos de aço galvanizados

**cimentación
en roca y
albañilería
de roca**



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.



donde están los edificios de oficinas y habitación?

que pasó?



Palácio de Westminster → Houses of Parliament
1.868 dC Big Ben

➤ 1.888 →
USA, esqueleto reticular

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



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

**SIGLO “XX”
1892**

**APARECE UN
NUEVO MATERIAL**
Concreto Armado

Primeras Normas sobre Estructuras de Concreto

1903 ⇨ **Suiça**

1904 ⇨ Alemanha

1906 ⇨ França

1907 ⇨ Inglaterra



**Systeme
Hennebique**
Paris, Rue Danton1

7 andares
França 1.901
30m

f_{ck} = ?
109 anos !

*edificio em concreto mais
antigo do mundo*



Palácio Salvo
Montevideu

27 andares

Uruguai 1925

103m

f_{ck} = ?
85 anos !

world record



**Edificio
Martinelli**

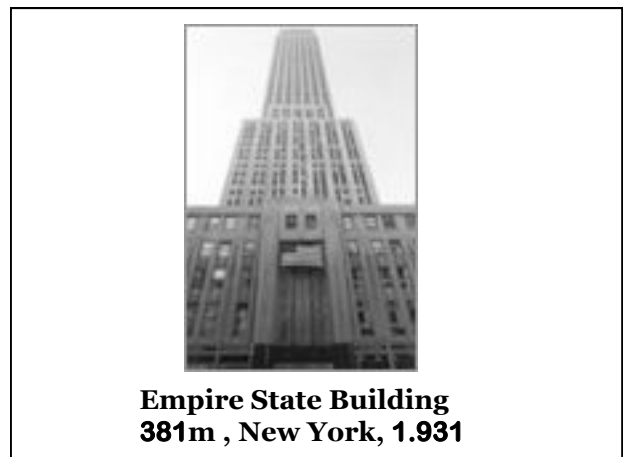
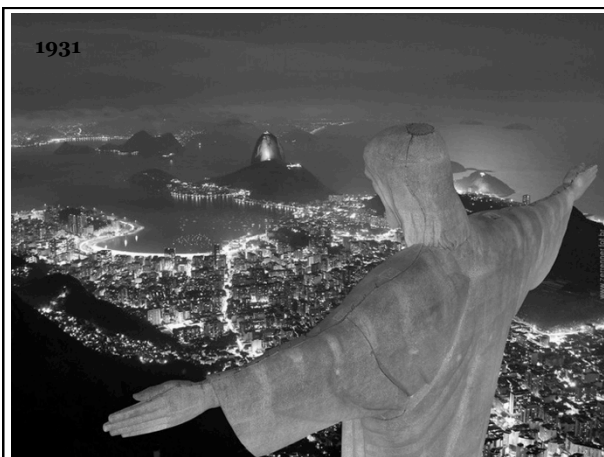
1929

106m

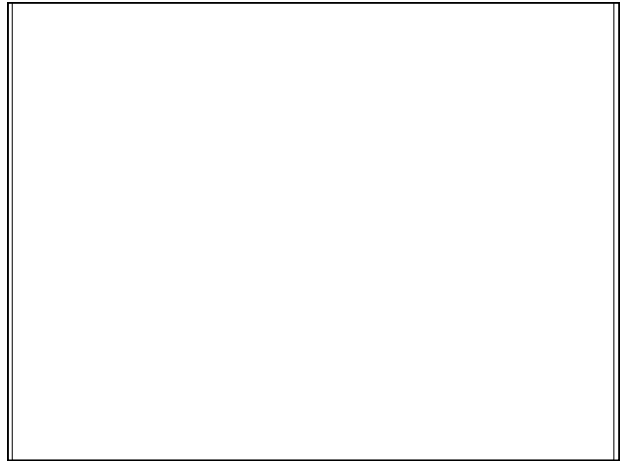
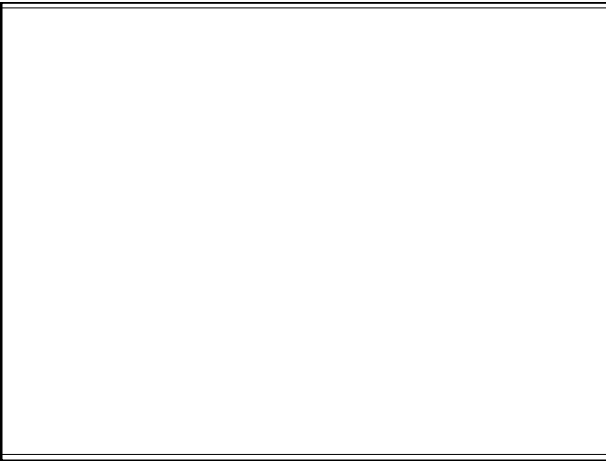
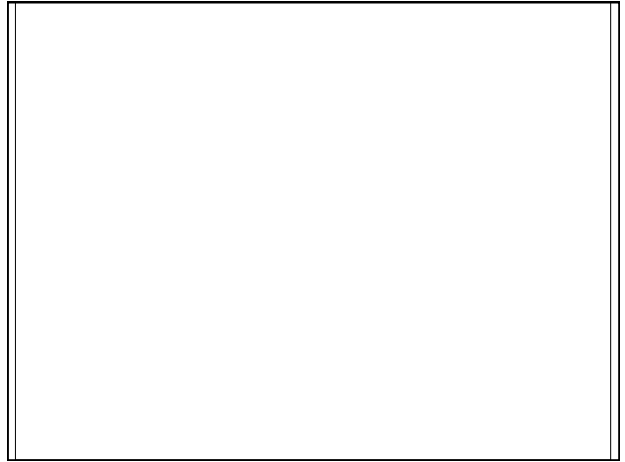
81 anos

world record

São Paulo, Brasil



Empire State Building
381m , New York, 1.931



Siglo XX
1.928
“nuevo material estructural”

Concreto
Protendido

Eugene Freyssinet



III Grande Revolução !

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

Mejora arquitectônica

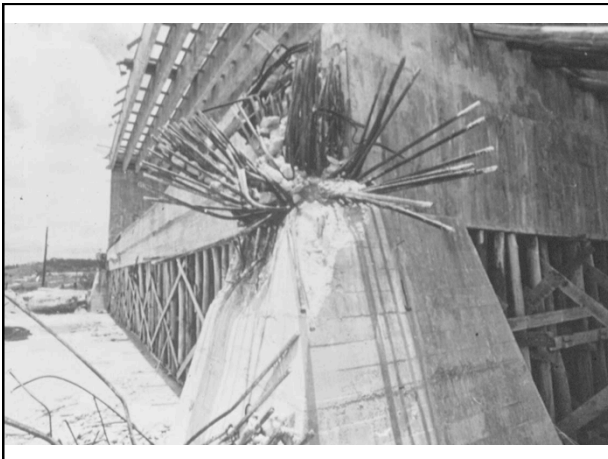
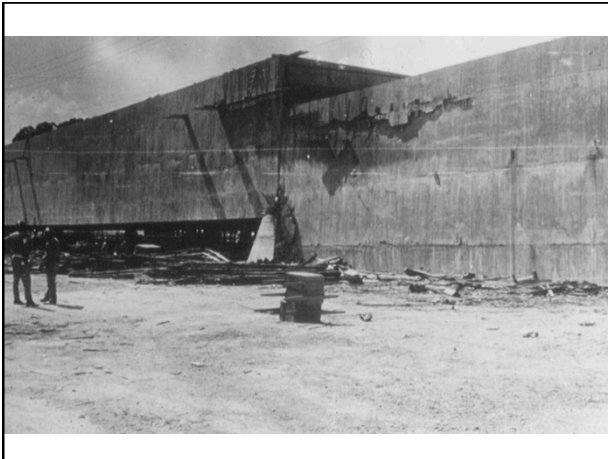
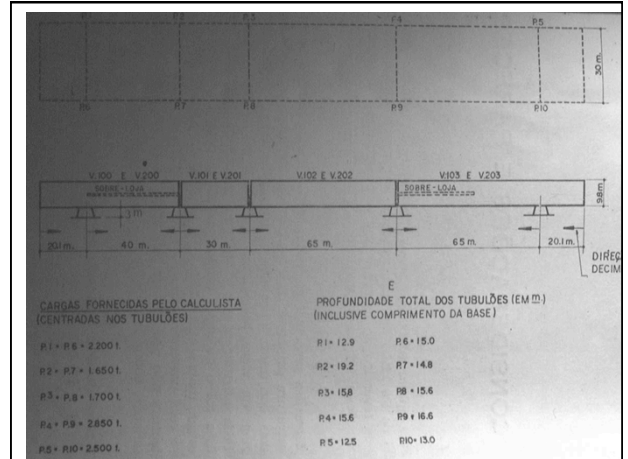
Concreto aparente, grandes vãos

Bruno Contarini

Oscar Niemeyer

Superior Tribunal de Justiça

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



Melhoria arquitetônica

Concreto aparente, grandes vãos

Bruno Contarini

Oscar Niemeyer

Superior Tribunal de Justiça

fib (CEB-FIP) 1974, New York

1. No se puede tener todo;
2. Todo tiene su precio;
3. Nunca es tarde demais;
4. No hay evolución sin riesgos;
5. Nunca exagere en la simplicidad da solución;
6. Pregunte quanto es mejor e no quanto cuesta;
7. Tenga placer en aprender

Torre Parque Central Caracas Venezuela

1979
61 plantas
31 años

Ibero America
Record
35MPa

Ings

Arqs

M. Paparoni & S. Oloma

Enrique Siso & Daniel Shaw

Complejo Urbanístico Parque Central

Ubicación	Caracas, Venezuela
Fecha de comienzo	1970
Construido	1979 Torre Oeste 1983 Torre Este
Uso	Oficinas
Altura	Altura 225 m
Número de plantas	61 Detalles técnicos
Área total	1400 m ² 0,000000
Arquitecto	Daniel Fernández-Shaw
Ingeniero de estructuras	Carlos Delfino
Constructora	Siso & Fernández-Shaw
Promotora	Centro Simón Bolívar

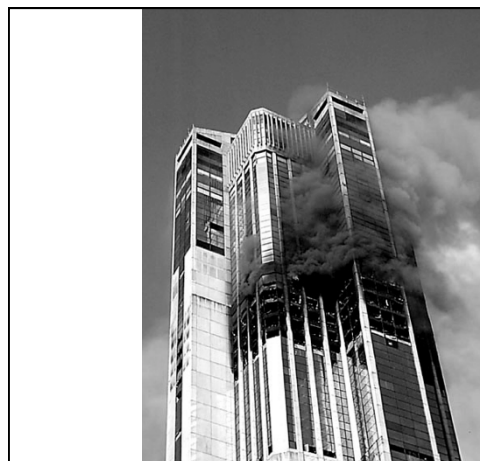
Torre Este
Parque Central
Construcción: 1980
Altura: 237m
Incendio: 22 pisos
Duración: 20h
Zona sísmica: IV
Caracas
2004

17/10/2004
01:32 am

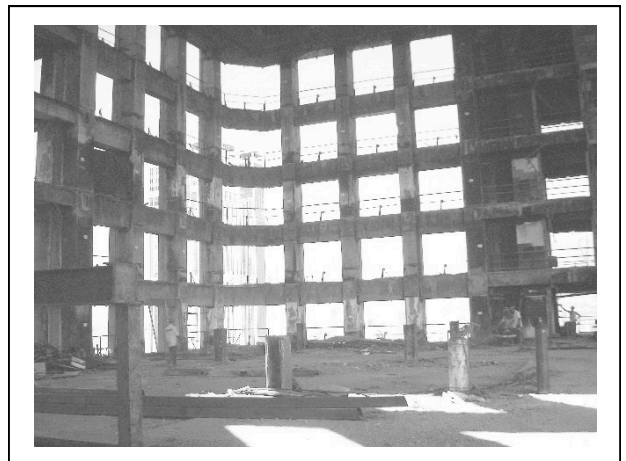
El día domingo 17 de octubre de 2004 a las 00:05 am., se inició un incendio en el piso 34 de la Torre "Este" de Parque Central, Caracas, Venezuela, el incendio se extinguió por sí solo al final del día domingo sobre las 20h de la noche.

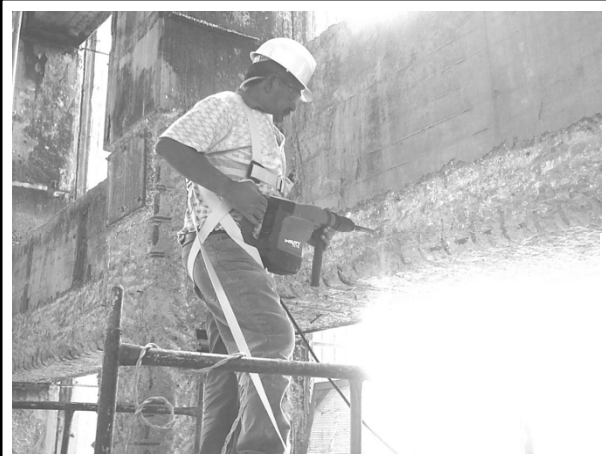
Los bomberos de Caracas trabajaron arduamente para sofocar dicho incendio, múltiples irregularidades en los sistemas de prevención e extinción (rociadores automáticos de incendio, falta de agua y presión en las tuberías para subir agua a más de 34 pisos entre otras cosas), motivaron que se perdió el control de la situación mas que todo por la falta de agua.

El incendio traspasó una macro losa de refugio contra incendios construida en concreto pretensado del piso 39 y siguió sin control hasta el piso 56, es de

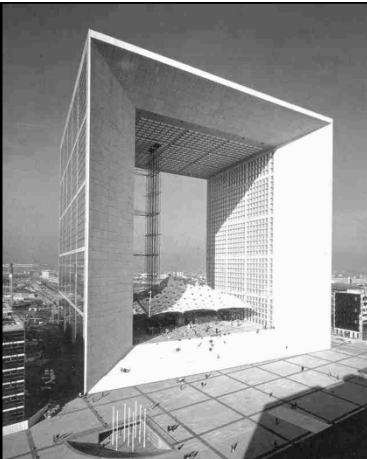


8:30h





Torre Gran Costanera
 70 pisos
 Santiago de Chile
 300m recorde Ibero Americano
 Febrero 2012 → inauguración 2013



Grand Arch
La Defense
Paris
França 1990
 $f_{ck} = 60 \text{ MPa}$
 “high-tech style”



Petronas Towers
Cesar Pelli
Kuala Lumpur
Malasia 1.997
452m
 $f_{ck} = 80 \text{ MPa}$
before / after



TAIPEI 101
Shangai World Financial Centre
Taiwan, China
2005
509m
 $f_{ck} = 80 \text{ MPa}$
steel / concrete

Como
 puede ser él
 futuro?

Arte e Ciência da Construção

Marcus Vitruvius Pollio (*Engenheiro / Arquiteto Romano*)

40 anos aC → "De Architectura"

10 volumes → 800 anos como best - seller

<i>Utilitas</i>	(<i>funcional</i>)
<i>Firmitas</i>	(<i>estável e durável</i>)
<i>Venustas</i>	(<i>bonita</i>)

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

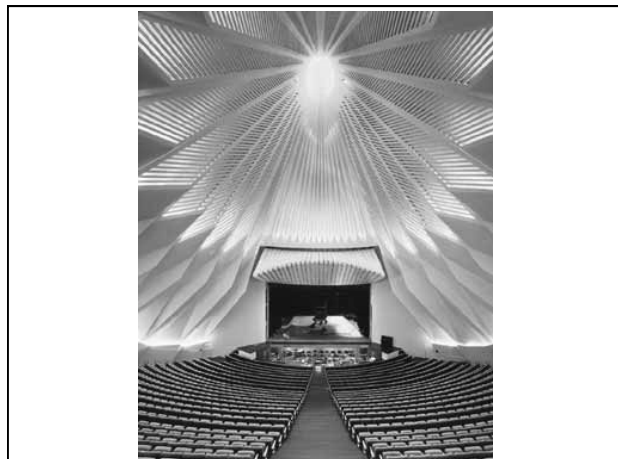
Venustas Bonita !

Oscar Niemeyer
Bruno Contarini

Museu de Arte, Niterói



Auditório de Tenerife
Espanha
2003
Santiago Calatrava



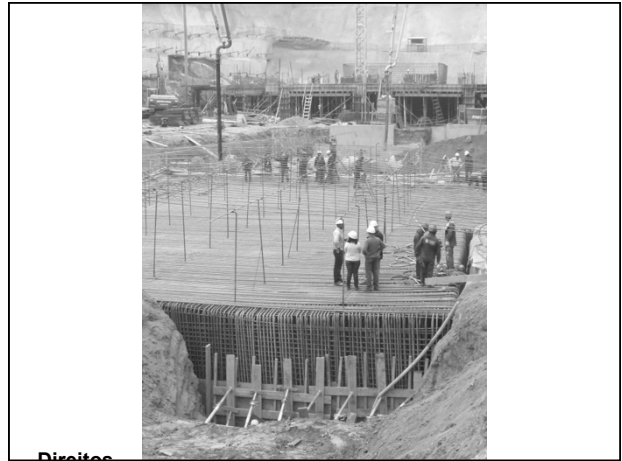
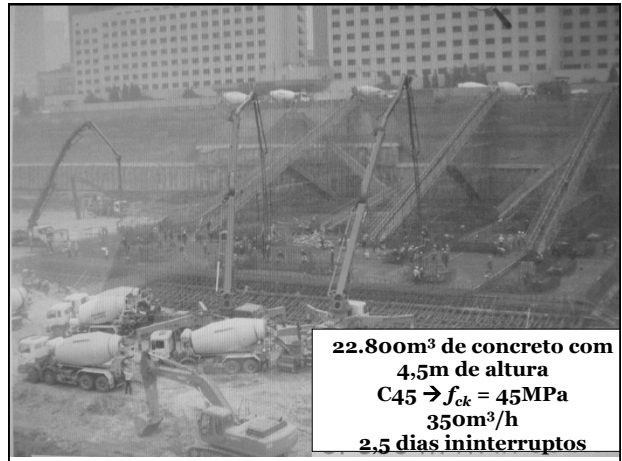
**China
World Trade Center**

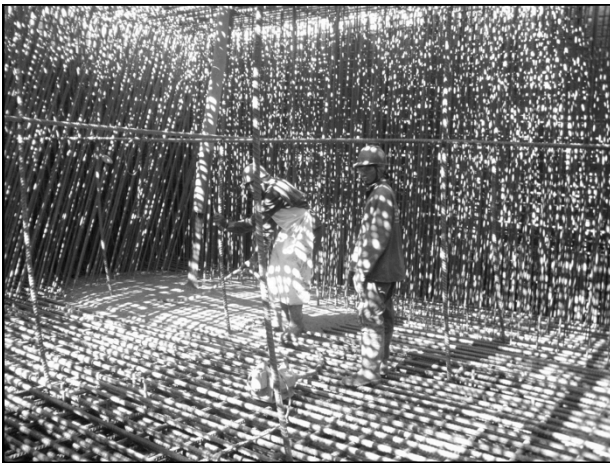
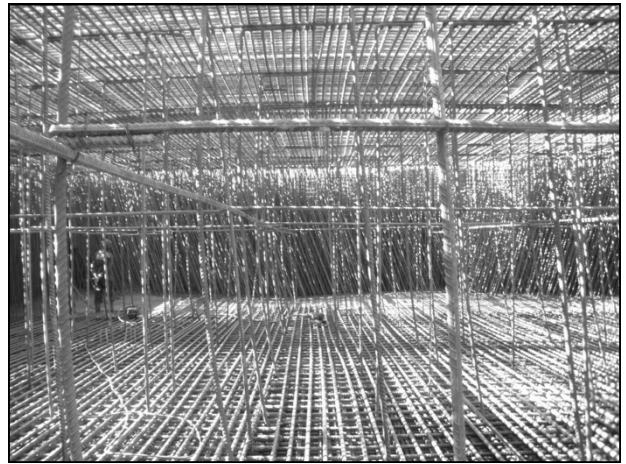
Pequim, China

2009

330m

74 andares





Firmitas
estável e durável



**Centro
Empresarial
Nações
Unidas**

Torre Norte

**São Paulo
1997**

Altura 179 m

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

250 anos de garantia.

Um século de experiência e conhecimento técnico, com o compromisso de garantir a qualidade e a durabilidade das estruturas de concreto. A Engenharia Concreto Engemix é a solução para todos os tipos de obras, desde a construção civil até a infraestrutura. Com mais de 250 anos de tradição, somos referência em qualidade e inovação.

CONCRETO ENGENMIX

Arte e Ciência da Construção

Marcus Vitruvius Pollio (*Engenheiro / Arquiteto Romano*)

40 anos aC → "De Architectura"

10 volumes → 800 anos como best - seller

Utilitas (funcional)
Firmitas (estável e durável)
Venustas (bonita)

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

Arte e Ciência da Construção

Marcus Vitruvius Pollio (*Engenheiro / Arquiteto Romano*)

40 anos aC → "De Architectura"

10 volumes → 800 anos como best - seller

Utilitas (funcional)
Firmitas (estável e durável)
Venustas (bonita)

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

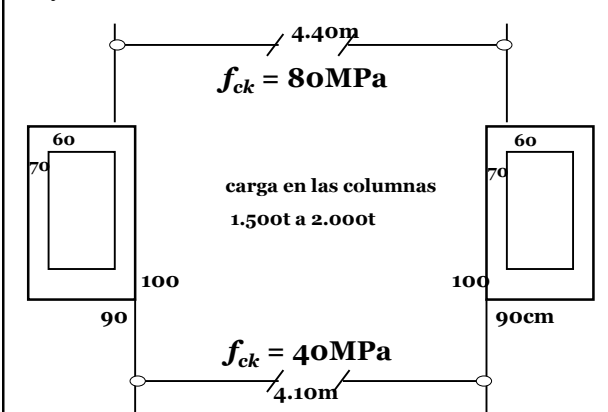
Sostenibles



- ▼ Edifício e-Tower SP
- ▼ 42 pisos
- ▼ Heliponto
- ▼ Pileta semi-olímpica
- ▼ Academia de ginástica
- ▼ 2 restaurantes
- ▼ Concreto colorido
- ▼ f_{ck} pilares = 80MPa



Projecto estructural (*e-Tower*)





Economía de recursos naturales

Original:

$$f_{ck} = 40\text{MPa}$$

sección transversal $\rightarrow 90\text{cm} \times 100\text{cm}$
 $0,90\text{m}^2$

HPC / HSC:

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

sección transversal $\rightarrow 60\text{cm} \times 70\text{cm}$
 $0,42\text{m}^2$

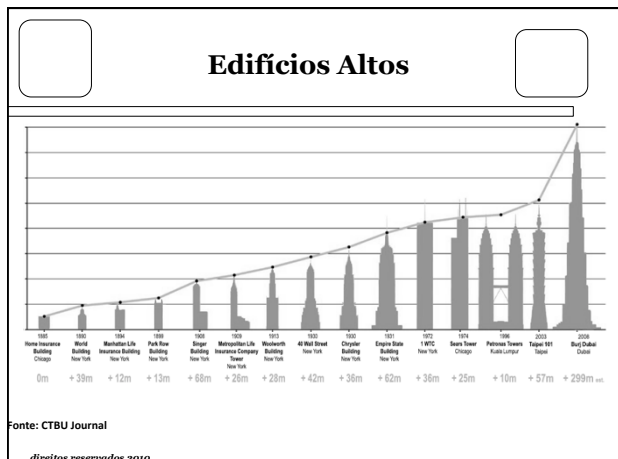
Economía de recursos naturales

- **70% menos arena**
- **70% menos grava**
- **53% menos concreto**
- **53% menos agua**
- **20% menos cemento**

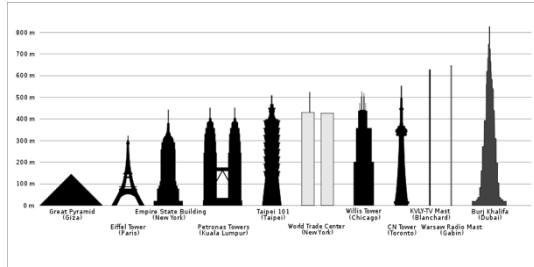
Consideraciones Finales

basadas en CTBUH \rightarrow *Council on Tall Buildings and Urban Habitat*

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



Comparação



direitos reservados 2010

O Futuro Maior Edifício do Mundo



KINGDOM TOWER (Projeto)

- O edifício terá mais de 1.000m de altura
- Localização : Jeddah, Arábia Saudita

Fonte/ www.nbmcw.com

direitos reservados 2010

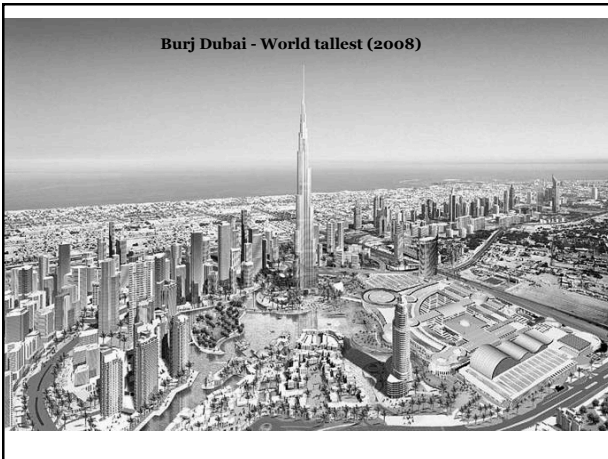
Pasados solamente 13 años, 7 nuevos edificios más altos que Petronas han sido construídos

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

De ese total de 57 “rasca cielos”:

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

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



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

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

No es suficiente ser un ciudadano Nicaraguense estudiante de la



Hay que ser Arquitecto o Ingeniero Civil...



