



El arte de diseñar y construir estructuras



"do Laboratório de Pesquisa ao Canteiro de Obras"

Paulo Helene

Director PhD Engenharia

Miembro Red PREVENIR CYTED

Consejero permanente y Director IBRACON

Prof. Titular de la Universidade de São Paulo USP

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

Presidente de honor Asociación Latino Americana de Control de Calidad,

Patología y Recuperación de la Construcción ALCONPAT Int.

Universidad Tecnológica Nacional

04 de abril de 2014

Concepción del Uruguay, Argentina

1

¿Qué estamos haciendo aquí, en 2014, como estudiante o profesional de la ingeniería civil?



2

**Ser ingeniero es
bueno... pero
ten cuidado con
los riesgos!**

3

Edificio Liberdade

Rio de Janeiro/RJ.

Accidente: 25/01/2012,
miércoles a las 20:30h.

Construcción: 1938 → 1940

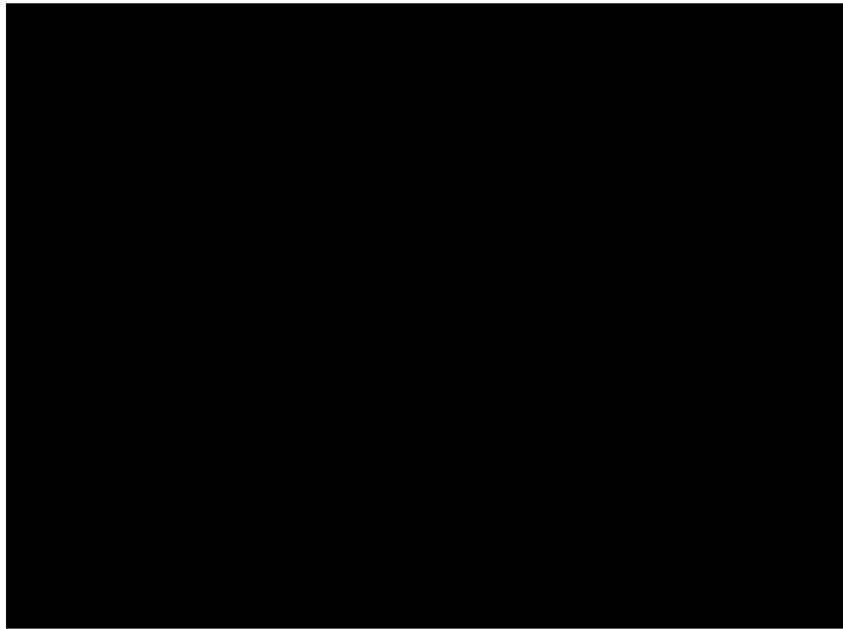
Edad: 72 años

18 pisos + tienda + entreplanta

4

Puente TACOMA USA 1940

5



6

Edificio Liberdade

Rio de Janeiro/RJ.

Accidente: 25/01/2012,
miércoles a las 20:30h.

Construcción: 1938 → 1940

Edad: 72 años

18 pisos + tienda + entreplanta

7



8

↙ **Diseño original: Escalado**



Ed. Liberdade la parte inferior del Teatro Municipal – Rio de Janeiro/RJ

Año de 1940

9

Cambio en el diseño original: la sobrecarga de los pilares delanteros



10

ULTIMAS NOTÍCIAS [08:51 - Dólar espera com queda e vale R\\$ 1,83 na venda](#)

MAIS EM RIO [Guardas municipais vão virar zeladores do Rio](#) [CGU vai investigar ex-assessor do Ministério da Saúde](#) [Após bate-boca, deputadas agora decidem se calar](#) [Trem e Metrô apresentam problemas](#)

Operários revelaram à polícia que serraram colunas do Edifício Liberdade

Recomendar 272 recomendações. Cadastre-se para ver o que seus amigos recomendam.

Prédio foi um dos três que desabaram no dia 25 de janeiro na Cinelândia, provocando a morte de 17 pessoas e deixando cinco desaparecidas

GUSTAVO SOUZA
ROGÉRIO DA SILVA
DIEGO MACHADO

Publicado: 200412 - 23h42
Atualizado: 200412 - 0h04
Like 272
Tweet 38
3
19
22



Avenida Treze de Maio, no local onde desabaram prédios no dia 25 de janeiro (DOMINGOS PERGOTO / AGENCIA O GLOBO)

RIO - Depoimentos dados à polícia por operários que trabalharam na reforma do nono andar do Edifício Liberdade, na Cinelândia, mostram que foram derrubados pelo menos um pilar e paredes de concreto armado. O Liberdade foi um dos três prédios que desabaram no dia 25 de janeiro, provocando a morte de 17 pessoas e deixando cinco desaparecidas.

Segundo o depoimento do operário Wanderley Muniz da Silva — a que O GLOBO teve acesso —, “todas as paredes foram derrubadas, à exceção das da sala dos arquivos da T.O. e de parte da parede que divide as salas do lado esquerdo do banheiro”. Wanderley diz que o andar “virou

PUBLICIDADE

para diferentes perfis, um tipo de assinatura.

ULTIMAS NOTÍCIAS DE RIO

[Trem e Metrô apresentam problemas nesta manhã](#)

[Guardas municipais vão virar zeladores do Rio](#)

[CGU vai investigar ex-assessor do Ministério da Saúde](#)

[Após bate-boca, deputadas agora decidem se calar](#)

[Polícia apura vazamento de relatório sobre Rocinha](#)

Siga @Oglobo_Rio

O Globo on Facebook Like | 293,415

11

otro caso desastroso!

PhD Engenharia

12

LEVANTAMENTO DE CAMPO DAS ARMADURAS PILARES				
PILAR	DIMENSÃO PILAR NO SUBSOLO (cm)	FERRO LONGITUDINAL EXECUTADO (QUANT./mm)	FERRO LONGITUDINAL PROJETADO (QUANT./mm)	diferença
01	(20 x 100)	10 Ø 12.5	14 Ø 10.0	+12 %
02	(30 x 50)	22 Ø 12.5	16 Ø 16.0	- 16 %
03	(20 x 100)	48 Ø 16.0	50 Ø 16.0	- 4 %
04	(20 x 100)	24 Ø 16.0	36 Ø 16.0	- 33 %
05	(30 x 50)	24 Ø 12.5	18 Ø 16.0	- 19 %
06	(20 x 100)	10 Ø 12.5	14 Ø 10.0	+12 %
07	(20 x 70)	10 Ø 10.0	10 Ø 10.0	-----
08	(20 x 70)	08 Ø 12.5	08 Ø 10.0	+ 56 %
09	(25 x 80)	28 Ø 16.0	20 Ø 20.0	- 10 %

13

Registrado em 06 de abril de 2011. Livro: 010/ENG.				
				diferença
10	(20 x 100)	34 Ø 12.5	34 Ø 16.0	- 39 %
11	(25 x 125)	18 Ø 12.5	28 Ø 10.0	+5 %
12	(25 x 178)	38 Ø 10.0	38 Ø 10.0	-----
13	(25 x 178)	16 Ø 16.0	38 Ø 10.0	+8 %
14	(25 x 125)	18 Ø 12.5	28 Ø 10.0	+0,5 %
15	(20 x 218)	34 Ø 10.0	34 Ø 10.0	-----
16	(20 x 218)	Ø 10.0	34 Ø 10.0	-----
17	(20 x 70)	10 Ø 10.0	10 Ø 10.0	-----
18	(30 x 70)	18 Ø 12.5	28 Ø 10.0	+0,5 %
19	(30 x 70)	08 Ø 16.0	20 Ø 10.0	+2 %
20	(20 x 70)	08 Ø 12.5	08 Ø 10.0	+56 %
21	(20 x 70)	12 Ø 12.5	30 Ø 10.0	- 37 %
22	("25" x 100)	42 Ø 16.0	30 Ø 20.0	- 10 %
23	("25" x "208")	34 Ø 12.5	76 Ø 10.0	- 30 %
24	("25" x 100)	42 Ø 16.0	34 Ø 20.0	- 21 %
25	(20 x 70)	08 Ø 12.5	16 Ø 10.0	- 22 %

Obs: Foi constatado que todos os estribos possuíam bitolas de 4.2mm com espaçamento entre eles de 15cm exceto o pilar P15 que possui estribos de 6.3mm e espaçamento igual aos demais.

14



15

Edifício Real Class



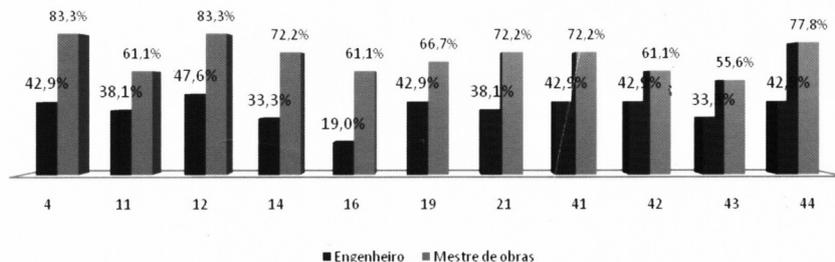
Belém do Pará

34 pisos

105m 20.01.2011 35MPa

16

Figura 3 – Desvios de função



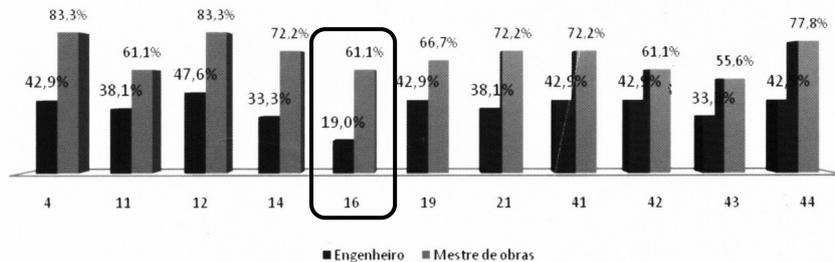
DESVIOS DE FUNÇÃO DE UM MESTRE DE OBRAS

- 4. Decidir onde serão depositados os materiais utilizados no decorrer da obra, de acordo com a sua experiência.
- 11. Fazer a locação da obra a partir de pontos de referência definidos pelo topógrafo (ou outro profissional).
- 12. Conferir os gabaritos de marcação de obra (distância entre eixos e níveis de referência) antes de dar seqüência aos serviços.
- 14. Relatar todas as excentricidades, ocorridas na execução da fundação ao engenheiro residente ou calculista.
- 16. Autorizar trocas de bitolas de aço na falta dos materiais pré-determinados.
- 19. Autorizar a substituição de materiais por conta própria (madeiras/compensados) na falta daqueles previstos.
- 21. Definir os espaçamentos das escoras.
- 41. Solicitar compras de materiais.
- 42. Solicitar (compra/aluguel) máquinas e equipamentos de pequeno e médio porte.
- 43. Conhecer a frequência diária de todos os funcionários inclusive de empreiteiros.
- 44. Acompanhar a movimentação (material/equipamentos/resíduos) tudo o que entra e sai do canteiro diariamente.

Mapeamento de competências e atribuições de um mestre de obras. Revista Concreto & Construções, Ano XXXIX, n.62. IBRACON, Abr.Mai.Jun. 2011. p. 13-18

17

Figura 3 – Desvios de função



DESVIOS DE FUNÇÃO DE UM MESTRE DE OBRAS

- 4. Decidir onde serão depositados os materiais utilizados no decorrer da obra, de acordo com a sua experiência.
- 11. Fazer a locação da obra a partir de pontos de referência definidos pelo topógrafo (ou outro profissional).
- 12. Conferir os gabaritos de marcação de obra (distância entre eixos e níveis de referência) antes de dar seqüência aos serviços.
- 14. Relatar todas as excentricidades, ocorridas na execução da fundação ao engenheiro residente ou calculista.
- 16. Autorizar trocas de bitolas de aço na falta dos materiais pré-determinados.
- 19. Autorizar a substituição de materiais por conta própria (madeiras/compensados) na falta daqueles previstos.
- 21. Definir os espaçamentos das escoras.
- 41. Solicitar compras de materiais.
- 42. Solicitar (compra/aluguel) máquinas e equipamentos de pequeno e médio porte.
- 43. Conhecer a frequência diária de todos os funcionários inclusive de empreiteiros.
- 44. Acompanhar a movimentação (material/equipamentos/resíduos) tudo o que entra e sai do canteiro diariamente.

Mapeamento de competências e atribuições de um mestre de obras. Revista Concreto & Construções, Ano XXXIX, n.62. IBRACON, Abr.Mai.Jun. 2011. p. 13-18

18

Arena Corinthians (Itaquerao)
Localización : Itaquera, São Paulo
Arquitecto: Coutinho e Cordeiro / DDG
Constructora: Odebrecht Infraestrutura
Tiempo de obra: mayo 2011 - diciembre 2013
Inversión total: US\$ 350 millones



19

27/11/2013 13h05 - Atualizado em 27/11/2013 18h04

Acidente nas obras do estádio do Corinthians deixa mortos

Estrutura caiu sobre caminhão e arquibancadas na tarde desta quarta (27). Estádio vai sediar jogo de abertura e mais cinco partidas da Copa de 2014.

Do G1 São Paulo

Tweetar 1.681 Recomendar 13 mil 2994 comentários



<http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2013/11/acidente-nas-obras-do-estadio-do-corinthians-mobiliza-bombeiros.html>

20



MÓDULO QUE DESABOU

GUINDASTE

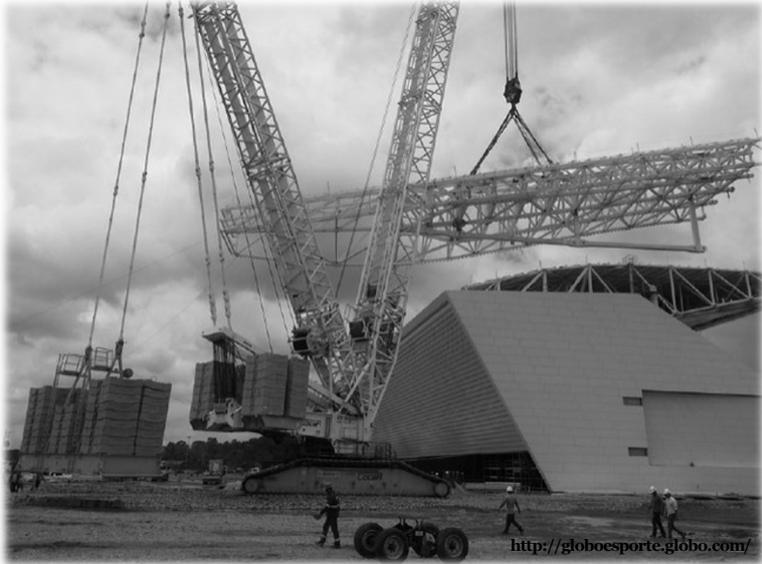
Cronologia: 27/11

12h40	Acidente acontece quando operários colocavam estruturas na fachada do estádio
12h54	Bombeiros são acionados para atender ocorrência na Av. Miguel Ignácio Curi, 900
13h45	Trabalhadores são dispensados e deixam o estádio
14h	A Defesa Civil interdita 30% da obra

g1.com.br Infográfico elaborado em 27/11/2013

21

Antes del accidente...



<http://globoesporte.globo.com/>

22



23

El constructor dijo en una declaración poco antes de las 13h, la grúa izó el último módulo de la estructura de la cubierta metálica del estadio se derrumbó causando la caída de la pieza sobre una parte del área de circulación del edificio este— golpeando parcialmente la fachada. Según la compañía, la estructura de las graderías no se ha visto comprometida. Un camión que estaba fuera de esta zona fue afectado y el conductor que estaba en la cabina del piloto murió.

<http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2013/11/acidente-nas-obras-do-estadio-do-corinthians-mobiliza-bombeiros.html>

ACIDENTE NO ITAQUERÃO

Fifa prevê atraso de 45 a 60 dias nas obras da Arena Corinthians

Estádio deve ser entregue até março de 2014
27 de novembro de 2013 | 21h 13

Notícia **A+ A-**

Enviar Recomendar 42 Compartilhar G+1 Tweet 109

Paulo Favero - O Estado de S. Paulo

SÃO PAULO - A Fifa já tem consciência de que vai haver um atraso no cronograma de obras do Itaquerão, depois que a última treliça de aço da cobertura caiu em cima de parte da fachada, num acidente que provocou a morte de dois operários nesta quarta-feira. Segundo estimativa preliminar, o adiamento de entrega do estádio do Corinthians será de 45 e 60 dias, o que não deve ser grande problema, pois já estava previsto para 2014 os trabalhos de colocação das arquibancadas móveis atrás dos gols e de construção da área de hospitalidade no entorno do local.

Oficialmente, a Fifa e o Comitê Organizador Local (COL) da Copa explicam que vão aguardar a perícia ser realizada nos próximos dias para bater o martelo sobre a situação do Itaquerão, mas nos bastidores já sabem que o atraso fará com que o estádio seja entregue somente em fevereiro ou março. Por ter sido uma fatalidade, a aceitação da prorrogação de finalização da arena é mais tranquila e não deve haver a reclamação recorrente nos atrasos de obras no Brasil.

A queda do guindaste e da peça de 420 toneladas em cima de parte do teto e da fachada do estádio fez com que oito das 44 colunas do painel de LED da área ficassem danificadas. Além disso, a treliça que estava mais perto da peça que caiu também parece ter ficado entortada. Por isso, precisará ser removida, colocada no chão, desmontada e revisada para ver se existe alguma avaria. Só assim poderá ser recolocada na cobertura do Itaquerão. Ao que tudo indica, o restante do estádio está intacto, como as arquibancadas e o gramado. E tanto a construtora Odebrecht quanto a Defesa Civil já atestaram que a estrutura da arena não foi afetada.

<http://www.estado.com.br/noticias/esportes/fifa-preve-atraso-de-45-a-60-dias-nas-obras-da-arena-corinthians,1101439.o.htm>

24

Caso Fábrica Bangladesh

Fábricas de Bangladesh ignoraram alerta de risco um dia antes de desabamento

Manufaturas desrespeitaram ordem da polícia para esvaziar prédio que apresentava rachaduras visíveis; mais de 220 foram mortos em desabamento

IG São Paulo 25/04/2013 09:34:17 - Atualizada às 25/04/2013 12:42:33



Um dia antes do **desmoronamento de um prédio em Bangladesh**, que deixou ao menos 228 mortos, a polícia havia ordenado que o edifício fosse esvaziado por causa de rachaduras profundas visíveis nas paredes. Entretanto, as fábricas de roupa que funcionavam dentro do local ignoraram a ordem e mantiveram mais de 2 mil funcionários trabalhando, informaram autoridades nesta quinta-feira (25), quando **40 sobreviventes** foram encontrados em cômodo no quarto andar.

4º andar: Equipes de resgate encontram 40 sobreviventes em prédio de Bangladesh

A tragédia no subúrbio de Savar, em Daca, aconteceu menos de cinco meses após um **incêndio** que deixou 112 mortos em uma fábrica de roupas e revelou as condições de segurança precárias nas quais trabalham os funcionários nessas oficinas de costura que produzem peças de roupa para o mundo inteiro. Algumas das empresas do edifício que caiu afirmam que entre seus clientes estão gigantes do varejo como o Wal-Mart.

<http://ultimosegundo.ig.com.br/mundo/2013-04-25/fabricas-de-bangladesh-ignoraram-alerta-de-risco-um-dia-antes-de-desabamento.html>

25

Caso Fábrica Bangladesh



<http://www.youtube.com/watch?v=pEbFnAMHHps>

26

Caso Fábrica Bangladesh

The building

The Rana Plaza site was prepared by draining water from a pond and filling it with concrete foundations, according to local residents. It was originally planned to have six storeys, but other floors were added, even though no plans were filed with authorities. Bangladesh's Home Ministry said Thursday it suspects vibration from electrical generators on the top floor "is one of the reasons for the building collapse."

NINTH FLOOR
Under construction

EIGHTH FLOOR
Unknown

SEVENTH FLOOR
New Wave Bottoms Ltd.

SIXTH FLOOR
New Wave Style Ltd.

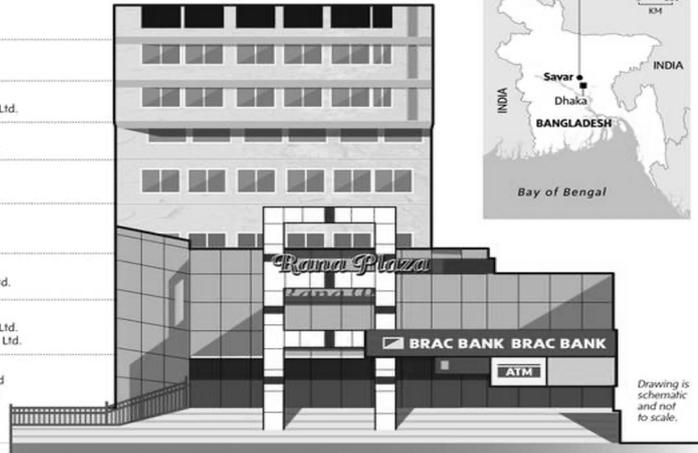
FIFTH FLOOR
Ether Textile Ltd.

FOURTH FLOOR
Phantom Tack Ltd.

THIRD FLOOR
Phantom Apparels Ltd.

SECOND FLOOR
New Wave Bottoms Ltd.
and New Wave Style Ltd.

FIRST FLOOR
Brac Bank branch and
several shops selling
electronic goods,
perfumes and
garments



JOHN SOPINOKI, MICHAEL BRD AND STEPHANIE CHAMBERS/THE GLOBE AND MAIL. © SOURCES: THE WALL STREET JOURNAL; DAILY TELEGRAPH; CAPITAL DEVELOPMENT AUTHORITY IN DHAKA; BANGLADESH UNIVERSITY OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY; REUTERS, BDNWS24.COM

<http://www.thedailystar.net/beta2/news/like-a-pack-of-cards-it-crumbles/>

27

Caso Fábrica Bangladesh

- El edificio tenía nueve pisos, que albergaba cinco talleres textiles;
- El mayor desastre industrial de la historia de Bangladesh:
 - 1.127 muertos;
 - 2.437 heridos;
 - 100 desaparecidos.

<http://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/efe/2013/05/10/numero-de-mortos-em-acidente-em-bangladesh-superam-omilhar.htm>

28

Caso Fábrica Bangladesh



<http://www.youtube.com/watch?v=pEbFnAMHHps>

29

Caso Fábrica Bangladesh

El ingeniero Adbur Razzak fue llamado por el propietario del edificio cuando aparecieron grietas en los pilares de concreto un día antes del accidente. A pesar de sus advertencias de que el edificio no era seguro - citado en medios de comunicación locales horas antes del colapso - miles de trabajadores, la mayoría mujeres, fueron enviados de vuelta a la fábrica a la mañana siguiente.

http://noticias.terra.com.br/mundo/asia/engenheiro-que-alertou-sobre-predio-em-bangladesh-e-presos_b57a98cfeb76e310VgnCLD2000000dc6eboaRCRD.html

30

Tragedia



<http://ultimosegundo.ig.com.br/mundo/2013-04-25/fabricas-de-bangladesh-ignoram-alerta-de-risco-um-dia-antes-de-desabamento.html>

31

Explosión en un edificio en México 32 muertos (PEMEX)



32

Ser Ingeniero es bueno... pero ten cuidado con la imagen!

33

OE
O EMPREITEIRO

Ano 11 - Junho 2013 - Nº 521 - R\$ 20,00
www.revistaempreiteiro.com.br

RANKING DA ENGENHARIA BRASILEIRA
500 GRANDES DA CONSTRUÇÃO

BRASIL INTERIOR
A força das fronteiras regionais

Estados investem em obras mais do que o dobro de recursos da União

Hidrelétricas, estradas, metrô
Obras para o País não parar

34

Mesa-redonda | Engenharia do Milênio

O duro aprendizado e o juramento dos engenheiros

Paulo Helene*

Resposta à 1ª questão. - Sem dúvida a engenharia brasileira está aprendendo a duras penas, pois a demanda tem sido intensa e a penetração de empresas estrangeiras fornecedoras de equipamentos, materiais e sistemas, e até mesmo construção de projetos mais sofisticados tem ocorrido com frequência. É comum o estabelecimento de parcerias entre projetistas brasileiros e estrangeiros, entre construtores, enfim. Está havendo uma transferência de tecnologia, mas o gap de conhecimento tem gerado uma certa incerteza quanto ao futuro de algumas empresas nacionais por causa da agressividade e competência das empresas estrangeiras.

Resposta à 2ª questão. - Considerando que a engenharia civil compreende as etapas de projeto, materiais, construção e uso, sem dúvida a engenharia brasileira se destaca nas etapas de materiais e de construção de grandes obras. A indústria de cimentos e de siderurgia brasileiras (líder-se grupo Votorantim e grupo Gerdau), têm padrão internacional e são capazes de competir em igualdade de competência, produtividade, atualidade e qualidade com os melhores grupos internacionais. As construtoras brasileiras de estradas, barragens, pontes, túneis e metrô também são respeitadas e consagradas no País e no exterior como de primeira linha, orgulhando qualquer engenheiro por mais rigoroso que seja. Menos ávida o Brasil é quanto para qualquer outro país industrializado. Infelizmente, não se pode dizer o mesmo quando o tema é edificações residenciais e comerciais. Nesse campo o atraso é evidente, da arquitetura à construção e operação passando significativamente pelo projeto estrutural e de instalações. Para a construção de estádios, grande parte de nossa engenharia de projeto, de materiais, de execução e até de arquitetura teve de buscar tecnologia externa. Se amanhã um investidor decidir construir um edifício de 300 m de altura (como a Torre Costanera de Santiago do Chile), a engenharia brasileira vai possivelmente agir da mesma forma, buscando desde elevadores e projeto de arquitetura, até materiais e execução. Os dois museus importantes em construção no País, o MISA e o Museu do Amanhã, no Rio de Janeiro, são projetos de escritórios estrangeiros. A engenharia de construção brasileira tem dificuldade para vencer os "desafios" especificados nesses projetos, a exemplo do que ocorreu com a Casa da Música, o Museu Iberê Camargo e outras obras consideradas emblemáticas. É por isso que estão penetrando facilmente no País os escritórios de projeto de arquitetura e estrutural, os softwares estruturais e de gerenciamento e os fornecedores de materiais e sistemas de obras sofisticadas. Infelizmente, ainda há grande atraso no domínio de estruturas mistas, de estruturas compostas, de estruturas de pré-moldado. O resultado tem sido, lamentavelmente, uma série de acidentes, colapsos, interdições inesperadas e reformas precoces.

Respostas às duas questões expostas na 3ª pergunta. - A norma-



lização de um país e o retrato de seu grau de desenvolvimento. Novamente é necessário separar as especialidades. Na área, por exemplo, de cimentos, agregados e concreto, o Brasil tem um lugar de destaque e tem sido reconhecido como líder e um dos referenciais para a normalização mundial. Foi um dos primeiros a bem introduzir adições, critérios de desempenho, conhecimentos, substituição de combustíveis, enfrentar o problema de reação alcali-agregado com medidas profiláticas inteligentes e sustentáveis, aceitar maiores teores de MgO, limitar o teor de sustentabilidade na fabricação de cimentos, o material de construção mais consumido pela humanidade. Infelizmente não se pode dizer o mesmo dos materiais tipo aditivos, adesivos, elastômeros, impermeabilizantes, hidrofugantes, revestimentos, nos quais a cartilha de normas e o abuso cometido duramente pelo setor. Há poucos anos, a ABNT chegou a ter mais de 15 mil normas no seu acervo. Hoje talvez não chegue a 10 mil, porque muitas delas caducaram, os produtos inovaram e novas não foram geradas. Por outro lado hoje há maior interação do meio técnico nacional com o estrangeiro e da ABNT com os organismos similares de caráter internacional tipo ISO, e eu gosto de pensar que em poucos anos seremos capazes de reverter essa tendência e ajustar melhor e mais rapidamente nosso acervo aderindo e aproximando-o à normalização internacional.

Resposta à 4ª questão. - Esse é um tema complexo e controverso. Particularmente sou favorável ao exercício profissional com responsabilidade e com penalidade aos corruptos, incompetentes e irresponsáveis. A ninguém é dado o direito de desconhecer as leis e da mesma maneira a nenhum engenheiro é dado o direito de desconhecer as normas técnicas e a arte de bem projetar e bem construir. A profissão do engenheiro é igual a de um médico. É uma profissão de "confiança pública" e confiança não se impõe; ao contrário, deve ser conquistada dia a dia ao longo dos tempos com atos, obras e posturas. Assim como para os advogados as leis são os grandes referenciais balizadores da execução profissional, para nós, engenheiros, o referencial são as normas de projeto, de execução e controle, de produto e mais recentemente de desempenho. Não há como acilar passivamente que coisas contêm essas regras. No juramento de engenheiro praticado por todos ao formar-se, fazemos algo assim: "Prometo sob juramento observar os postulados da ética profissional, concorner para o desenvolvimento da técnica, da ciência e da arte e bem servir aos interesses da sociedade e da nação". Em definitivo vê-se claramente que nosso compromisso profissional é com a sociedade e não com a engenharia mal praticada.

*Paulo Helene, professor e diretor da PID Engenharia

44 | O Empreiteiro | Julho 2013

La profesión de Ingeniero Civil es una profesión de

“confianza pública”

... y la confianza no se imponen, se debe ganar...

35

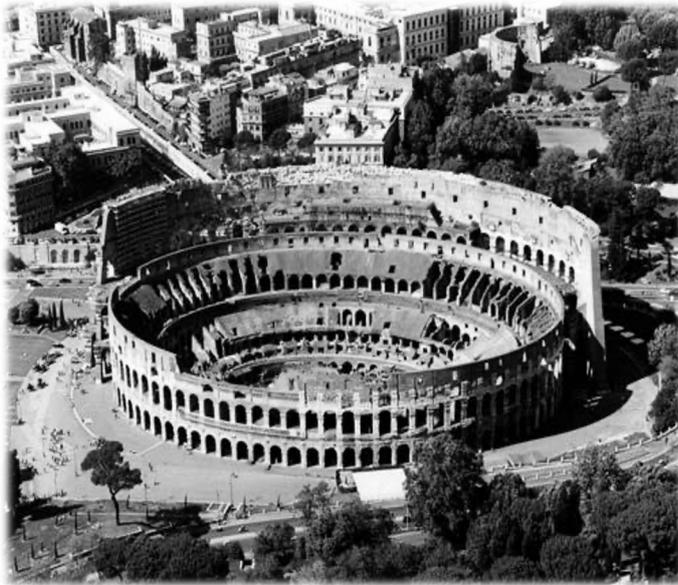
Juramento del Ingeniero

“Prometo bajo juramento de observar los principios de la ética profesional, contribuir al desarrollo de la tecnología, la ciencia y el arte, y así servir a los intereses de la sociedad y la nación”.

“este es el juramento de los ingenieros utilizado en la graduación de POLI.USP”

36

El origen de la palabra INGENIERÍA se debió al ingeniero civil. Viene de Roma la antigua expresión “*Ingenium Civitas*”, en otras palabras, ingeniería de las ciudades o ingeniería de la civilización.



37

**Cuando la profesión
fue reconocida por
primera vez en la
historia de la
humanidad?**

PhD Ingeniería

38

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



64m

2790 A C

La Pirámide escalonada de Djeser

39



**Pirámide de
Giza**

Faraó Khufu

Queóps

147 m

Egito

2.580 aC

40

Materiales Estructurales

1. Madera / bambu;
2. Barro / arcilla (+ fibra);
3. Cerámica;
4. Roca

PhD Engenharia

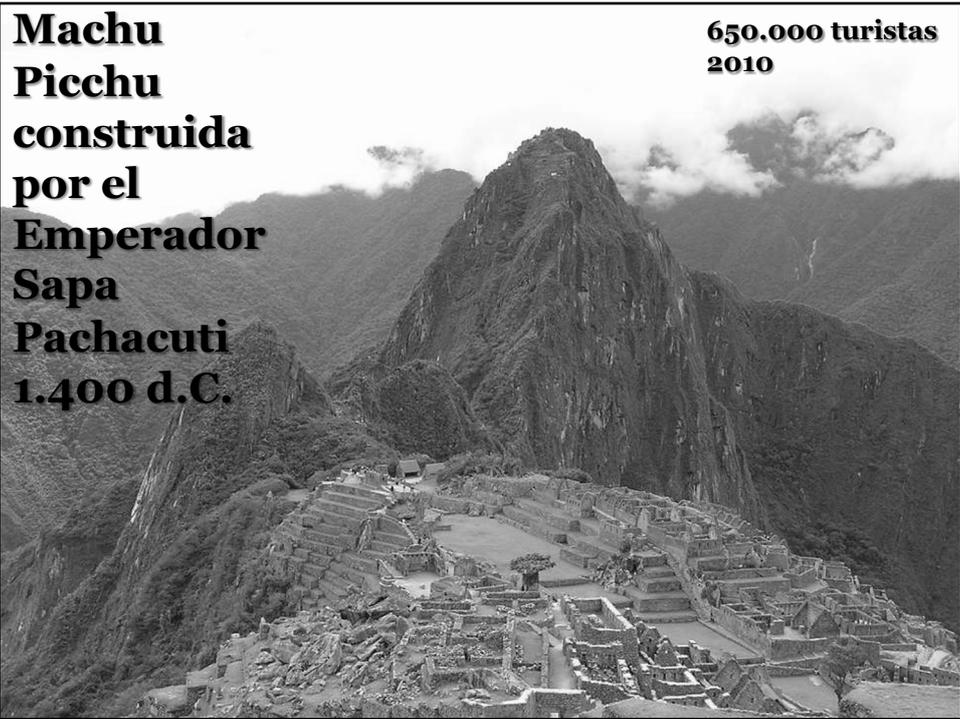
41

La Gran Revolución

La arquitectura podría
construir obras durables,
majestuosas y grandes.

PhD Engenharia

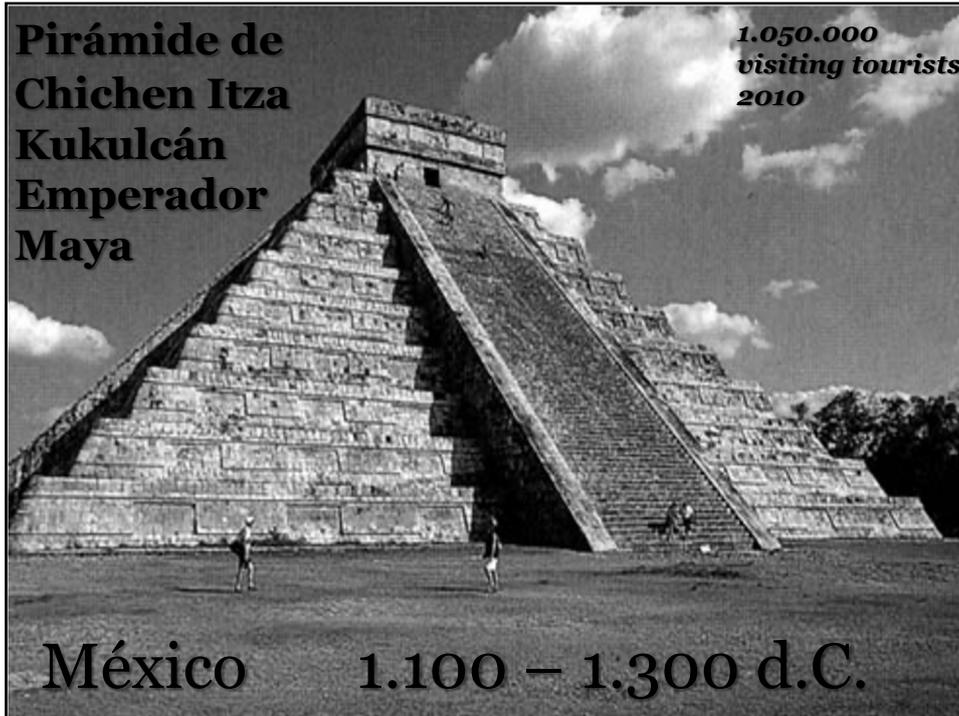
42



43



44



45

El concepto de construcción con durabilidad existe desde la antigüedad

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

Arquitectos Ictinos de Mileto e Calícrates (escultor Phidias)

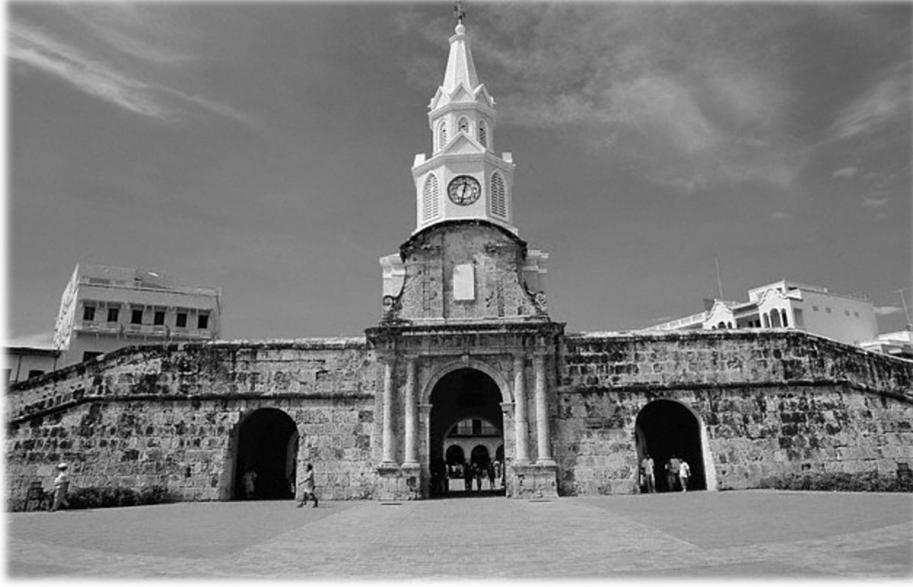


**Pártenon, 440 aC
“siglo de Péricles”**



46

Cartagena de Índias



47



48

Ícones da Argentina



*Casa de la Independencia (1760)
Utilizada na Proclamação da independência
em 09/07/1816*



*Iglesia Catedral – Cordoba
(iniciada 1573 e consagrada em 1706)*

PhD Engenharia

49

Ícones da Argentina



Arco de Córdoba (1943)



*Catedral de la Rioja
(1915)
após o terremoto de 1894*

PhD Engenharia

50

Concepción del Uruguay



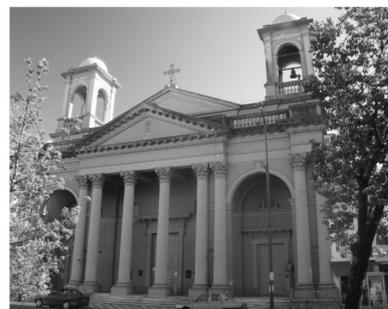
PhD Engenharia

51

Concepción del Uruguay



*Palácio San Jose de Flores
(1859)*



*Basílica Inmaculada Concepción
(1780)*

PhD Engenharia

52



53

**Cuando el concreto
(estructural) APARECIÓ
POR PRIMERA VEZ
en la HISTORIA?**

PhD Engenharia

54

**Panteón
de
Roma**



55

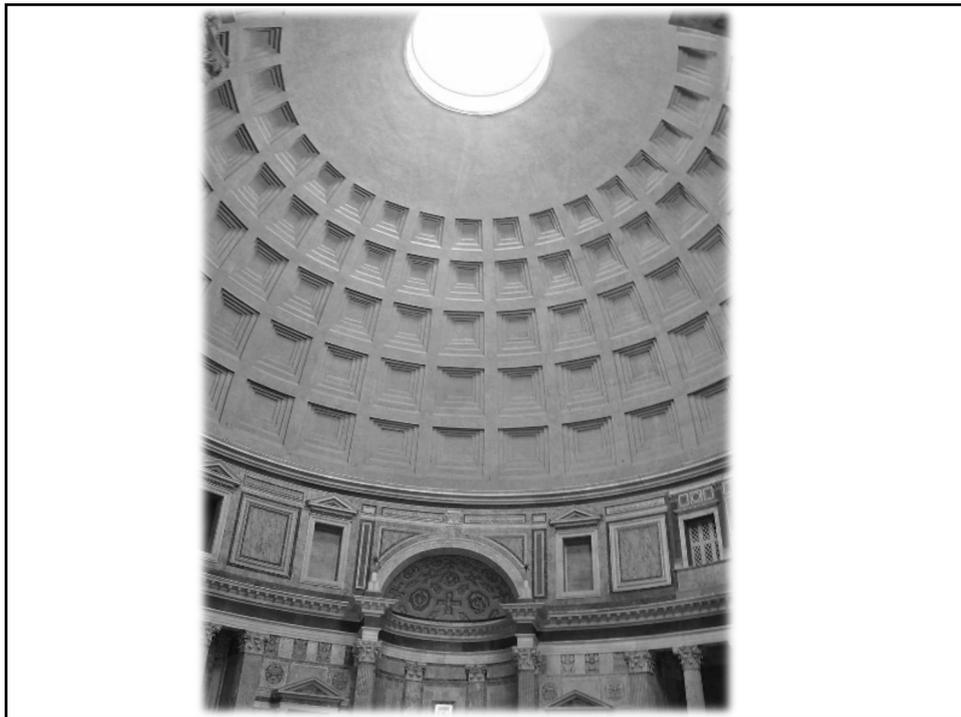


56

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



57



58



59



60

Siglos históricos

IV → Estilo Bizantino → Catedral Santa Sophia, Istanbul

IX → Estilo Románico → Abadia Cluny, França

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

XV → Estilo Renacentista

XVII → Estilo Barroco → Catedral São Pedro, Bernini

XVII → Estilo Neoclásico → Arco do Triunfo , Paris

PhD Engenharia

61

Catedral de Notre Dame



1163-1330

Bóveda de la nave central → 35 m de altura

62

Siglos históricos

IV → Estilo Bizantino → Catedral Santa Sophia, Istanbul

IX → Estilo Románico → 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 do Triunfo, Paris

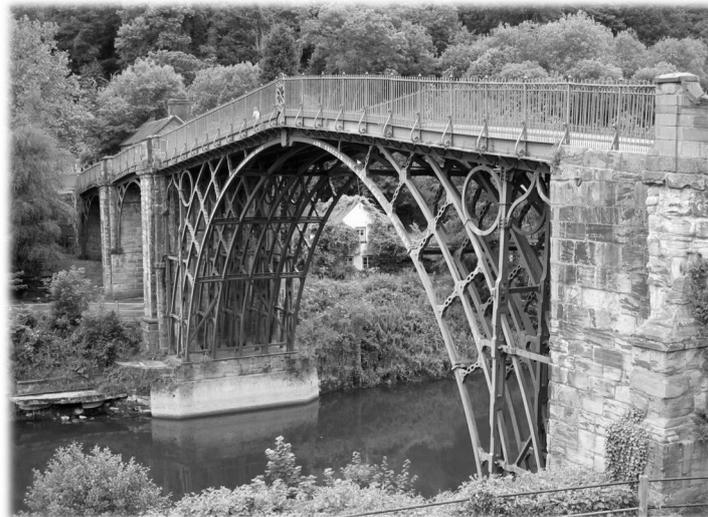
XIX → Estructuras metálicas

PhD Engenharia

63

**Primera Puente Metálica → 1.779 d.C.
Coalbrookdale Bridge en Telford, Inglaterra**

Aún en la actualidad, el apoyo a tráfico ligero y pedestres



64



Puente do Brooklin, New York, USA → 1.883
John Augustus Roebling
puente colgante con cables de acero galvanizado

65

**Fundación
en piedra y
mampostería
en bloques
de piedra**



66

II Gran Revolución

Las Arquitectura de Estructuras podrían diseñar previamente inimaginables trabajos con más rapidez y seguridad para superar grandes vanos, y podrían construir alturas nunca antes vistas.

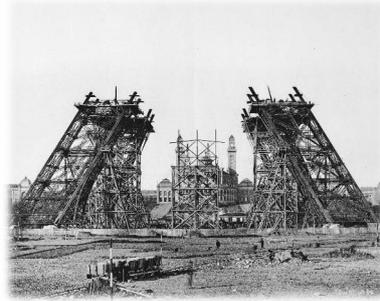
67



68



18 de julio 1887: comienzo de montaje del pilar 3



07 de diciembre 1887: montaje parte inferior



20 de marzo 1888: instalación de plataformas horizontales



15 de mayo 1888: montaje de los pilares en el primer piso

69



21 de agosto 1888: montaje de la segunda plataforma

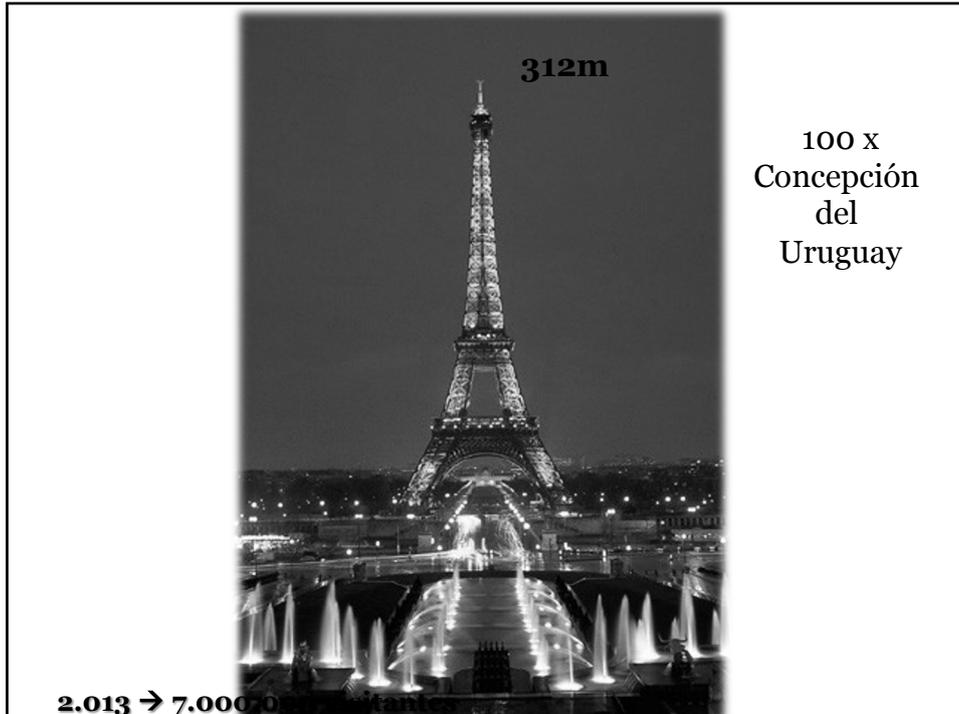


26 de diciembre 1888: Montaje de la parte superior



Finales de marzo de 1889: panorama general de la obra

70



71

**¿Dónde están los
edificios
comerciales y
residenciales?**

¿Qué pasó?

PhD Ingeniería

72



Palacio de Westminster → Houses of Parliament
1.868 dC Big Ben

73

- **1.888 → Leroy Buffington**
USA, esqueleto reticular
- **1.853 → Otis, ascensor**
seguro, 1889 → 1º ascensor
eléctrico en NY

PhD Engenharia

74



Los primeros rascacielos fue en 1.890-1.891 con la construcción del edificio Wainwright con 42m St. Louis, USA.

Conocido Escuela de Chicago

Projetista
Arquitecto Louis Henry
Sullivan

75

**Siglo “XX”
1892**

**Aparece un nuevo
material**

Concreto Armado

76

Las primeras normas sobre Estructuras de concreto

1903	Suiça
1903	Alemanha
1906	França
1907	Inglaterra

77



78



**Systeme
Hennebique**
Paris, Rue Danton 1

7 pisos
Francia 1.901
30m

$f_{ck} = ?$
112 años !

*edificio en concreto más
antiguo del mundo*

79



Palacio Salvo
Montevideú

27 pisos
Uruguay 1925
103m

$f_{ck} = ?$
85 años !
world record

80



Edifício Martinelli

1929

106m

81 años

world record

São Paulo, Brasil

81

Ícones da Argentina



*Obelisco de Buenos Aires e Avenida Nove de Julio
(1936 e 1930) a avenida mais ancha do mundo*



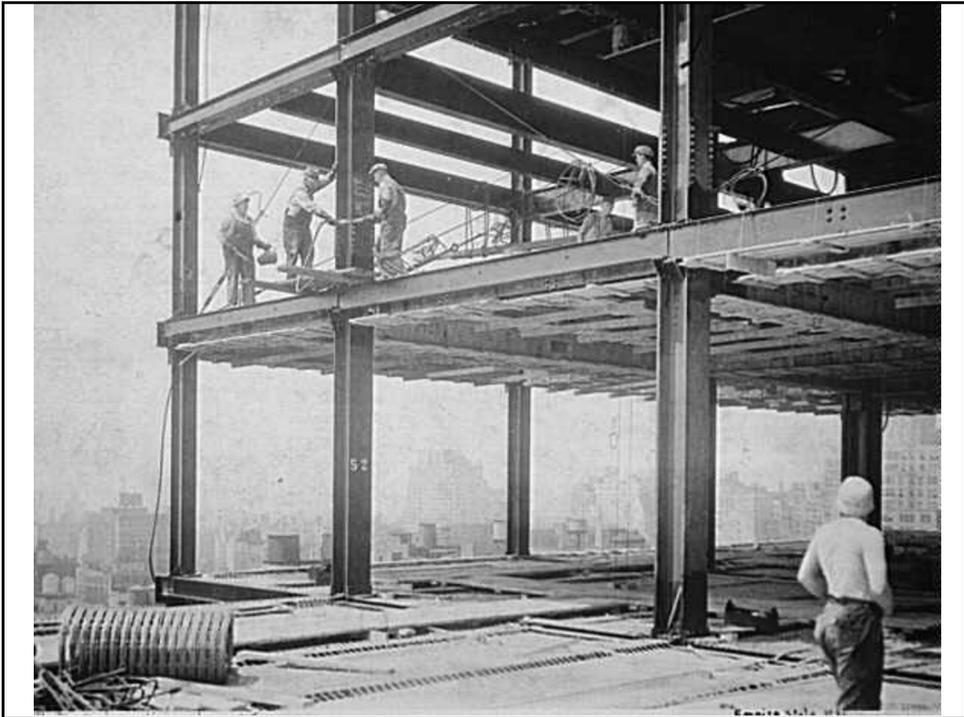
*Edifício Kavanagh (1935)
com 120m foi o maior rasca
cielo del mundo da época
“hito histórico internacional
de la ingeniería” pela ASCE
dos EUA*

PhD Engenharia

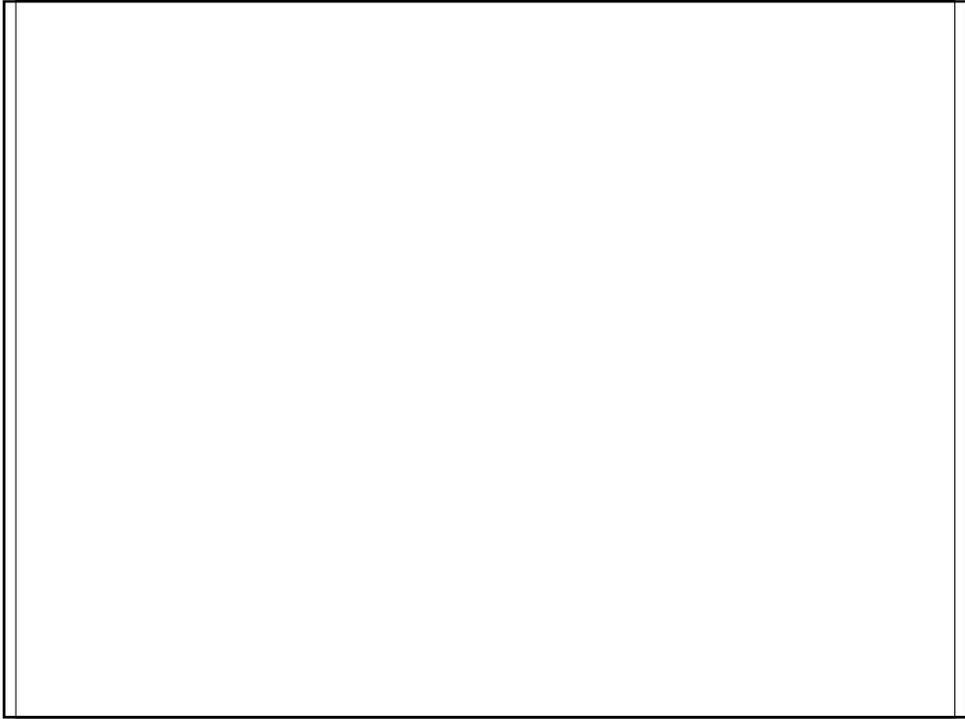
82



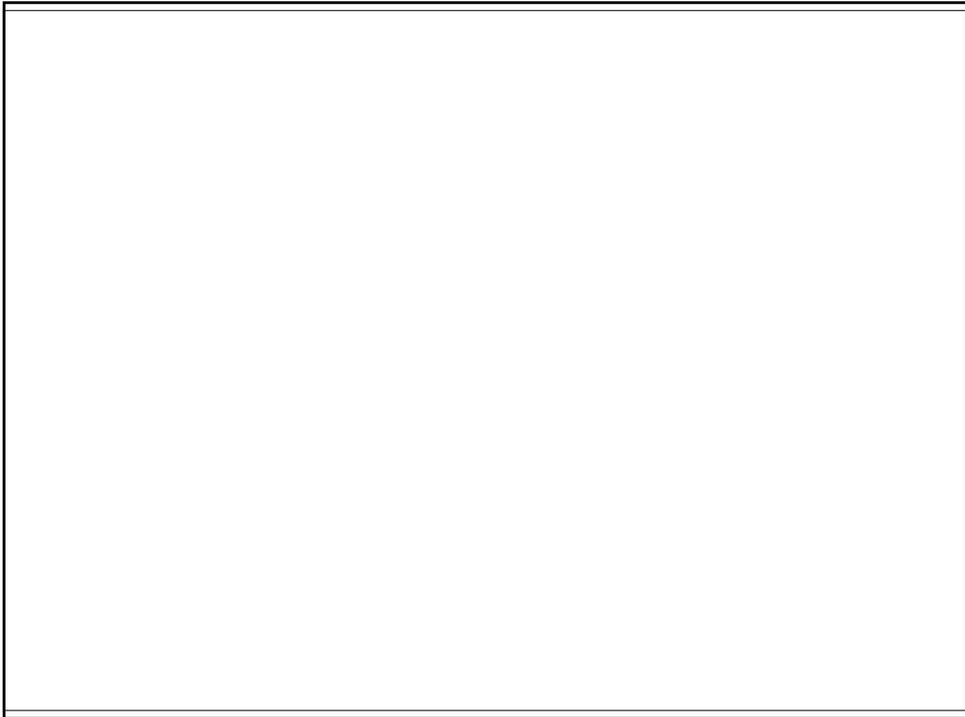
83



84



85



86



87

Siglo XX
1.928

“nuevo material estructural”

concreto Pretensado

Eugene Freyssinet

PhD Engenharia

88



89



90



91



92



93



94

Torre Cavia (Buenos Aires)



www.skyscraperlife.com
m

- Prédio mais alto da Argentina
- Altura: 172,8m (11º da América do Sul)
- Edifício residencial em concreto
- Construção entre 2006 e 2009

PhD Engenharia

95

Torre Renoir 2 (Buenos Aires)



www.cisametalurgica.com.ar
m.ar

- 2º prédio mais alto da Argentina
- Altura: 171,8m (12º da América do Sul)
- Edifício residencial em concreto
- Construção entre 2007 e 2012

PhD Engenharia

96

El Faro Towers (Buenos Aires)



www.skyscrapercity.com

- 3º prédio mais alto da Argentina
- Altura: 170m (13º da América do Sul)
- Edifício residencial em concreto
- Construção inaugurada em 2005

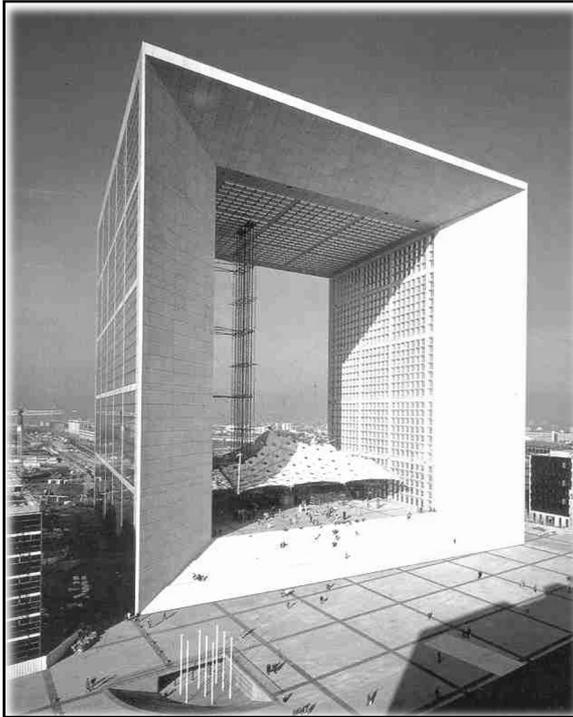
PhD Engenharia

97

III Gran Revolución

La arquitectura de las estructuras podría atreverse más porque se descubrió la forma de combinar dos materiales fantásticos. El concreto tendría la durabilidad de la roca, era compatible con el acero y todavía lo protegía "para siempre"

98



**Grand Arch
La Defense**

Paris

França 1990

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

“high-tech style”

99



**Petronas Towers
*Cesar Pelli***

Kuala Lumpur

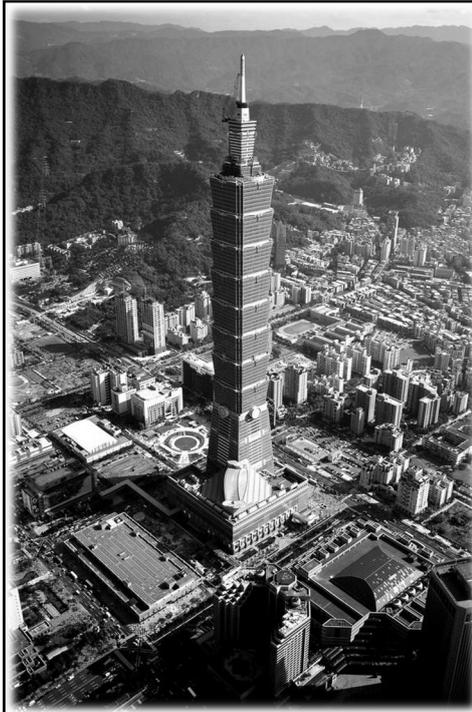
Malasia 1.997

452m

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

before/after

100



TAIPEI 101

Shangai World Financial Centre

Taiwan, China

2005

509m

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

steel / concrete

101

¿Cómo puede ser el futuro?

PhD Ingeniería

102

Arte y Ciencia de la Construcción

Marcus Vitruvius Pollio (*Ingeniero / Arquitecto Romano*)

40 años aC → “De Architectura”

10 volúmenes → 800 años como un best - seller

Utilitas
Firmitas
Venustas

(funcional)
(estable y duradera)
(hermosa)

Incluso hoy en día se puede considerar como los principales hitos de la investigación, la innovación y el desarrollo en la construcción civil

PhD Ingeniería

103

Utilitas
Funcional !

PhD Ingeniería

104



105



**Madre de Deus –
Bahia - BR**

**3 pisos
1m de ancho
16m de longitud
10m de altura**

106

**Sede de la CCTV
Beijing - China**



107

***Venustas
Hermosa !***

PhD Engenharia

108

***Oscar Niemeyer
Bruno Contarini***



Museu de Arte, Niterói / RJ

109

**El Auditorio de Tenerife
Espanha
2003
Santiago Calatrava**



110



111



112

28. Templo Bahá'í (Delhi, India)



113

Torre Solar de los Juegos Olímpicos de 2016

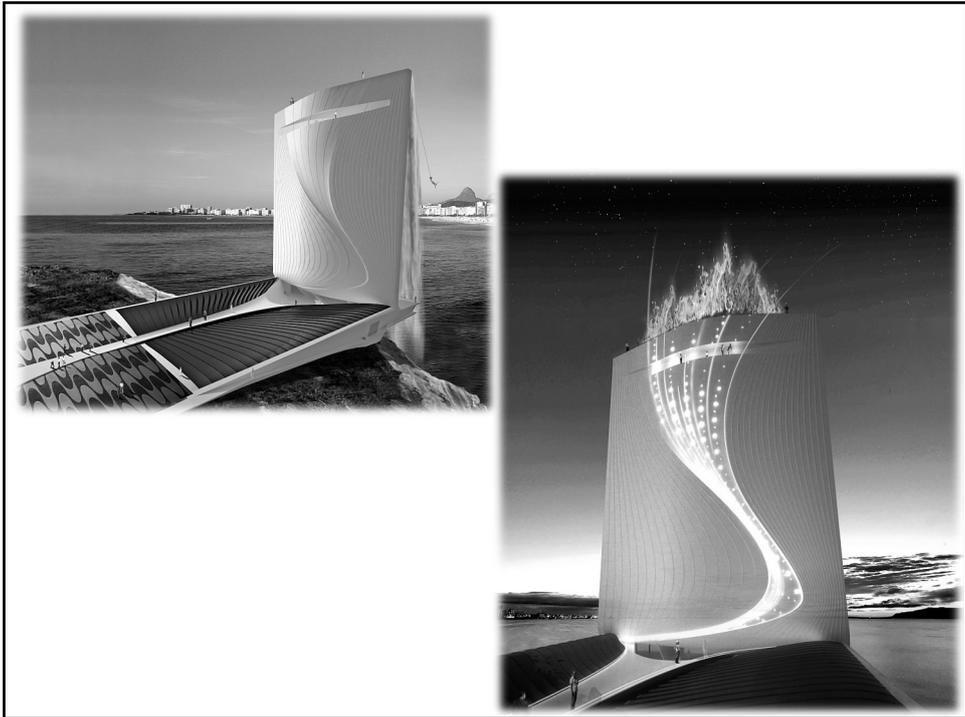
Rio de Janeiro - BR



114

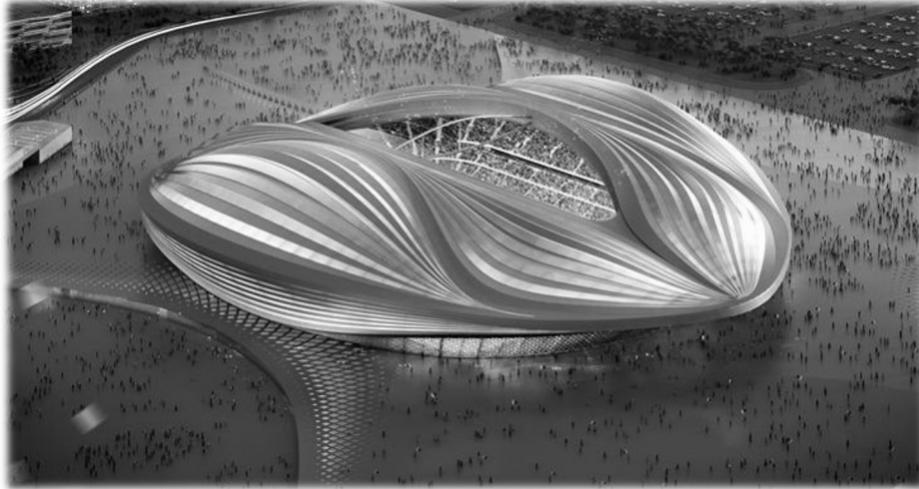


115



116

**Al Wakrah Stadium
será el estadio de la Copa del
Mundo de 2022 en Qatar**



117

Firmitas
estável e durável

PhD Engenharia

118

18. Casa Piedra (Guimarães, Portugal)



119



**Centro
Empresarial
Nações
Unidas**

Torre Norte

São Paulo
1997

Altura 179 m

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

PhD Engenharia

120

250 años de garantía.

Quien precisa de seguridad, integridad y resistencia...
 En menos de 4 horas, según el método de colocación...
 El resultado es que hoy...
 Quien precisa de solución segura en construcción...
 solo como marca Orlina o Engemix.

CONCRETO ENGEMIX

121

Arte y Ciencia de la Construcción

Marcus Vitruvius Pollio (Ingeniero / Arquitecto Romano)

40 años aC → “De Architectura”

10 volúmenes → 800 años como un best - seller

**Utilitas
Firmitas
Venustas**

**(funcional)
(estable y duradera)
(hermosa)**

Incluso hoy en día se puede considerar como los principales hitos de la investigación, la innovación y el desarrollo en la construcción civil

PhD Ingeniería

122

Arte y Ciencia de la Construcción

Marcus Vitruvius Pollio (*Ingeniero / Arquitecto Romano*)

40 años aC → “De Architectura”

10 volúmenes → 800 años como referencia

Sostenible

Incluso hoy en día se puede considerar como los principales hitos de la investigación, la innovación y el desarrollo en la construcción civil

PhD Ingeniería

123



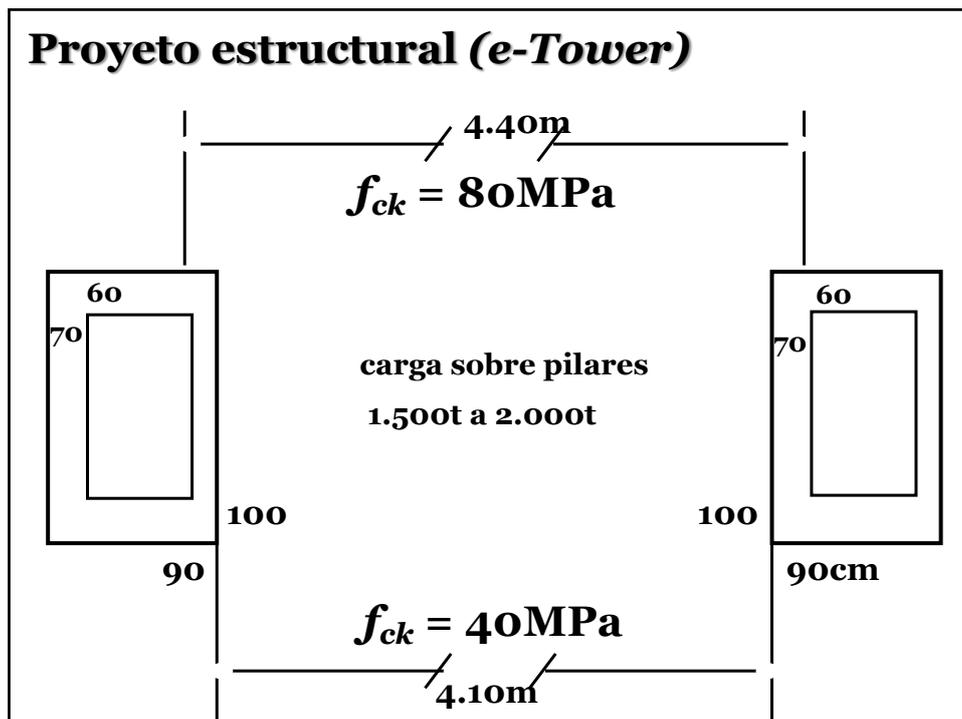
124



- Edificio e-Tower SP
- 42 pisos
- Helipuerto
- Piscina semi-olímpica
- Academia de gimnasia
- 2 restaurantes
- concreto coloreado
- f_{ck} pilares = 80MPa



125



126



127



128

Economía de los recursos naturales

Original:

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

**sección transversal \rightarrow 90cm x 100cm
0,90m²**

HPC / HSC:

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

**sección transversal \rightarrow 60cm x 70cm
0,42m²**

129

Economía de los recursos naturales

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

PhD Ingeniería

130

Consideraciones finales

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

PhD Engenharia

131

Edificios Altos

**De acuerdo con o Council on
Tall Buildings and Urban
Habitat - CTBUH, un edificio
es considerado rascacielos
cuando su altura excede
300m (>75 pisos)**

PhD Engenharia

132



En 1997 las Torres Petronas, en Kuala Lumpur, construidas en concreto, superó en altura la torre en metal Sears en Chicago

133

Pasados unos 8 años, y para el año 2020, habrá 96 nuevos edificios con una altura superior a 300 m

PhD Ingeniería

134

De este total de 96

"Rascacielos":

- 40 son en concreto
- 49 son compuestos
- sólo 7 son de acero

135

El edificio más alto del mundo, el Burj Khalifa en Dubai, con 820m, fue construido con concreto

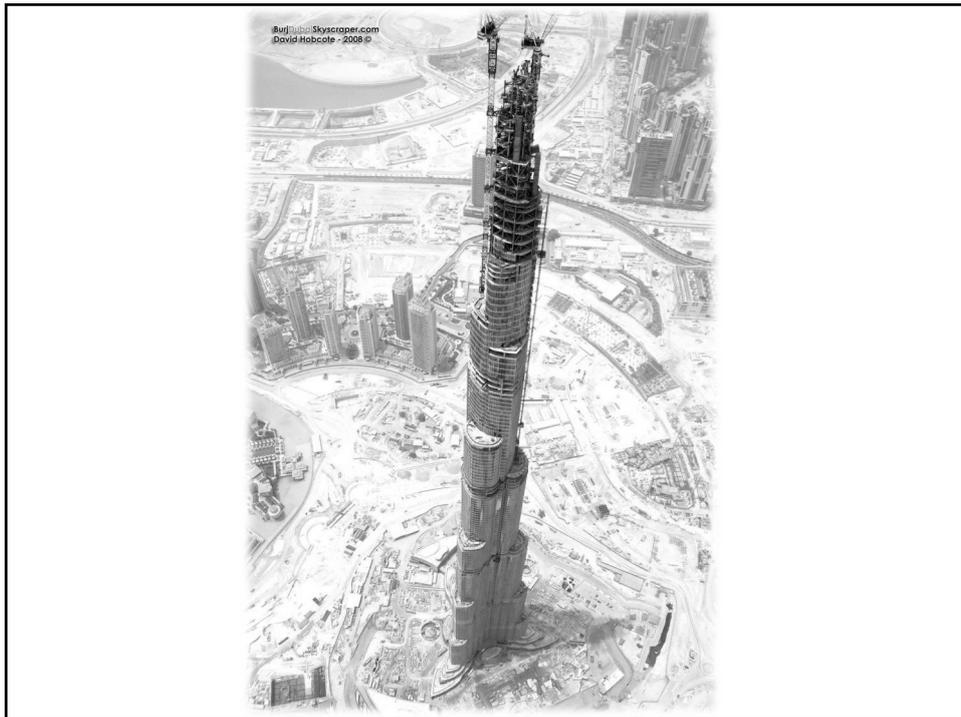
PhD Ingeniería

136

Burj Dubai - World tallest (2008)



137



138

El Futuro edificio más alto del mundo



KINGDOM TOWER

1km de Altura

Jeddah, Arábia Saudita

Los cálculos predicen que la Kingdom Tower va a consumir un mínimo de 500 mil m³ de concreto

139



140

En 100 años, el concreto
superó todos los límites
y fronteras de
conocimiento de
Arquitectura y
Ingeniería de Proyecto y
Construcción!

141

y continúa ... en
franca evolución sin
predicción de límites o
reemplazo!

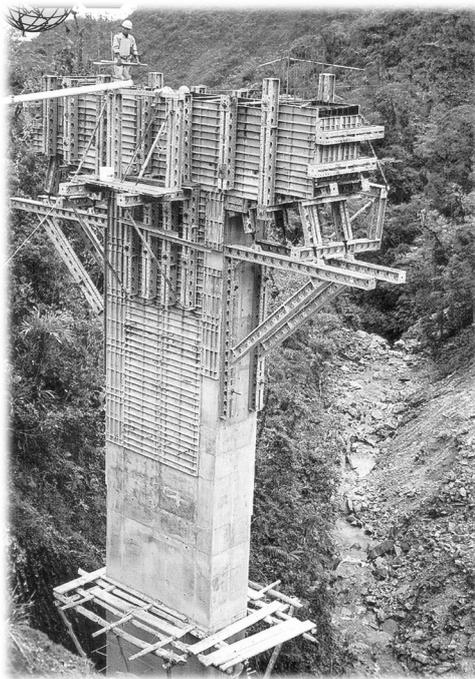
PhD Ingeniería

142

***Arquitectos e Ingenieros Civiles
construyen obras de referencia
de la fuerza, la grandeza, el
poder y el desarrollo de las
civilizaciones.***

***Reflejan su historia, sus sueños y
sus ideales en obras majestuosas
y duraderas que elevan la
autoestima de su pueblo.***

143

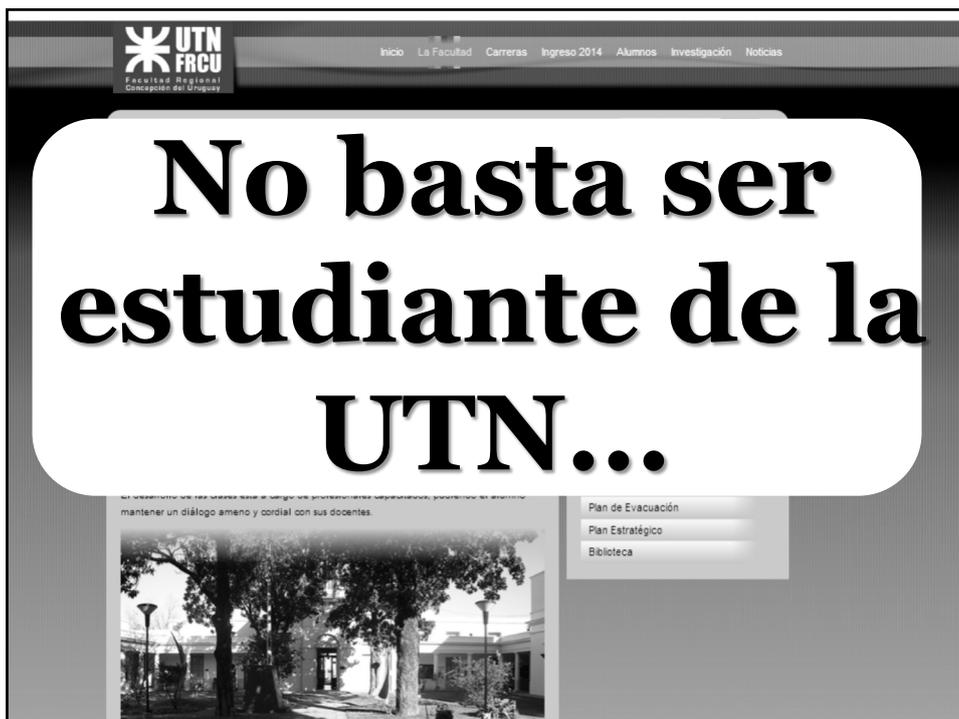


***Educación
Continuada, la
responsabilidad y el
compromiso en la
práctica, la
investigación y bien
hacer un diseño
estructural, bien
construir, con ética y
calidad, es la clave
para mantener esa
importancia y la
vocación de la
arquitectura y la
ingeniería civil.***

144



145



146

Hay que ser Civil !



147



148