



Concretos de alto desempeño HPC Ruta segura para la sostenibilidad de las estructuras



Paulo Helene
Diretor PhD Engenharia
Conselheiro Permanente IBRACON
Prof. Titular Universidade de São Paulo
Presidente de honra ALCONPAT Internacional
Member fib(CEB-FIP) Service Life of Concrete Structures



1



Sin
fronteras
para la
competitividad



Concretos de altas prestaciones Ruta segura para la sostenibilidad de las estructuras



Paulo Helene
Diretor PhD Engenharia
Conselheiro Permanente IBRACON
Prof. Titular Universidade de São Paulo
Presidente de honra ALCONPAT Internacional
Member fib(CEB-FIP) Service Life of Concrete Structures

Salón Getsemaní

25 de Septiembre de 2014

Cartagena de Indias/Colombia

2

Sostenibilidad

“...es el desarrollo que atiende las necesidades del presente sin comprometer las del futuro...”

Ambiental – Social - Economico

PhD Engenharia

3

The screenshot shows the homepage of the Concrete Thinker website. At the top, there are logos for Concrete Thinking (for a sustainable world) and the Portland Cement Association (PCA). A search bar with a 'Go' button is located in the top right corner. The main navigation menu on the left includes: SUSTAINABLE SOLUTIONS, APPLICATIONS, RESOURCES, CASE STUDIES, and THINKERS. The central banner features the text 'WELCOME TO CONCRETETHINKER.com' and an aerial view of a city with a callout box that says 'WE BUILT A CITY JUST FOR YOU... TAKE THE TOUR!'. Below the banner, the section 'SUSTAINABLE DEVELOPMENT WITH CONCRETE' contains several paragraphs of text. On the right side, there is a 'Concrete Thinking E-Newsletter' sign-up section with a 'SIGN UP' button. The bottom left corner features the LEED logo and text explaining the LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) Green Building Rating System.

4



5

Normas Recentes

- ✓ **ACI Committee 130. Sustainability of Concrete**
- ✓ **U.S. Green Concrete Council. Sustainable Concrete Guide. Strategies and Examples. Applications**
- ✓ **ISO TC 59/SC 17. Sustainability in Buildings and Civil Engineering Works**
- ✓ ***ISO 21929-2: Sustainability Indicators (energy, materials, water and land)***
- ✓ **ISO TC 207. Environmental Management**
- ✓ **BS EN 15804:2012+Amendment 1:2013 Sustainability of construction works. Environmental product declarations. Core rules for the product category of construction products**

6

Normas publicadas y en reseña / preparación

Published			Under Development/Revision	
ISO		CEN	ISO	CEN
Related to Environment Management	Related to Sustainability of Construction			
14040	15392/08	EN 15643-1	15686-1/00	FprEN 15643-2
14025	TS 21929-1/06	CEN/TR 15941	15686-2/02	prEN 15643-3
14044	21930/07		15686-3/02	prEN 15643-4
	TS 21931-1/06		15686-5/08	prEN 15978
			15686-6/07	FprEN 15942
			15686-7/06	
			15686-8/08	
			TS 15686-9/08	
			15686-10/10	
			DTR 21932	
			TS 21929/06	
			21930/07	
			TS 21931-1/06	
			NP TS 12720	

7

Normas / Entidades / Grupos

- ✓ U.S. Green Concrete Council. Sustainable Concrete Guide. Strategies and Examples. Applications (2012)
- ✓ EN 15643-1:2010 - Sustainability of construction works - Sustainability assessment of buildings - Part 1: General framework
- ✓ EN 15643-2:2011 - Sustainability of construction works - Assessment of buildings - Part 2: Framework for the assessment of environmental performance
- ✓ ISO 14000 - Environmental management

8

Normas / Entidades / Grupos

- ✓ CEN/TR 15941:2010 - Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Methodology for selection and use of generic data
- ✓ ISO TC 59/SC 17. Sustainability in Building and Civil Engineering Works (2010)
- ✓ ISO TC 71/SC 8. Environmental Management for Concrete and Concrete Structures (2009)
- ✓ ISO TC 207. Environmental Management (2009)
- ✓ ISO 13315:2011 Environmental Design of Concrete Structures
- ✓ ISO 21929:2012 Sustainability Indicators (energy, materials, water and land)

9

Normas Recientes

Concrete Sustainability. *Forum I, 2009; Forum II, 2010; Forum III, 2011, Forum IV, 2012; Forum V, 2012 y Forum VI, 2013.*

“reducir el volumen y reducir el CO₂”

“concreto es un material regional, y como tal debe ser tratado”

ISO TC 71/SC 8. Environmental Management for Concrete and Concrete Structures

ISO 13315-1: General Principles

ISO 13315-2: System Boundary and Inventory Data

ISO 13315-3: Constituents and Concrete Production

ISO 13315-4: Environmental Design of Concrete Structures

ISO 13315-5: Execution of Concrete Structures

ISO 13315-6: Use of Concrete Structures

ISO 13315-7: End of Life including Recycling

ISO 13315-8: Labels and Declaration

10

Novedades desde “ACI Concrete Sustainability Forum VI”. Phoenix, Arizona, Octubre 2013.

1. Comprender el impacto de la infraestructura y la construcción de edificios en el cambio climático y agotamiento de los recursos;;
2. Comprender las oportunidades para extender la vida útil de las estructuras de concreto, utilizando materiales ecoeficientes, e incorporando concreto de ultra-alto rendimiento;
3. Identificar las innovaciones que pueden potencialmente transformar la industria del cemento buscando concreto de bajo carbono o, si posible, cero emisiones de carbono;

11

Novedades desde “ACI Concrete Sustainability Forum VI”. Phoenix, Arizona, Octubre 2013.

4. Contribuir para que los pliegos y guías de diseño y construcción de todo el mundo introduzcan recursos para la incorporación efectiva del concreto en proyectos ecológicos y sostenibles.

12

En Estados Unidos también:

AHPBC American High-Performance Buildings Coalition
Unión de 27 asociaciones
Apoyar el desarrollo de edificios Sostenibles y normas

NRMCA

The National Ready Mixed Concrete Association

- ✓ *Empezo programa LCA (Life Cycle Assesment) completo y abrangente*
- ✓ *Introduce las mezclas de concreto con EPD (Environmental Product Declaration).*
- ✓ *Desea incrementar ventas y mejorar image del sector*

13

Redefining High-Performance Concrete Structures

Leo Panian; Phillip Williams; Mike Donovan
Concrete International nov. 2012 p. 23-30

1. Traer áridos hasta de 800km de distancia es interesante
2. 70% de escória o de ceniza volante clase F
3. Cimentación: 55MPa a 91dias Contenido: 119kg/m³
4. Columnas 55MPa, a 91dias Contenido: 133kg/m³
5. Losas pretensadas 31MPa a 3dias y 41MPa a 56dias.
Contenido = 208kg/m³

14

EPD

Enviromental Product Declaration

ISO 14025:2010

15

ENVIROMENTAL PRODUCT DECLARATIONS



16

¿Qué és?

“An EPD® is an certified environmental declaration developed in accordance with the standard ISO 14025:2010” Environmental labels and declarations - Type III environmental declarations - Principles and procedures

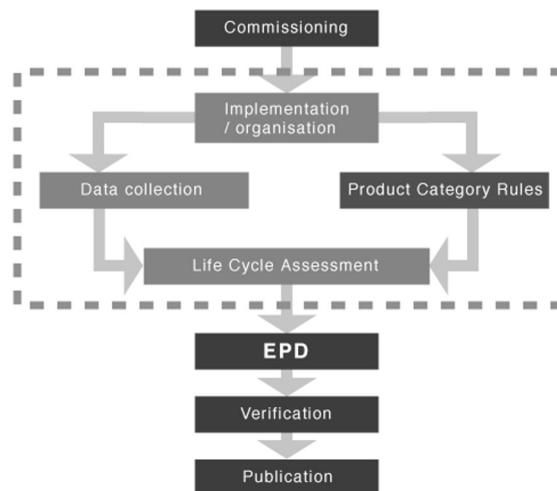
El objetivo del sistema EPD es apoyar la oferta y demanda de productos y servicios de construcción que causan un menor impacto al medio ambiente, a través de la difusión de los procesos de producción de datos precisos y verificables y el desempeño ambiental.

Se trata de un documento que busca la neutralidad y la credibilidad de los productos con el fin de fomentar el desarrollo sostenible a través del mercado.



17

¿Cómo es elaborado un EPD?



www.greenspec.co.uk

18

Por lo tanto, para informar de la declaración, usted debe:

- ✓ **Pesquisar als PCR's disponibles (*Product Core Rules*), con directrices específicas del producto en análisis (ex: concreto); si no hay, crear la PCR según la *ISO 14025:2010***
- ✓ **Recopilar los datos necesarios y llevar a cabo estudios y análisis de LCA (*Life Cycle Assessment*)**
- ✓ **Solicitar la verificación de la declaración de un auditor del Programa EPD**

19

Con eso EPD puede validar e inscribir en un programa de certificación (ex: *International EPD System*)

Estará disponible para la inspección pública y tiene una validez de 5 años!

20

LCA (Life Cycle Assessment)

Esta revisión se hará de acuerdo con la PCR específica del producto, el cual indicará los requisitos y etapas de vida mínimas para ser analizados



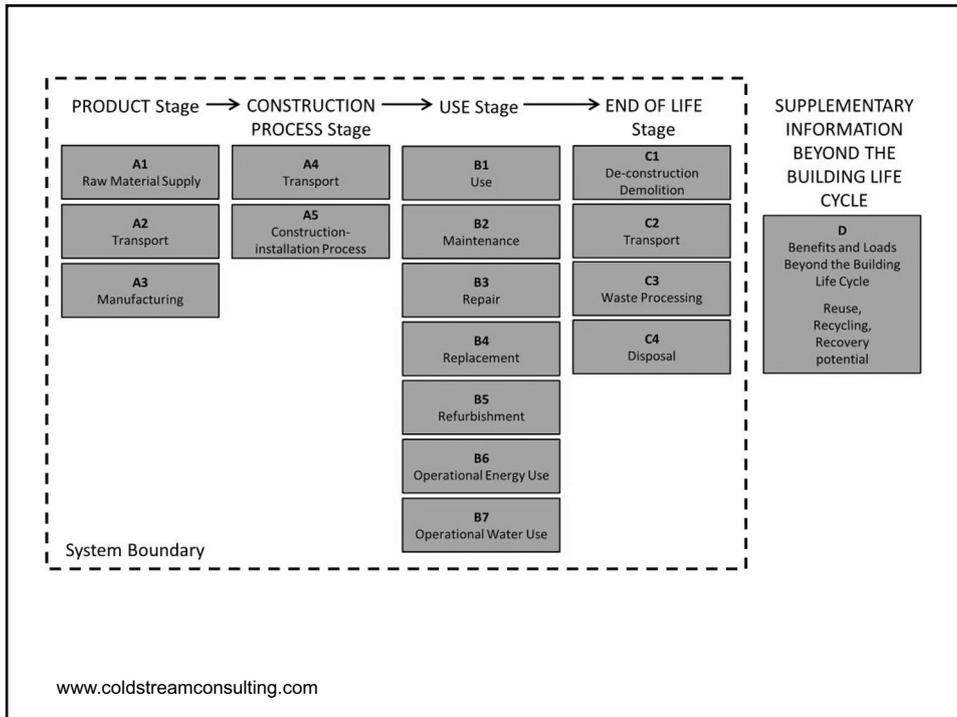
21

LCA (Life Cycle Assessment)

La EN 15804:2012 establece un número mínimo de módulos de la vida útil para ser considerado en el EPD;

- EPD1 (Cradle to Gate) (cuna a la puerta)**
- EPD2 (Cradle to Gate with Options)**
- EPD3 (Cradle to Grave) (cuna a la tumba)**

22



23

Universidade de Brasília
Departamento de Engenharia Mecânica

ACV

Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida-PBACV

Armando Caldeira-Pires
Coordenador do CT2-Inventários/PBACV (Prof. UnB)

OFICINA 02: GT CONSTRUÇÃO/CT2/PBACV
Inmetro, 21 de Junho de 2013

© Armando Caldeira-Pires - Projeto Brasileiro de ICV – Jun2013

24



Projeto Brasileiro “ICV para a Competitividade da Indústria Brasileira” ICV Brasil

MCT, IBICT, FINEP, Inmetro, INT, UnB, USP, UTFPr,
CNI, SEBRAE, Petrobras, ABCV, Abipti, ABNT

Reuniões Preparatórias: de 2004 a 2006
Início Oficial: Novembro 2006

Coordenação: Instituto Brasileiro para Informação Científica e Tecnológica-IBICT/MCT
Apoio: MCT

Fim da Primeira Fase: 2010
Apoio para a 2a. Fase (2010-2012): MCT/MDIC

© Armando Caldeira-Pires - Projeto Brasileiro de ICV – Jun2013

25



Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida - Organograma

PBACV

- Comitê Gestor
- Comitê de Coordenação
 - Comitês Técnicos
 - CT1 – Captação de Recursos
 - CT2 – Inventários
 - Grupos de Trabalho Setoriais: Gestão de Base de Dados; Construção; Metais, Energia Elétrica, Combustíveis, Agropecuária, Plásticos (Química), Eletroeletrônicos (Fim de Vida)
 - CT3 – Avaliação de Impactos Ambientais
 - CT4 – Disseminação
 - CT5 - Capacitação

© Armando Caldeira-Pires - Projeto Brasileiro de ICV – Jun2013

26

El futuro indica lo LCA, LCIA y LCI
ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA
"DE LA CUNA A LA TUMBA"

Indicadores de evaluación de impacto

Potencial de calentamiento global, en kg de CO_{2,eq},
Potencial de agotamiento del ozono estratosférico: en kg de CFC11_{eq}
Potencial de acidificación, en kg de SO_{2,eq}
Potencial de eutrofización, en kg de PO₄³⁻_{eq}
Potencial de agotamiento de recursos abióticos, en kg de Sb_{eq}
Potencial de formación de ozono fotoquímico, en kg de etano

27

El futuro indica lo LCA, LCIA y LCI
ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA
"LA CUNA A LA TUMBA"

Indicadores de los inventarios de Ciclo de vida

Consumo de energía primaria no renovable, en MJ,
Consumo de energía primaria renovable, en MJ,
El uso de combustibles secundarios no renovables, en MJ,
El uso de combustibles secundarios renovables, en MJ,
El consumo de agua dulce, en m³,
Producción de residuos (peligrosos, no peligrosos y radioactivos), en kg
El material para su reutilización, reciclado, recuperación de energía, en kg

28

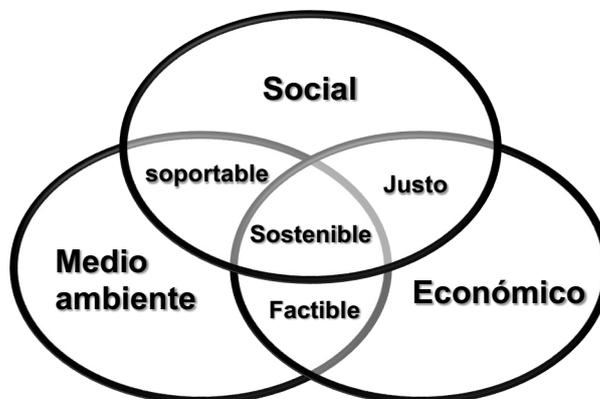
Nuevas Siglas

- ✓ LCA → Life Cycle Assessment
- ✓ LCI → Life Cycle Inventory Analysis
- ✓ RSL → Reference Service Life
- ✓ EPD → Environmental Product Declaration
- ✓ PCR → Product Category Rules
- ✓ LCIA → Life Cycle Impact Assessment
- ✓ ESL → Estimated Service Life
- ✓ EPDB → Energy Performance of Buildings Directive

29

La Construcción Sostenible

Tripod de la Sostenibilidad



30

Que es LEED?

(Leadership in Energy and Environmental Design)

Certificación para edificios sostenibles creados y concedidos por la ONG norte-americana *U.S. Green Building Council (USGBC)*, en Brasil esta certificación es hecha por el Green Building Council Brasil.



31

LEED

El objetivo del sistema es reducir la huella de carbono del "entorno construido" y crear un sistema competitivo para la eficiencia de los edificios al premiar las mejores prácticas de diseño, construcción y mantenimiento y la creación de un mercado de productos sostenibles para el sector de la construcción.

La última versión del LEED también incluye los créditos regionales que permiten tropicalización o adecuación del sistema, o en cualquier lugar en el clima mundial.

32

LEED

Y para ser una certificación de sistema documentado en línea, sino que también permite el crecimiento y la adopción internacional de LEED, la creación de un estándar mundial de facto para los edificios sostenibles.

Se aplica a la nueva construcción de edificios comerciales o residenciales, plantas industriales, edificios escolares, edificios existentes, centrándose en el diseño y la construcción, diseño de interiores, operación y mantenimiento (uso).

33

LEED

Leadership in Energy and Environmental Design
(Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental)

Se trata de un sistema de puntuación desarrollado por USGBC (Estados Unidos Green Building Council de los EE.UU.) para medir el desempeño ambiental de diseño, construcción y mantenimiento de edificios.

El sistema se utiliza para comparar el rendimiento ambiental de un edificio y otro por la suma de los créditos de 1-110.

Los cuatro niveles de acreditación y puntuación son :

Certified	→ 40-49 créditos
Silver	→ 50-59 créditos
Gold	→ 60-79 créditos
Platinum	→ 80+ créditos

34

Concrete Thinking
 for a sustainable world

PCA
 Portland Cement Association

SOLUTIONS
APPLICATIONS
RESOURCES
CASE STUDIES
THINKERS

Benefits > LEED

Green Building Rating System

What is LEED?
 Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) is a rating system devised by the United States Green Building Council (USGBC) to evaluate the environmental performance of a building and encourage market transformation towards sustainable design. The system is credit-based, allowing projects to earn points for environmentally friendly actions taken during construction and use of a building. LEED was launched in an effort to develop a "consensus-based, market-driven rating system to accelerate the development and implementation of green building practices." The program is not rigidly structured; not every project must meet identical requirements to qualify.

These LEED products are currently available:

- LEED - v3.0 for New Construction and Major Renovations
- LEED - for Homes
- LEED - for Core and Shell
- LEED - for Existing Buildings: Operations and Maintenance
- LEED - for Commercial Interiors
- LEED - for Schools
- LEED - for Retail
- LEED - for Healthcare
- LEED - for Neighborhood Development (in pilot stage)

Detailed information on the LEED program and project certification process is available from USGBC at <http://www.usgbc.org/>. The program outlines the intent, requirements, technologies, and strategies for meeting each credit. Credits are broken down into individual points. A building requires at least 40 points for certification in LEED-NC v3.0. Silver, gold, and platinum levels are also available.

LEED Certification Levels

- Certified 40 - 49 Points
- Silver 50 - 59 Points
- Gold 60 - 79 Points
- Platinum 80-110 Points

Print aMail

applications

- Cast in Place
- Controlled Density Fill
- Decorative flatwork
- Fiber cement siding
- Green Roofs
- Hardscape & Pavers
- ICF (Insulating Concrete Forms)
- Masonry
- Paving
- Pervious Paving
- Precast
- Radiant Floors
- Soil Stabilization/Solidification
- Tilt-Up Construction
- Water Infrastructure
- Whole Building Design

solutions

- Building Reuse
- Energy Performance
- Heat Island Reduction
- Locally Produced
- Minimize Site Disruption
- Recycled Content
- Stormwater Management
- Thermal Mass

case studies hide detail

35

Inicio
Nosotros
Construcción Sostenible
Política Pública
Educación
Membresía
Contacto
Buscar
English

English

Noticias y Eventos
Boletín Mensual
Directorio
Estudios de Caso
Enlaces

Usted está aquí: Inicio > English

Colombia Green Building Council – Colombia GBC

Be Part of a Sustainable World

The **Colombia Green Building Council** is an Established Member of the World Green Building Council (WorldGBC), the largest international organization influencing the green building marketplace, representing a growing network of over 80 green building councils from all the regions of the world.

The Colombia Green Building Council (in Spanish the Consejo Colombiano de Construcción Sostenible) is an NGO that promotes through its network, the transformation of the country's cities and its building industry towards sustainability.

The Colombia Green Building Council's corporate members are committed to sustainable urbanism and greening the built environment. The organization has also forged meaningful research alliances with universities across the country.

Our Contribution

The Colombia GBC priorities focus on three main areas:

- Strengthening knowledge about green building and generating innovative ideas to achieve more sustainable urban development.
- Supporting green building certification systems and the standardization of green building markets.
- Supporting government in the formulation of responsible production and consumption policies in relation to the built environment and green building.

Próximos Eventos

ADECUACIÓN DE EDIFICACIONES EXISTENTES
 Curso.
 Medellín. Septiembre 18 y 19

CONSTRUIVERDE 2014
 Foro Internacional y Expo.
 Diseño y Construcción Sostenible
 Bogotá. Octubre 1 y 2

- Eventos Nacionales
- Eventos Internacionales
- Eventos del CCCS

Zona de Miembros

Usuario

Contraseña

Recordarme

Iniciar sesión

- ¿Olvidó su contraseña?
- ¿Olvidó su usuario?

El CCCS
 apoya el SAC
 Edificaciones
 Sostenibles

36

Green Building Design & Construction (BD&C)					
Category	PREVIOUS LEED-NC v.2.2		NEW 2009 LEED-BD&C v3*		CHANGE
	Prerequisites	Credits	Prerequisites	Credits	
Sustainable Sites	1	14	1	26	+12 credits
Water Efficiency	-	5	1	10	+1 prereq.; +5 credits
Energy & Atmosphere	3	17	3	35	+18 credits
Materials & Resources	2	13	2	14	+1 credit
Indoor Environmental Quality	3	15	3	15	No change
Innovation in Design	-	5	-	6	+1 extra credit
Regional Priority	-	-	-	4	+4 extra credit
Total Points	9	69	10	100+10	

37

Como el Concreto puede Contribuir?

LEED Credit Contribution Potential

May contribute to earning LEED credits in the category:

Credit 1.1 → Innovation and Design, desde que cemento ≤ 0,6*C

Credit 4.1 → Recycled Content, 10% (um punto)

Credit 4.2 → Recycled Content, 20% (dois puntos)

Credit 5.1 e 5.2 → Materials and Resources category, if materials used in the mixture are extracted or produced within 500 miles of the project site (un punto para 10% e dos puntos para 20%)

38

Concretos de Alto Desempeño: Un futuro Sostenible

Algunos emprendimientos con certificación LEED en Brasil:



f_{ck} de proyecto: 50MPa
Utilización de pretensado para reducir las dimensiones de la estructura.

Ventura Corporate Towers
Rio de Janeiro/RJ

39

Concretos de Alto Desempeño: Un futuro Sostenible

Algunos emprendimientos con certificación LEED en Brasil:



f_{ck} de proyecto: 50MPa

Eldorado Business Tower
São Paulo/SP
PLATINUM

40

Concretos de Alto Desempeño: Un futuro Sostenible

Algunos emprendimientos con certificación LEED en Brasil:



Razones del Platinum:

- ✓ Uso racional del agua
- ✓ Desarrollo de la tierra
- ✓ Eficiencia energética
- ✓ Cuidado ambiental
residuos
- ✓ Aire acondicionado
- ✓ Frenado de elevadores
- ✓ Materiales sostenibles

41

Concretos de Alto Desempeño: Un futuro Sostenible

Algunos emprendimientos con certificación LEED en Colombia (en total 131):

	Certification date	City	Country	Rating system	Version	Certification level
ESTACION SOPHIA - Teatro Pùblico Martinez	4 Apr 2014	Bogota	Colombia [co]	New Construction	v2009	Silver
Complejo Logístico San Cayetano T2	13 Dec 2013	BOGOTA	Colombia [co]	Core and Shell	v2009	Silver
ARGOS Oficina Bogota	19/jun/14	Bogota	Colombia [co]	Commercial Interiors	v2009	Gold
RUTA N Torres A y B	28 May 2014	Medellin	Colombia [co]	New Construction	v2009	Gold
OFICINA FASST LIGHTING	26 May 2014	MEDELLIN	Colombia [co]	Commercial Interiors	v2009	Gold
Homecenter Calca	19 May 2014	Calca	Colombia [co]	Retail - New Construction	v2009	Platinum
HOME CENTER CEDRITOS BOGOTA	6 May 2014	Bogota	Colombia [co]	New Construction	v2009	Silver
TORRE GRUPO SURA ALA 1C	31/mar/14	MEDELLIN	Colombia [co]	New Construction	v2009	Gold
Rochester School New Site Project	20/jan/14	Chia	Colombia [co]	Schools - New Construction	v2009	Gold
Panoramic Eco Business Club Tower 2	16 Dec 2013	Bogota	Colombia [co]	Core and Shell	v2009	Silver
T3 - Ciudad Empresarial Sarmiento Angulo	10 Dec 2013	Bogota	Colombia [co]	Core and Shell	v2.0	Silver
NUOVA SEDE ISAGEN	9 Dec 2013	Medellin	Colombia [co]	New Construction	v2009	Gold
Yanbal Bogota Keops	11/nov/13	Tenjo	Colombia [co]	New Construction	v2009	Silver
Atlantica Torre Empresarial		Barranquilla	Colombia [co]	Core and Shell	v2009	Silver
World Business Center	8 Oct 2013	Bogota	Colombia [co]	Core and Shell	v2009	Gold
San Antonio Plaza Comercial	11 Sep 2013	Pitalito	Colombia [co]	Core and Shell	v2009	Silver
Homecenter Monteria	12 Aug 2013	Monteria	Colombia [co]	Retail - New Construction	v2009	Silver
INCOLMOTOS YAMAHA	25/jun/13	Girardota	Colombia [co]	New Construction	v2009	Gold
Centro Empresarial y Deportivo Calle 53	19/jun/13	Bogota	Colombia [co]	New Construction	v2.2	Gold
GNB Sudameris	11/jun/13	Bogota	Colombia [co]	New Construction	v2.2	Gold
Conecta Modulos A y B	1 May 2013	Bogota	Colombia [co]	Core and Shell	v2009	Gold
Agencia Nacional de Hidrocarburos	2 Apr 2013	Bogota	Colombia [co]	Commercial Interiors	v2.0	Certified
Ecolower 100	01/nov/12		Colombia	Core and Shell	v2009	Certified
POSITIVA SA HeadQuarters	05/mar/13	Bogota	Colombia [co]	Commercial Interiors	v2009	Gold
Arquitectura e Interiores Oficina Bogota	15 Feb 2013	Bogota	Colombia [co]	Commercial Interiors	v2.0	Silver
Novartis New Building Bogota	12 Aug 2010	Bogota	Colombia [co]	New Construction	v2.2	Silver
Panoramic Eco Business Club Tower 1	12 Sep 2012	Bogota	Colombia [co]	Core and Shell	v2009	Silver
Falabella SantaU MedellIn	05/jul/11	Medellin	Colombia [co]	Retail - Commercial Interiors	v1.0 pilot	Certified
FALABELLA PARQUE ARROLEDA	04/nov/11	PEREIRA	Colombia [co]	Retail - Commercial Interiors	v1.0 pilot	Silver
Falabella Centro Mayor	22/nov/10	Bogota	Colombia [co]	Retail - Commercial Interiors	v1.0 pilot	Certified
Direccion General Bancolombia	19/jan/12	Medellin	Colombia [co]	Existing Buildings	v2009	Gold
3M Customer Technical Center	13 Sep 2011	Bogota	Colombia [co]	New Construction	v2009	Certified
Aven Distribution Center	21/jul/11	Guarne	Colombia [co]	New Construction	v2009	Gold
HOME CENTER BUCARAMANGA LA ROSITA	26 Oct 2011	Bucaramanga	Colombia [co]	New Construction	v2009	Silver
Aloft Hotel Bogota Airport	07/nov/12	Bogota	Colombia [co]	New Construction	v2009	Gold
Hospital Univ. San Vicente de Paul	17/jan/13	Medellin	Colombia [co]	New Construction	v2.2	Silver
Contempo Headquarters	14 Oct 2011	Bogota	Colombia [co]	Commercial Interiors	v2009	Certified
Homecenter Manizales	4 Oct 2012	Manizales	Colombia [co]	Retail - New Construction	v2009	Gold

42

<http://www.usgbc.org/projects>

Concretos de Alto Desempeño: Un futuro Sostenible

Algunos emprendimientos con certificación LEED en Colombia:



Ruta N
Medellín/Colombia
Oro

<http://www.usgbc.org/projects>

43

Concretos de Alto Desempeño: Un futuro Sostenible

Algunos emprendimientos con certificación LEED en Colombia:



<http://www.usgbc.org/projects>

Razones del Oro:

- ✓ Reducción de emisiones por movilidad
- ✓ Espacios verdes
- ✓ Ahorros en agua
- ✓ Eficiencia energética
- ✓ Gestión de residuos
- ✓ Calidad del ambiente interior

44

Concretos de Alto Desempeño: Un futuro Sostenible

Algunos emprendimientos con certificación LEED en Colombia:



ARGOS Oficina Bogota
Colombia
Oro

<http://www.usgbc.org/projects>

45

Concretos de Alto Desempeño: Un futuro Sostenible

Algunos emprendimientos con certificación LEED en Colombia:



Razones del Oro:

- ✓ Uso racional del agua
- ✓ Desarrollo de la tierra
- ✓ Eficiencia energética
- ✓ Cuidado ambiental con los residuos
- ✓ Energía verde
- ✓ Materiales sostenibles (regionales y reusables)
- ✓ Conforto térmico

<http://www.usgbc.org/projects>

46

**Concretos de Alto Desempeño: Un futuro
Sostenible**

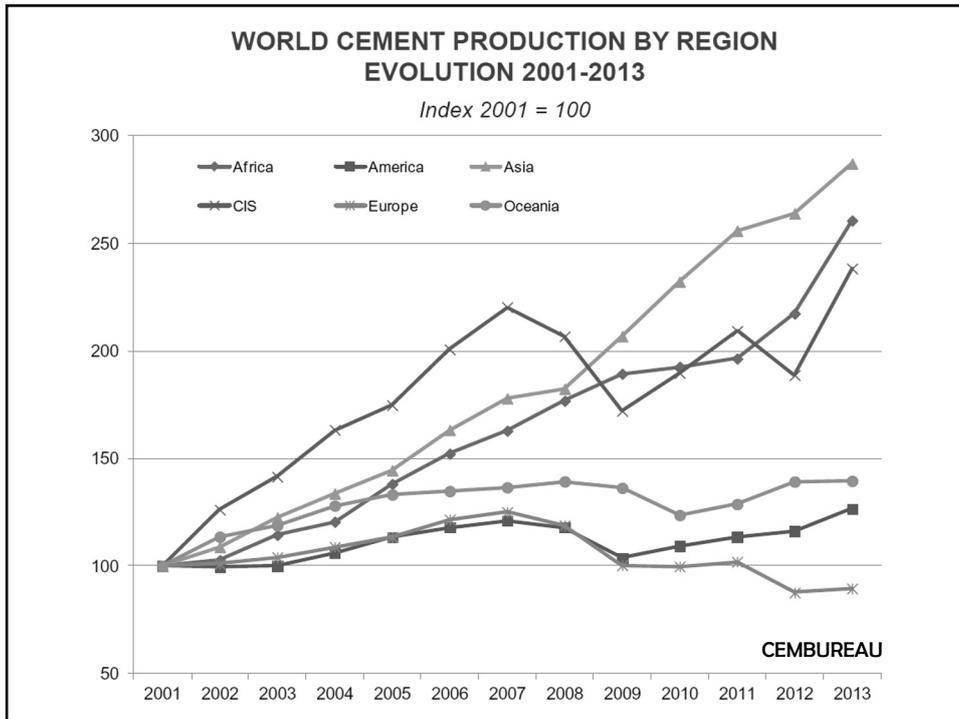
**Porque eses Programas controlan
mucho el edificio en USO y no
dan mucha importancia a los
Materiales y Estructura ?**

47

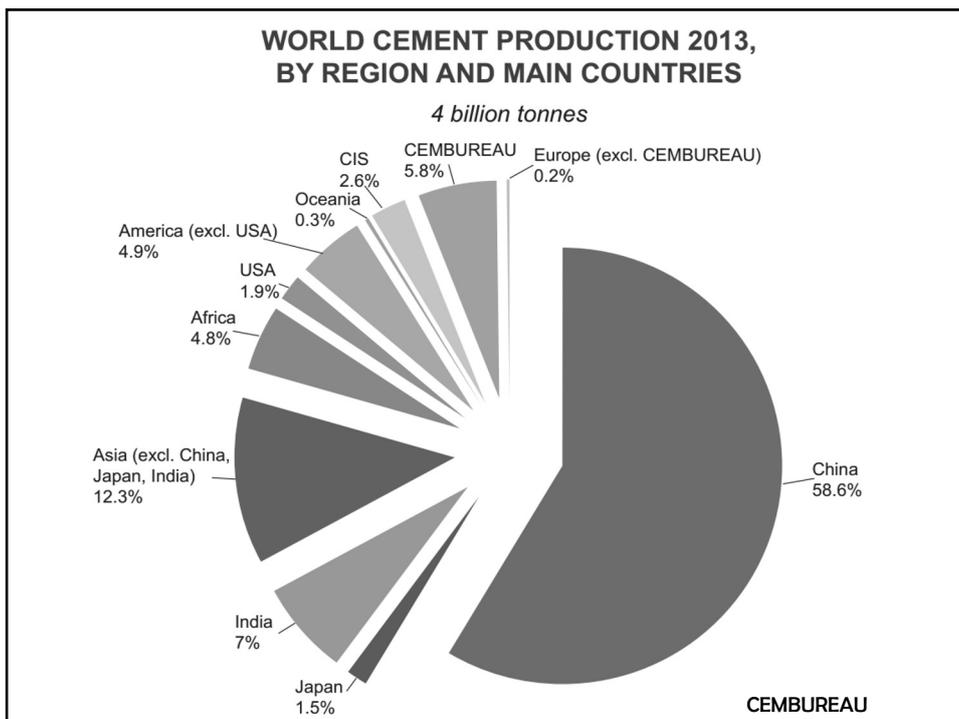
**Concretos de Alto Desempeño: Un futuro
Sostenible**

**Si el cemento es responsable por
5% a 6% de toda la emisión de
CO₂ del planeta porque no
controlar concreto desde un
punto de vista de la
Sostenibilidad?**

48



49

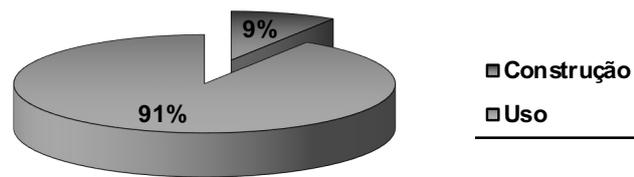


50

Edificación - Emisiones de GWP

Considerando una vida útil de 50 años para una habitación de clase mediana →

Visión holística: operación y uso



51

CONCLUSIONES

52

- **El cemento no es el villano principal**
- **Material concreto no está prohibido o inservible**
- **Ingeniero Civil de concreto no es irresponsable o villano**

53

El noble concepto de sostenibilidad es hermoso, se ha practicado en las estructuras de concreto y puede hacerlo aún mejor!

54

Sostenibilidad

“... es el desarrollo que satisface las necesidades presentes sin comprometer las de las futuras...”

Ambiental – Social - Económico

55

**Como caminar en
dirección a la
SOSTENIBILIDAD
en las estructuras de
concreto?**

56

Alternativas

1. atuar sobre los materiales
2. emplear áridos reciclados
3. emplear concreto autocompactante
4. emplear concreto de elevada vida útil
5. emplear concreto de alta resistencia

57

1. Atuando sobre los materiales constitutivos:

- cemento
- árido miúdo
- árido graúdo
- agua;
- aditivos;
- armadura / acero;
- encofrado / moldes

58

La INICIATIVA DE SOSTENIBILIDAD del CEMENTO (WBCSD – CSI)



World Business Council for Sustainable Development

Cement Sustainability Initiative

- 1999
- 10 grupos internacionales
- En Colombia: Argos



59

La INICIATIVA DE SOSTENIBILIDAD del CEMENTO (WBCSD – CSI)



World Business Council for Sustainable Development

Cement Sustainability Initiative

- 24 grupos de todo el mundo son miembros del CSI
- En Brasil:



60

COMO MITIGAR las EMISIONES DE CO₂?



World Business Council for Sustainable Development

Cement Sustainability Initiative

- Eficiencia Energética
- Combustibles alternativos
- Adiciones al cemento
- Captura e aprisionamiento de carbono

61

COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS



World Business Council for Sustainable Development

Cement Sustainability Initiative

De acuerdo con lo WBCSD – CSI, no estudio
“Getting the Numbers Right” (GNR):

“Brazil is the leader in the use of biomass as substitute fuel, with 12% of total thermal energy generated. Adding 9% fossil waste, Brazil also replaces more than one fifth of fossil fuels with alternative fuels”.

62

Concretos: Un futuro Sostenible

2. El uso de concretos con áridos reciclados de los residuos generados por la nueva construcción o demolición

63

Áridos reciclados



- Reciclados de base cementicia (concreto y morteros)
- Reciclados de base cerâmicas (pisos, albanileria)
- Substitución de 20% a 50% del árido miúdo e graúdo sin afectar resistencia y durabilidad

64

Durability of Recycled Aggregates
Concrete: A Safe Way to Sustainable
Development
2004
Cement and Concrete Research 34(11)
p. 1975-80

***citado por 185 artículos
Google Scholar***

65

Concretos de Alto Desempeño: Un futuro
Sostenible

3. Empleando concreto auto-
compactable de elevado desempeño
SCC

66



67



68

**concreto
auto-compactable**



**concreto
vibrado**

69

10 X productividad

CC: vaciado y acabado: 4,4min + 3,3min

n° de obreros: 5 (cinco)

concreto (2), vibración (1) e acabado (2)

0,870 hombrens-hora / m³ de concreto

CAA: vaciado y acabado: 1,2min

n° de obreros: três (3)

concreto (1) e acabado (2)

0,081 h.h / m³ de concreto

70



71

SCC

1. reduz ruido → salud
2. reduz tiempo → productividad
3. aumenta uniformidad
4. reduz energia eléctrica → no usa vibrador
5. reduz desgaste de encofrados / moldes
6. aumenta vida útil

72

4. Empleando concreto de elevada vida útil

73

Carbonatación

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

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

$$f_{ck} = 50 \text{ MPa} \rightarrow t = 240 \text{ años}$$

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

74



75

**250 anos
de garantia.**

Quem precisa de segurança, tecnologia e competitividade precisa da Engemix. Com a 14000 Engemix produzida, graças ao método de lançamento em tubo central da Torre Norte do Centro Empresarial Nações Unidas, um tubo de 30m x 30m e 4m, correspondente a 2000 m³ de concreto, chegou em 20 dias, para controlar a temperatura do concreto, volume equivalente a um sobito de 4m x 4m x 20m. Da produção à entrega há apenas 2 dias, a tecnologia de cura do concreto dos 140 metros de 140 parafusos e 150 metros, o mais alto de São Paulo, com 16000 m³ de C40, o concreto de alto desempenho fabricado que há sido sendo reconhecido por especialistas e notória como um dos grandes avanços de aplicação do C40, a mais nova tecnologia em sistemas de concretagem, menos de 10 minutos. É a maior obra de C40 do Brasil, e não deverá apresentar qualquer tipo de problema pelas próximas 250 anos, ou até 2050, segundo pesquisas e estudos realizados por especialistas e técnicos especializados para o desenvolvimento e aplicação de ativos inovativos.

É na construção do método inovativo de lançamento de bombeamento de concreto em altura 179 metros.

Em menos de 4 horas, foram bombeados 1000 m³ de concreto nos 30 dias. Bombardeio de lançamento de concreto que significou o maior lançamento de concreto em altura, equivalente a 700 toneladas.

O resultado é que, hoje, o Centro Empresarial Nações Unidas também uma verdadeira obra de arte, tecnologia de concretagem inovativa e de alto desempenho para construir o mais alto edifício comercial do Brasil, a Torre Norte do Centro Empresarial Engemix. Que garante ao empreendimento não apenas redução de custos, mas também otimização do tempo de concretagem, otimização da produtividade dos equipamentos, redução da fricção do concreto na tubulação, otimização da resistência e da durabilidade do concreto no tempo.

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

**CONCRETO
ENGEMIX®**

76

Sustainable 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

77

Concretos de Alto Desempeño: Un futuro
Sostenible

5. Empleando concreto de altas prestaciones HSC

78

Concretos de Alto Desempeño: Un futuro
Sostenible

▪ **CO₂?**

▪ **Energía?**

▪ **Recursos naturales?**

▪ **Ciclo Vital?**

79

Concretos de Alto Desempeño: Un futuro
Sostenible

Columna para 500t

$$f_{ck} = 20\text{MPa}$$

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

80

Considerando una columna central típico de un edificio de 20 pisos sección cuadrada, 3m de altura, armadura principal

Fuerza normal característica = 500 tf			
f_{ck} (MPa)	taxa de refuerzo (%) → total do pilar	sección (cm)	adotado (cm)
20	0.4 → 49kg	71.8 x 71.8	72 x 72
50	0.4 → 24kg	46.9 x 46.9	50 x 50
20	4.0 → 255kg	51.2 x 51.2	52 x 52
50	4.0 → 151kg	39.5 x 39.5	40 x 40

81

Concretos: Un futuro Sostenible

$$f_{ck} = 20\text{MPa}$$

$$\text{Cemento} = 280 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Arena} = 845 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Grava} = 1036 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua} = 210 \text{ kg/m}^3$$

82

Concretos: Un futuro Sostenible

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

Cemento = 420 kg/m³

Arena = 801 kg/m³

Grava = 1010 kg/m³

Agua = 160 kg/m³

83

Trace Gas	GWP	Trace Gas	GWP
Carbon Dioxide	1	HFC-143a	3800
CCI 4	1300	HFC-152a	140
CFC- 11	3400	HFC-227ea	2900
CFC-113	4500	HFC-23	9800
CFC-116	>6200	HFC-236fa	6300
CFC-12	7100	HFC-245ca	560
CFC-I 14	7000	HFC-32	650
CFC-I 15	7000	HFC-41	150
Chloroform	4	HFC-43-IOmee	1,300
HCFC- 123	90	Methane	21
HCFC- 124	430	Methylenechloride	9
HCFC-141b	580	Nitrous Oxide	310
HCFC-142b	1600	Perfluorobutane	7000
HCFC-22	1600	Perfluorocyclobutane	8700
HFC- 125	2800	Perfluoroethane	9200
HFC-134	1,000	Sulphur hexafluoride	23900
HFC-134a	1300	Trifluoriodomethane	<1
HFC-143	300		

84

Las emisiones gaseosas y el consumo de energía

Material	NOx (kg/t)	CO ₂ (kg/t)	GWP (kg/t)	Energía consumida (kWh/t)
Clinker Portland (≈ CP I)	1,85	855	1447 (880)	998
ferro gusa (minério) CA 50 & CA 60 (sucata)	4,43	1588 380	3006 719	5.060 20.000

**Global warming potential (GWP) is a measure of how much a given mass of greenhouse gas is estimated to contribute to global warming. It is a relative scale which compares the gas in question to that of the same mass of carbon dioxide.*

85

Concreto estructural f_{ck} 20MPa

	Para 1 m ³	GWP kg/t	GWP kg/m ³	Energía kWh/m ³
Cemento CP I	280kg	1447	405	280
Arena	845kg	0	0	1
Piedra	1036kg	0	0	12
Agua	210kg	0	0	0
Acero	32kg	719	23	640
	315kg		226	6300
Encofrado 12 m ² /m ³ 6 reutilizaciones chapa de 1,4cm	0,0280 m ²	0	0	43
TOTAL			428	933
			631	6636

86

Concreto estructural **f_{ck} 50MPa**

	Para 1 m ³	GWP kg/t	GWP kg/m ³	Energía kWh/m ³
Cemento CP I	420kg	1447	607	419
Arena	801kg	0	0	3
Pedra	1010kg	0	0	12
Agua	160kg	0	0	0
Acero	32kg	719	23	640
	315kg		226	6300
Encofrado 12 m ² /m ³ 6 reutilizaciones chapa de 1,4cm	0,0280 m ²	0	0	43
TOTAL			630	1117
			833	6777

87

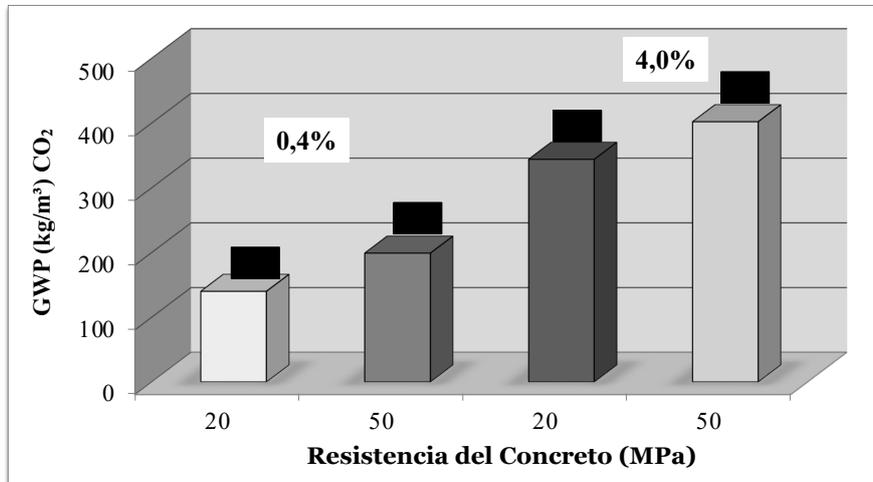
1 m³ de Concreto estructural

Material	Tipo	f_{ck}	GWP	Energía
		MPa	kg/m ³	kWh/m ³
concreto armado	CP I	20	428 / 631	933 / 6636
concreto armado	CP III	20	140 / 344	777 / 6437
concreto armado	CP I	50	630 / 833	1117 / 6777
concreto armado	CP III	50	199 / 402	820 / 6480

0,4% & 4% de
taxa de armadura

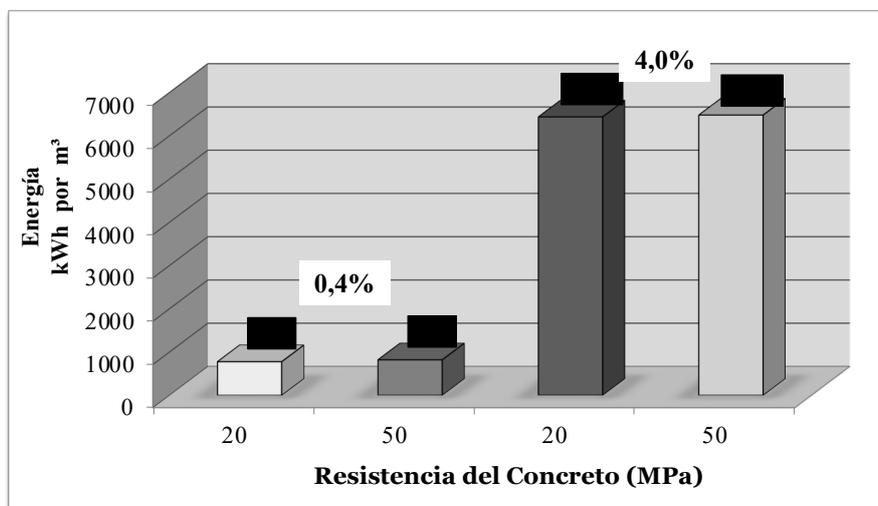
88

1 m³ de concreto estructural con 70% escoria



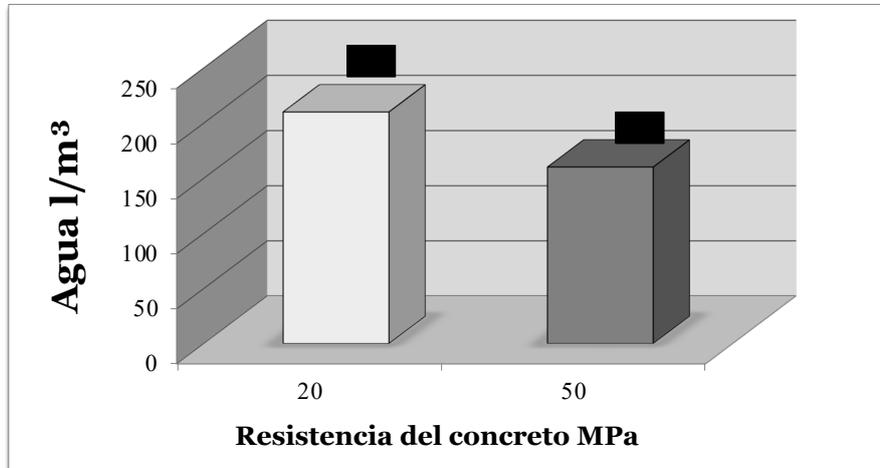
89

1 m³ de concreto estructural



90

1 m³ de concreto estructural



91

Pilar con 3m 0,4% refuerzo, 500tf

Material	f_{ck}	sección	energía	GWP
	MPa	cm	kWh	kg
concreto armado	20	72x72	1208	218
concreto armado	50	50x50	615	149

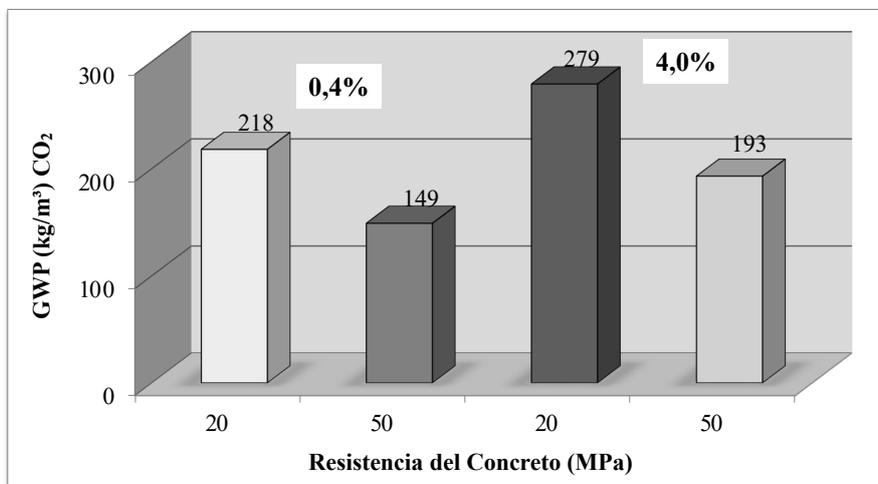
92

Pilar con 3m 4% armadura, 500tf

Material	f_{ck}	sección	energía	GWP
	MPa	cm	kWh	kg
concreto armado	20	52x52	5221	279
concreto armado	50	40x40	3110	193

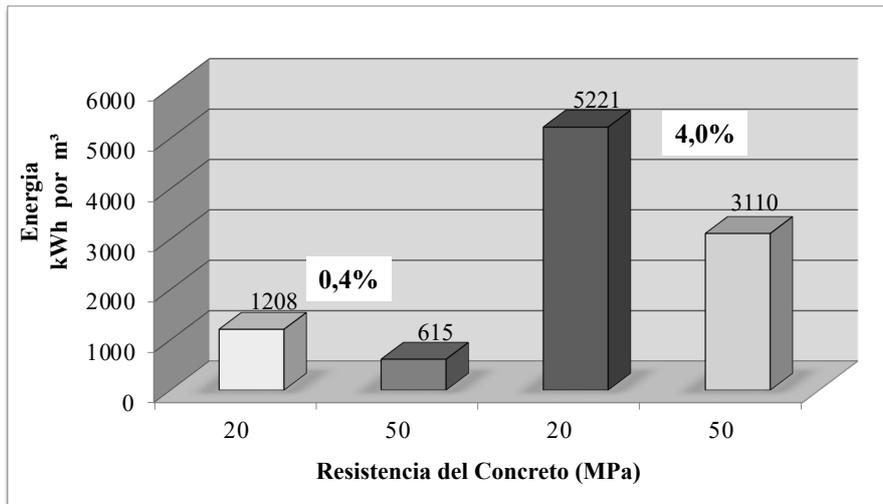
93

Columna con 3m de altura, sección cuadrada, 500tf



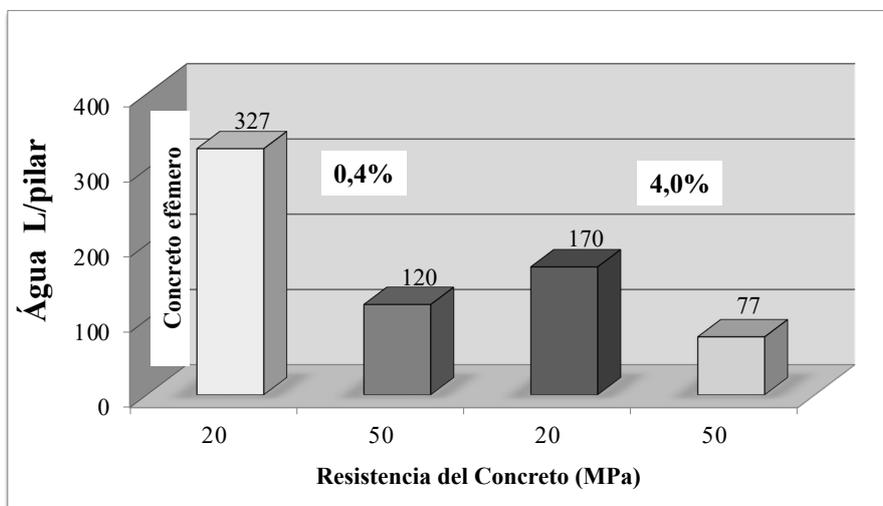
94

Columna con 3m de altura, sección cuadrada, 500tf



95

Columna con 3m de altura, sección cuadrada, 500tf



96

Concretos de Alto Desempeño: Un futuro
Sostenible

Investigación:

**¿Cual es el Concreto Estructural más
Sostenible?**

$$f_{ck} = 25\text{MPa (250kgf/cm}^2\text{)}$$

$$f_{ck} = 30\text{MPa (300kgf/cm}^2\text{)}$$

$$f_{ck} = 35\text{MPa (350 kgf/cm}^2\text{)}$$

97

El futuro apunta al LCA, LCIA and LCI
ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA
de la “cuna a la tumba”

Indicadores de evaluación del impacto

- Potencial de calentamiento global, en kg de $\text{CO}_{2,\text{eq}}$
- Potencial de agotamiento de ozono estratosférico: en kg de $\text{CFC}_{11,\text{eq}}$
- Potencial de acidificación, en kg de $\text{SO}_{2,\text{eq}}$
- Potencial de eutrofización, en kg de $\text{PO}_4^{3-,\text{eq}}$
- Potencial de agotamiento de recursos abióticos, en kg de Sb_{eq}
- Potencial de formación de ozono fotoquímico, en kg de etano

98

El futuro apunta al LCA, LCIA and LCI
ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA
de la “cuna a la tumba”

Indicadores de inventario de ciclo de vida

Consumo de energía primaria no renovable, en MJ,
Consumo de energía primaria renovable, en MJ,
Utilización de combustibles secundarios no renovables, en MJ,
Utilización de combustibles secundarios renovables, en MJ,
Consumo de agua dulce, en m³,
Producción de residuos (peligrosos, no peligrosos y radioactivos), en kg
Material de salida para (reutilización, reciclaje, valorización energética), en kg

99

Investigación: edificio en concreto reforzado

- Planta baja;
- 8 pisos tipo;
- cobertura, escaleras y reservatorio superior

análisis comparativa:

- 25 MPa;
- 30 MPa, mantidas las mismas dimensiones de las piezas estructurales de 25MPa;
- 35MPa, con reducción de las dimensiones de las piezas.

Area estructural obtida foi de 2.078 m².

Por tanto la carga característica de 0.55 tf/ m² (carga permanente + carga accidental).

100

Investigación: edificio en concreto reforzado

25 MPa :

Cemento: 310 kg

Arena: 870 kg = 0,53 m³ arena / m³ concreto

Grava: 930 kg = 0,52 m³ grava / m³ concreto

Agua: 180 kg (o litros)

30 MPa :

Cemento: 340 kg

Arena: 770 kg = 0,47 m³ arena / m³ concreto

Grava: 970 kg = 0,54 m³ grava / m³ concreto

Agua: 180 kg (o litros)

35 MPa :

Cemento: 370 kg

Arena: 744 kg = 0,45 m³ arena / m³ concreto

Grava: 960 kg = 0,53 m³ grava / m³ concreto

Agua: 180 kg (o litros)

101

Investigación: edificio en concreto reforzado

Cantidad de materiales

Para 25MPa :

concreto	encofrado	acero
471 m ³	4596 m ²	41619 kg
0,23 m ³ /m ²	2,20 m ² /m ²	20,0 kg/m ²
		88,0 kg/m ³

Para 30MPa :

concreto	encofrado	acero
471 m ³	4596 m ²	40130 kg
0,23 m ³ /m ²	2,20 m ² /m ²	19,3 kg/m ²
		85,1 kg/m ³

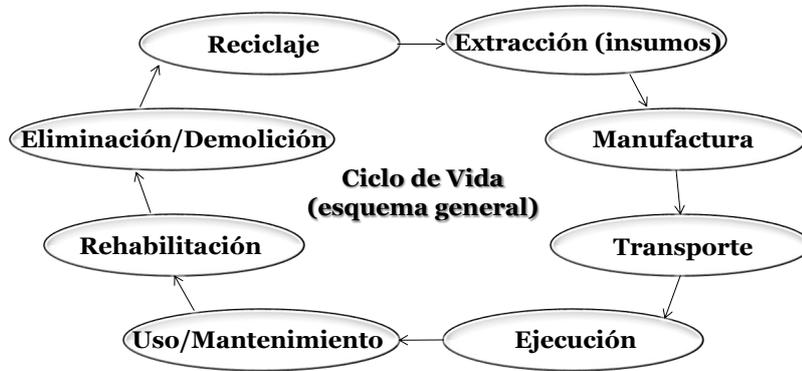
Para 35MPa :

concreto	encofrado	acero
401 m ³	4464 m ²	39596 kg
0,19 m ³ /m ²	2,10 m ² /m ²	19,1 kg/m ²
		98,7 kg/m ³

102

LCA (Life Cycle Assessment)

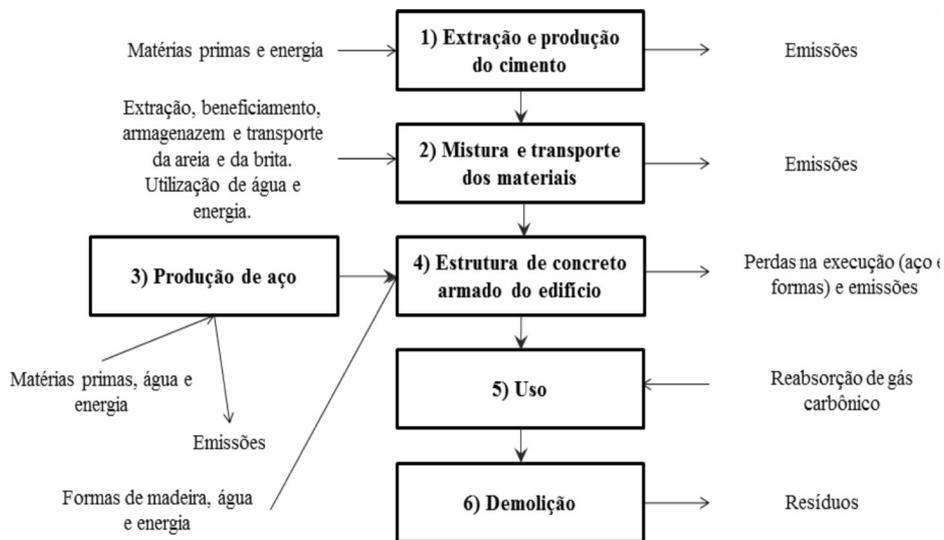
Esta revisión se hará de acuerdo con la PCR específica del producto, el cual indicará los requisitos y etapas de vida mínimas para ser analizados



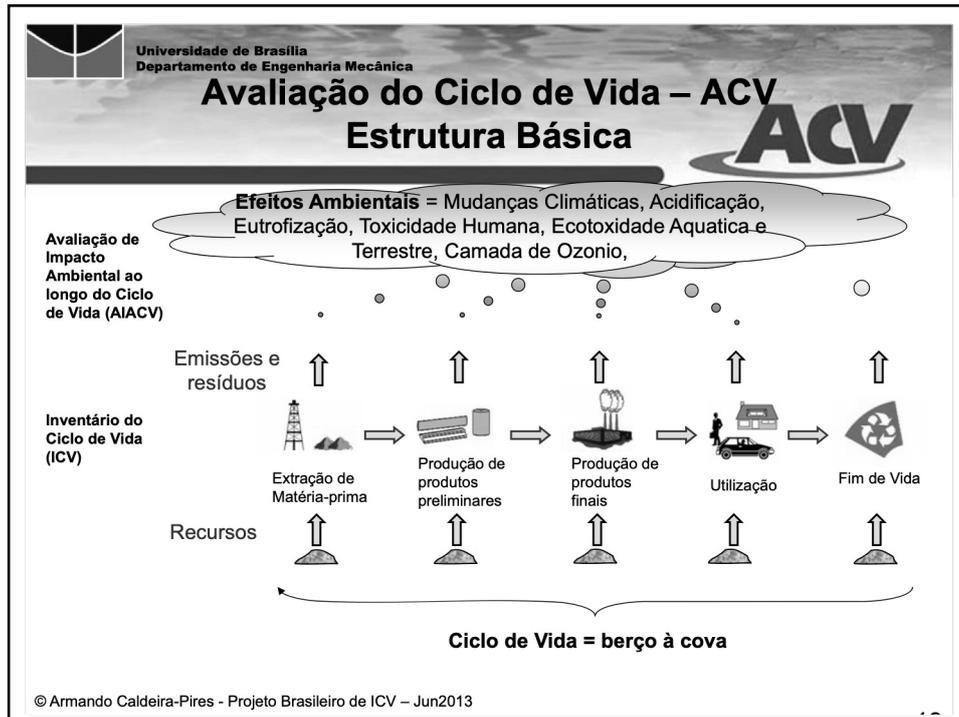
103

Investigación: edificio de concreto armado

Diagrama de flujo del producto → ... desde la cuna hasta la tumba...



104



105

a guide to understanding
**the embodied impacts
of construction products**

construction products association

RESEARCH REPORT R11-01, **Methods, Impacts, and Opportunities in the Concrete Building Life Cycle**, Department of Civil and Environmental Engineering, Concrete Sustainable Hub, Massachusetts Institute of Technology, august, 2011.

ILCD handbook – **International reference Life Cycle Data System; General guide for Life Cycle Assessment – Detailed guidance**, Publications Office of the European Union, 2012, 394 p.

ISO 14025:2006
Environmental labels and declarations - Type III environmental declarations - Principles and procedures

106

concreto armado

... desde la cuna hasta la tumba ...

Category	Unit	Total	Materials	Production	Transport	End of Life
 Global warming	[g CO ₂ -eq.]	102 610.0	67 800.0	27 700.0	3 720.0	3 390.0
 Acidification	[g SO ₂ -eq.]	836.6	535.0	266.0	35.3	0.3
 Eutrophication	[g NO ₃ -eq.]	712.2	471.0	179.0	59.2	3.0
 Photochemical smog	[g C ₂ H ₄ -eq.]	24.2	18.0	0.8	4.6	0.7

107

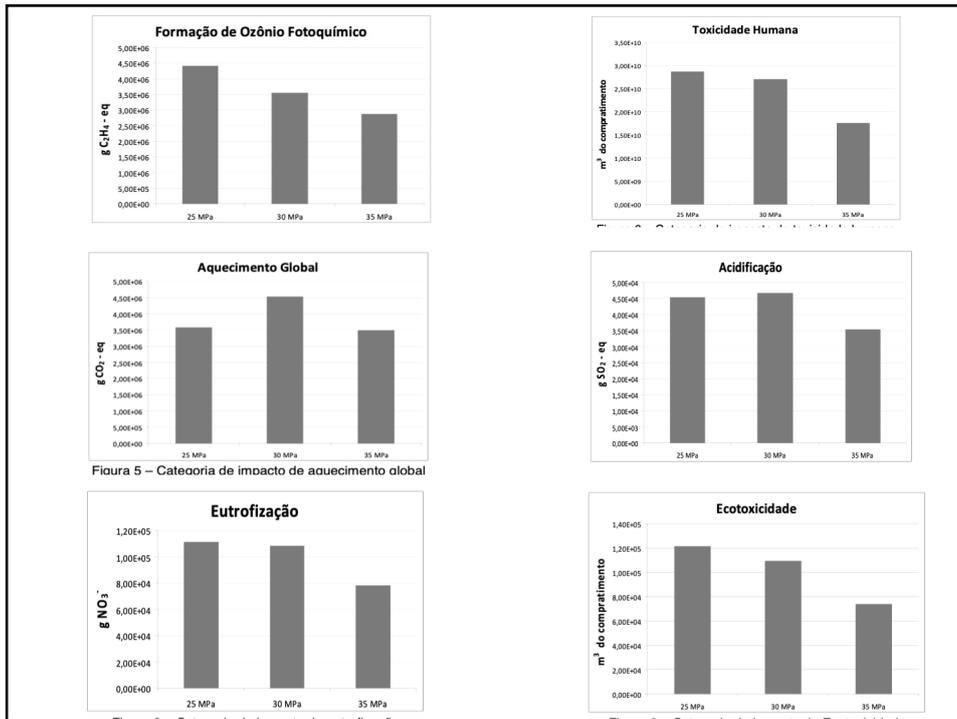
Investigación: edificio de concreto armado

Se estudiaron los resultados obtenidos en relación a los impactos:

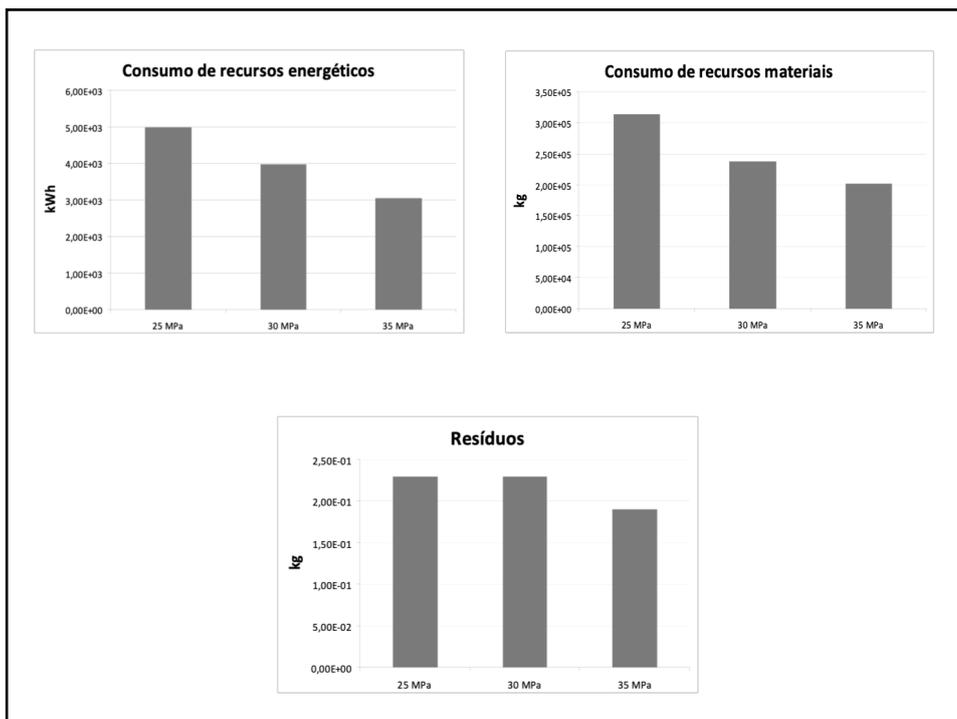
	25 MPa	30 MPa	35 MPa
Eutrofización	Maior	Medio	Menor
Formación de ozono fotoquímico	Maior	Medio	Menor
Ronsumo de recursos Materiales	Maior	Medio	Menor
Consumo de recursos energéticos	Maior	Medio	Menor
Ecotoxicidad	Maior	Medio	Menor
Calentamiento Global	Medio	Maior	Menor
Toxicidad humana	Maior	Medio	Menor
Acidificación	Medio	Maior	Menor
Residuos	Medio	Maior	Menor

Ricardo BENTO, doutorado IAU.USP.

108



109



110

Investigación: edificio en concreto reforzado

Este es una investigación del Ing. Ricardo Bento y es parte de su tesis de Doctorado que todavía está en curso (andamio / progreso)

“A pesar de no estar totalmente concluida ya es posible afirmar que hubo una ventaja clara en substituir concretos de 20MPa por concretos de 35MPa en un edificio de clase mediana baja con apenas 8 pisos.”

“Los estudios en progreso van analizar otras situaciones, casas y edificios altos (>25 pisos) para comprobar que se puede generalizar estas conclusiones parciales pero muy promisoras y a favor del desarrollo de los concretos de altas prestaciones (alto desempeño)”

111

Investigación: edificio en concreto reforzado

Conclusión:

Para todas las categorías de impacto con la estructura de f_{ck} 35MPa es ambientalmente los mínimos impactos al medio ambiente, que realizan la misma función, entonces la estructura con f_{ck} de 30MPa y finalmente la estructura f_{ck} 25MPa.

Ricardo BENTO, doutorado IAU.USP.

112

Estas herramientas claramente establecidas en la serie ISO14025 ambiental permiten la creación de una declaración de tipo III, o permitir que una calificación objetiva de los productos y los servicios para la construcción civil.

De este modo, se crea una transparencia de los productos en relación con sus impactos ambientales.

113

La revolución que está en marcha a partir de estos conceptos, hace uso de una metodología estandarizada para la recolección de datos, evaluación de impacto ambiental, el acceso a la información homogeneizada y la revisión continua del comportamiento ambiental de los productos y servicios.



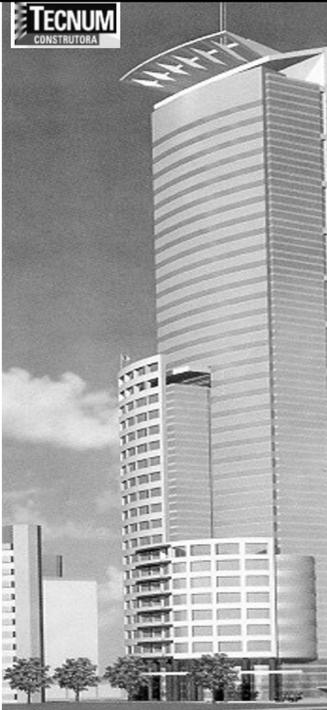
114



115

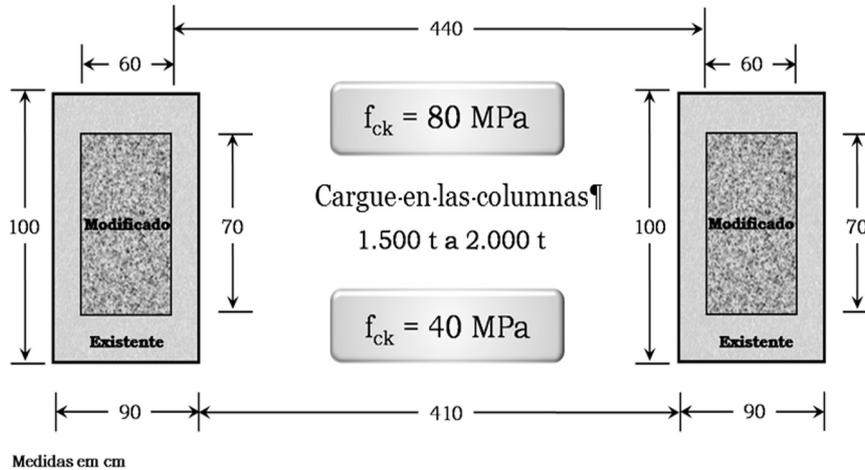
e-Tower

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



116

Proyecto estructural (e-Tower)



117

Mito
HSC > 125MPa
consume muy
cemento y no es
Sostenible

118

VERDAD

**puede consumir mas
cemento por m³, pero la
cantidad de CO₂ , de
Energía e de H₂O reduce
mucho con MPa alto**

CO₂ / MPa

119



120

Control



121



122

Economía de 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

123

Sostenibilidad



- **70% menos arena**
- **70% menos grava**
- **53% menos concreto**
- **53% menos agua**
- **20% menos cemento**
- **31% menos area de molde**

124

Sostenibilidad



- **25% más de reaproveitamiento del molde**
- **43% menos acero**
- **16 coches a más**
- **10x vida útil más grande**
- **100% desforma más rápida**

125

Puntos Importantes

Concepto de rendimiento:

Considerando apenas el contenido de cemento:

Concreto 120MPa → 4,0kg/MPa
→ 1,2kg clínquer / MPa

Concreto de 40MPa → 6,7 kg/MPa
→ 2,1kg clínquer / MPa

Concreto de 20MPa → 11,5 kg/MPa
→ 3,5kg clínquer / MPa

126

Revolución en los Materiales

1972	2013
cemento / arena / grava / agua	cemento / arena / grava / agua
escória	escória
ceniza volante	ceniza volante
plastificante	plastificante
	super plastificante
	regulador de fraguado
	fibras
	metacaulim HP
	silica ativa
	nanosilica
	pigmentos
	cristalizante / nanotubo
	densificador / caliza

127

CONCRETO RESPONSIBLE, SOSTENIBLE, BONITO Y CONTEMPORÂNEO, ES:

- más resistente
- más durable
- más humano (< ruído y < esfuerzo físico)
- consumir menos recursos materiales no renovables
- consumir menos agua
- consumir menos energía
- producir menos residuos y basura

128

Como ser un Arquitecto o Ingeniero mejor y actual ?

1. reducir emisión de gases estufa
2. reducir energia consumida
3. reducir consumo de recursos naturales no renovables
- 4. usar racionalmente el concreto (hacer más con menos)**
5. Cambiar el “modo de viver de algunos”

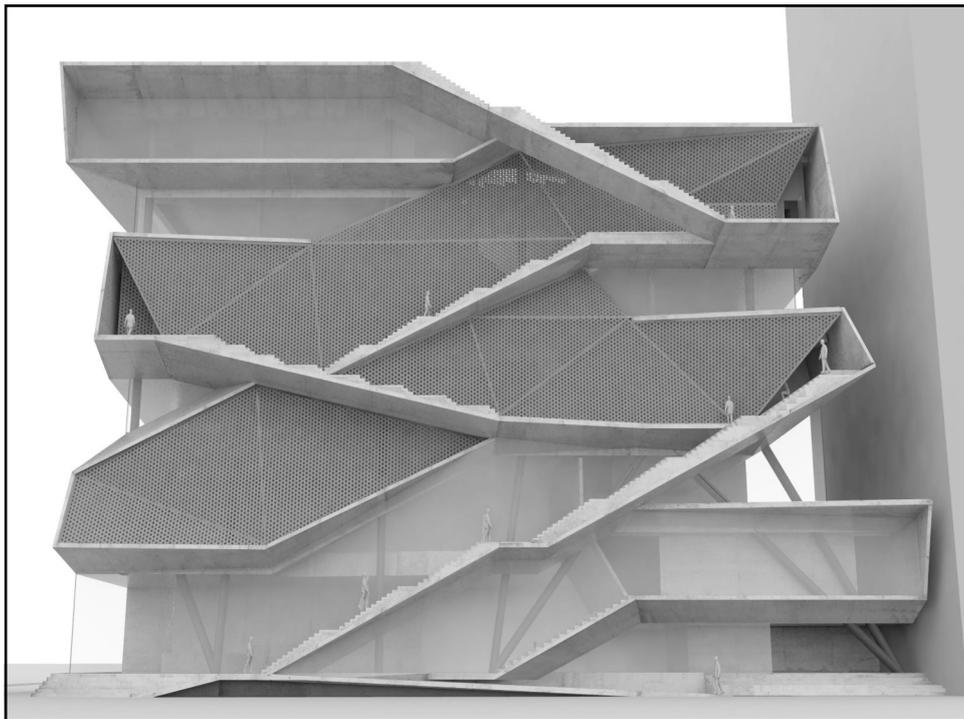
129



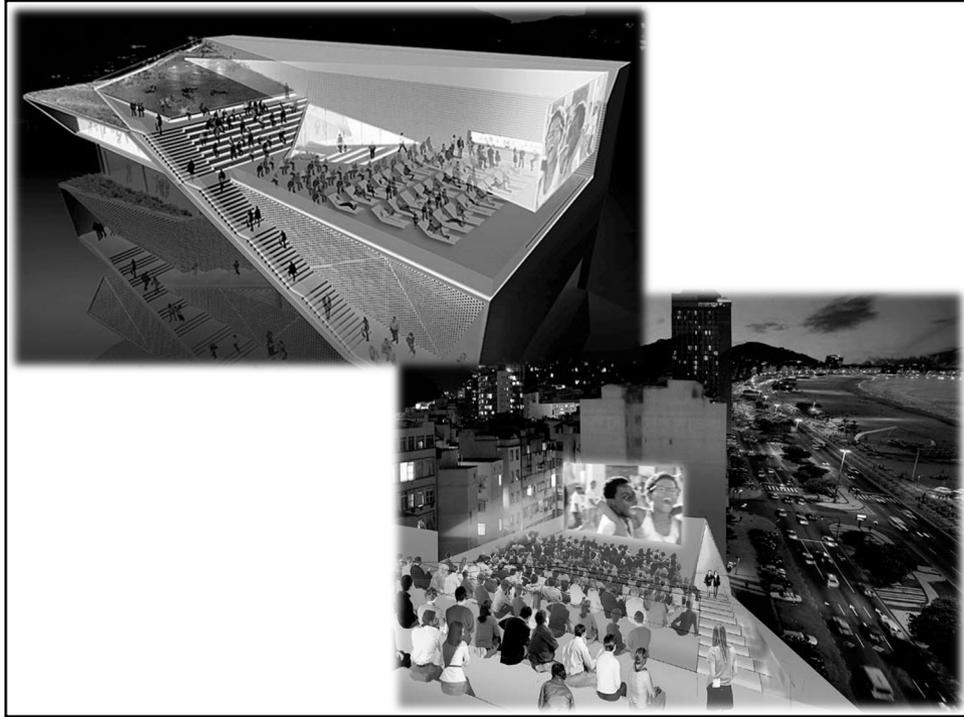
130



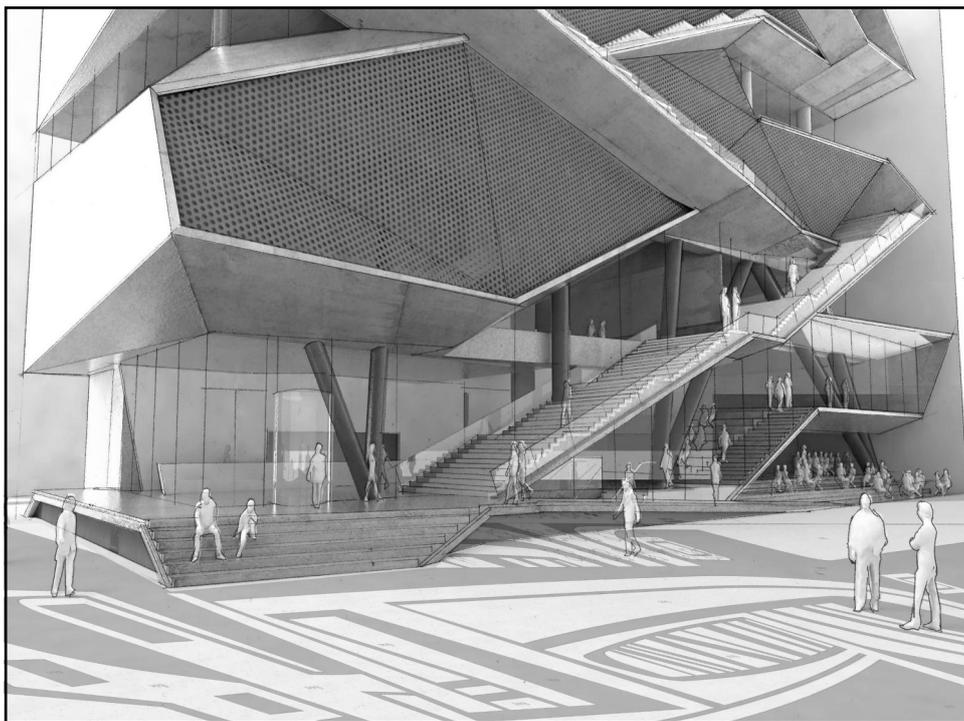
131



132



133



134

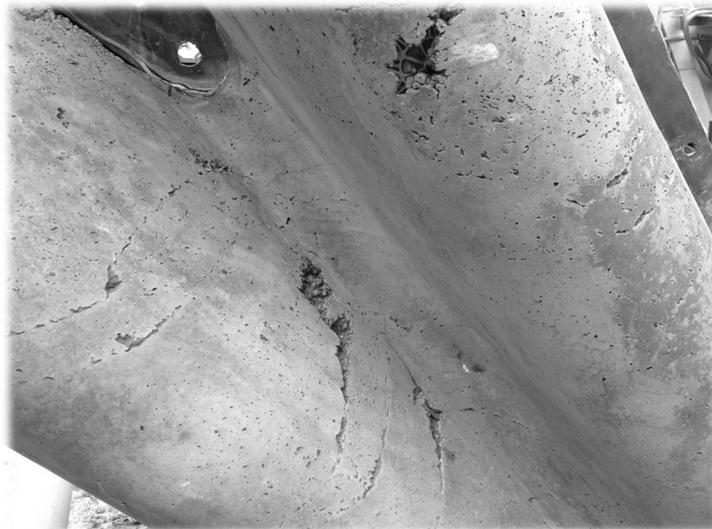
Columna protótipo: concreto normal, procedimientos usuales, 50MPa, slump 120mm, vibrado)



PhD Engenharia

135

Columna protótipo: concreto normal, procedimientos usuales, 50MPa, slump 120mm, vibrado)



PhD Engenharia

136

Columna protótipo: concreto normal, procedimientos usuales, 50MPa, slump 120mm, vibrado)



PhD Engenharia

137

Columna protótipo: concreto normal, procedimientos usuales, 50MPa, slump 120mm, vibrado)



PhD Engenharia

138

Columna prototipo: concreto SCC (auto-compactable, 50MPa, sin vibrado)



139

Columna prototipo: concreto SCC (auto-compactable, 50MPa, sin vibrado)



140

**Aquário do Pantanal – MS
Campo Grande**



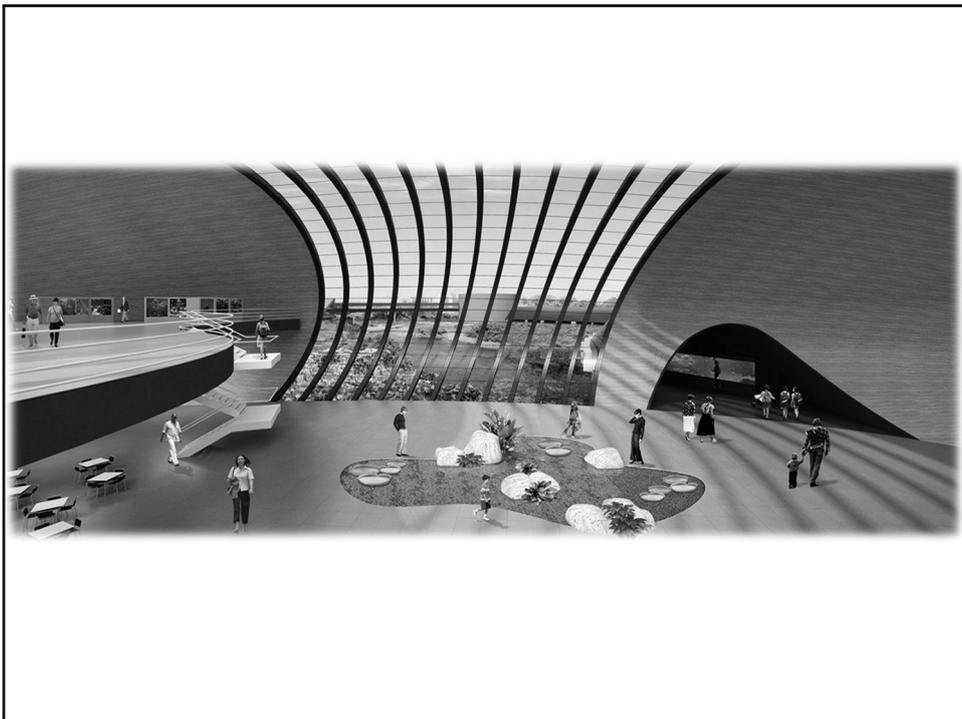
141



142



143



144



145



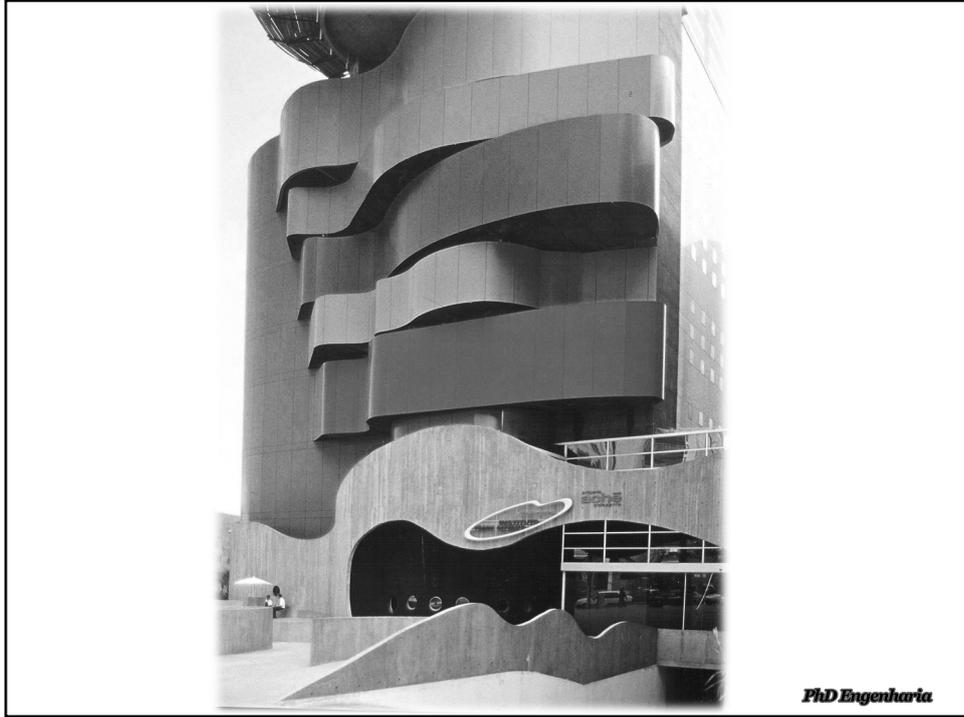
146



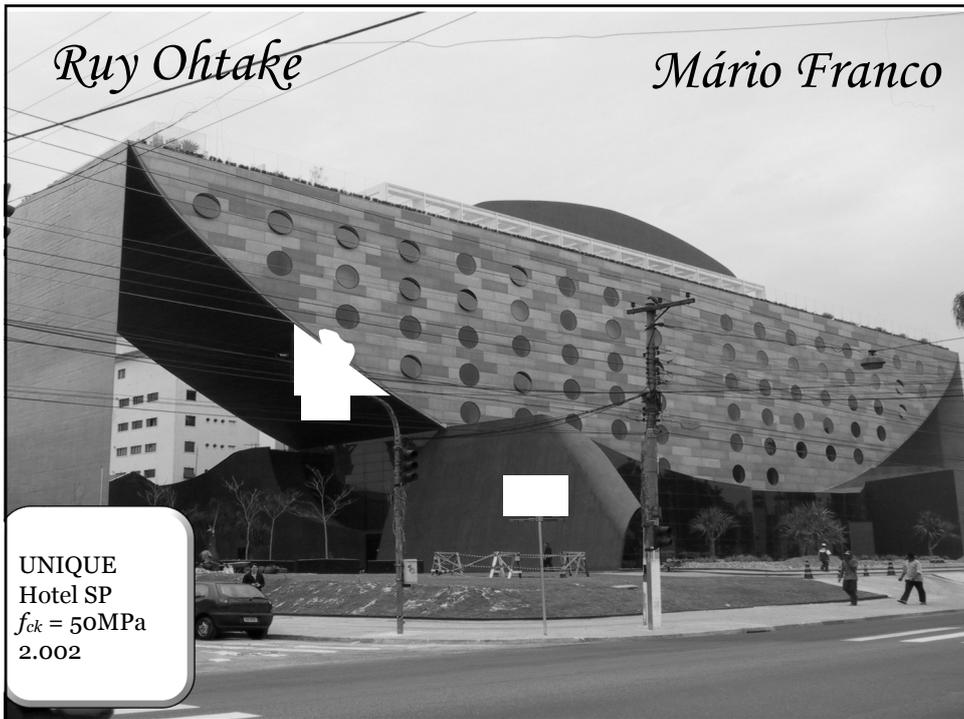
147



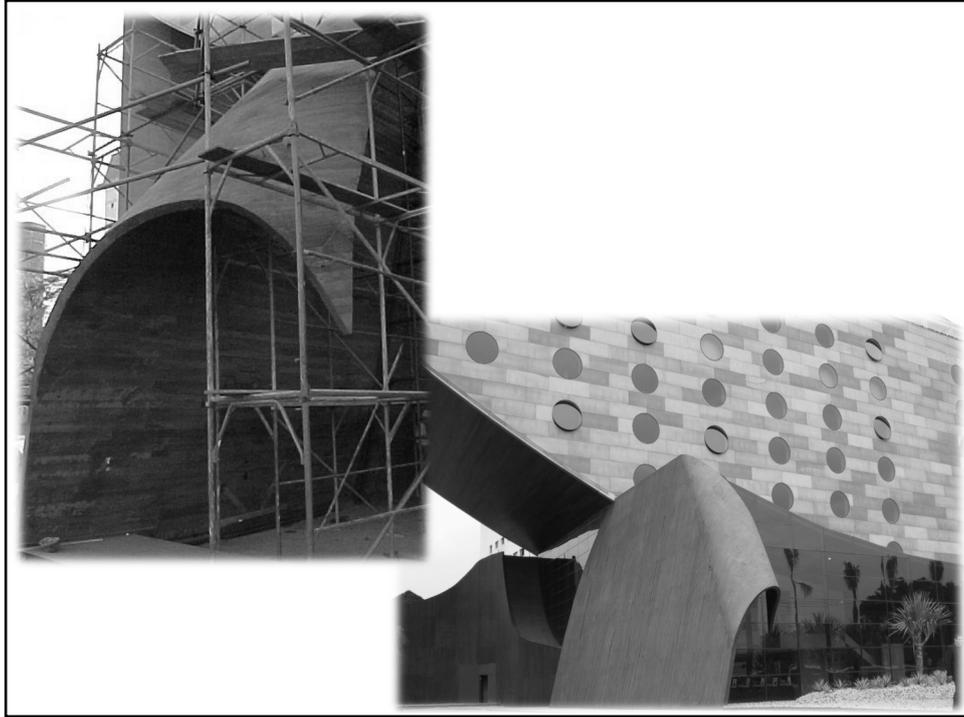
148



149



150



151



152

Algunas Reflexiones

153

Es correcto evaluar crecimiento solamente por índices económicos ?

- ✓ Ha mejorado la calidad de vida?
- ✓ Ha mejorado el saneamiento y salud?
- ✓ Hubo menos accidentes graves en obras?
- ✓ Hubo evolución en el uso de tecnología?
- ✓ Hubo evolución en la calidad y Sostenibilidad de las obras?
- ✓ Hubo evolución en la transferencia de tecnología Universidad / ArquitecturaIngeniería / Las Empresas?
- ✓ Quales deben ser los índices de excelência a serem perseguidos?

154



Petronas Towers
Cesar Pelli

Kuala Lumpur

Malasia 1.997

452m

$f_{ck} = 800 \text{ kgf/cm}^2$

before / after

155

Hoy há 45 edificios en
construcción con altura
superior a 300m, con
inauguración prevista
para 2016...

156

De ese total de 44

“rasca cielos”:

- 15 son en concreto
- 28 son mistos concreto / acero
- apenas 1 es metálico

157

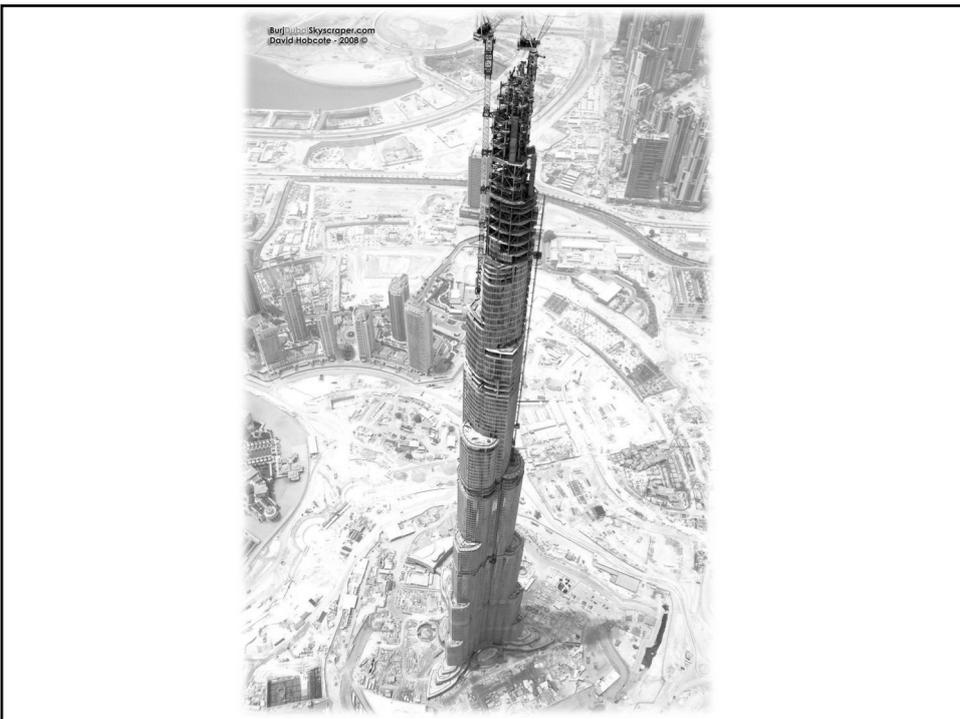
Incluso el más alto edificio del mundo, el Burj Khalifa, en Dubai, con 820m, ha sido construido con concreto

158

Burj Dubai - World tallest (2008)



159



160



161

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

162



163



164

Estructuras de Alto Desempeño

- Reduce el riesgo de tener problemas**
- Necesita estudios previos**
- Necesita gerenciar la calidad**
- Necesita conocer y bien utilizar normas y documentos existentes**
- Es un trabajo de equipo, de nación...**

165

**Sostenibilidad combina el género,
número y grado con
Racionalización
Concreto Prefabricado
Industrialización**

166



167



168



169



170



171



172



173