

# Desarrollo global, riesgos y oportunidades para las construcciones a base de cemento

Vanderley M John

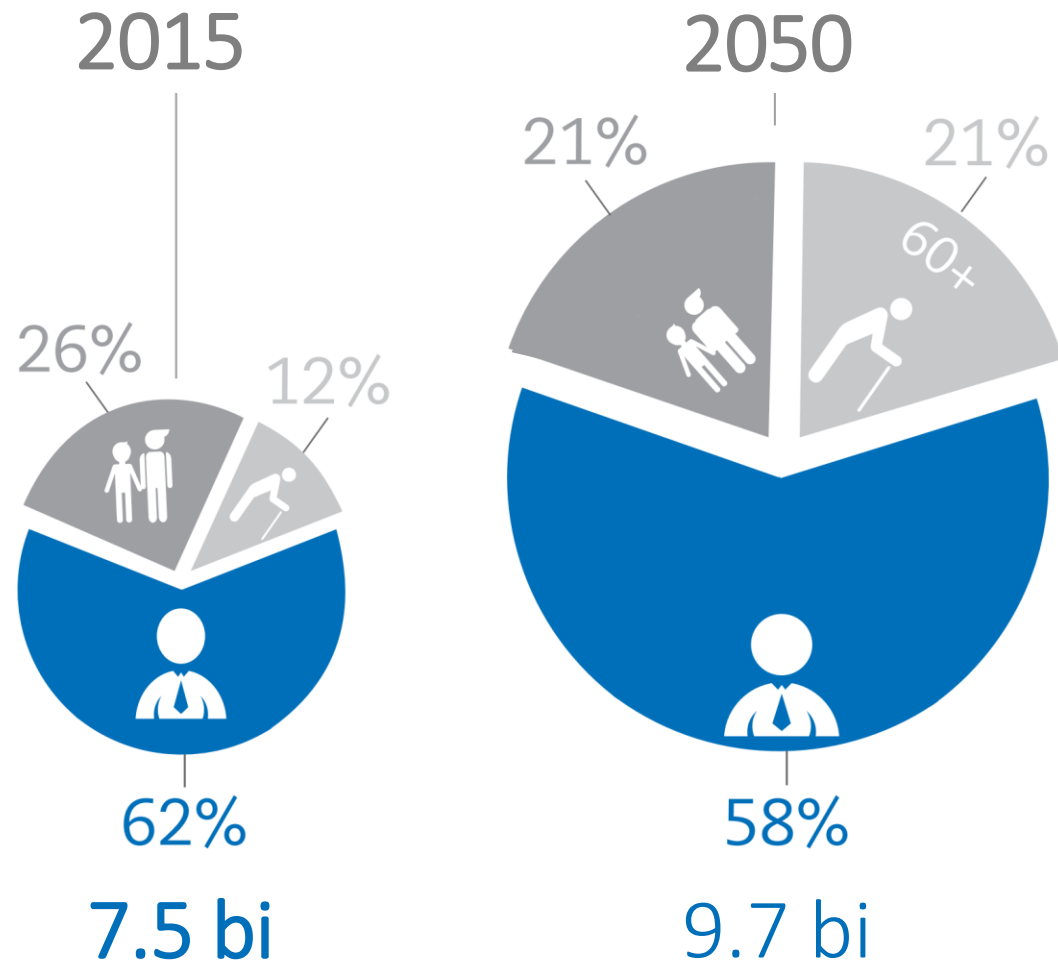
Ciudad de Guatemala, Maio 2024



# Cambio demográfico: envejecimiento y reducción de la población

La demanda por productividad.

# Envejecimiento de la población



# ¿Cómo será la construcción con una fuerza laboral envejecida?



## Goggles (1)

These goggles make the trainee experience the changes in visual function, such as the loss of the peripheral vision and deteriorated sight due to cataracts.  
Material: vinyl chloride.



## Ear plugs (50 pairs)

The ear plugs block high frequency sounds, which allows the trainee to experience presbycusis.  
Material: expanded polymer

## Back protector (1)

This protector restricts the posture, forcing of the trainee to adopt a bent position specific to aging.  
Material: 100 % cotton and aluminum

## Restrictors for the elbows (1 pair for both elbows).

These restrictors restrict the motion of the elbow joints to make the trainee experience sluggish arms.  
Material : 100 % cotton and ABS.

## Weights for the wrists: 500g

These weights are loaded on the wrists to make the trainee experience a simulated loss of arm muscle.  
Material: iron particles.

## Knee Restrictor s (1 pair for both knees)

These restrictors restrict the motion of the knees to allow the trainee to experience sluggish legs.  
Material: cotton and ABS.

## Weights for the ankles: 1000g (1 pair for both ankles)

These weights are loaded on the ankles to allow the trainee to experience simulated loss of muscle.  
Material: iron particles.

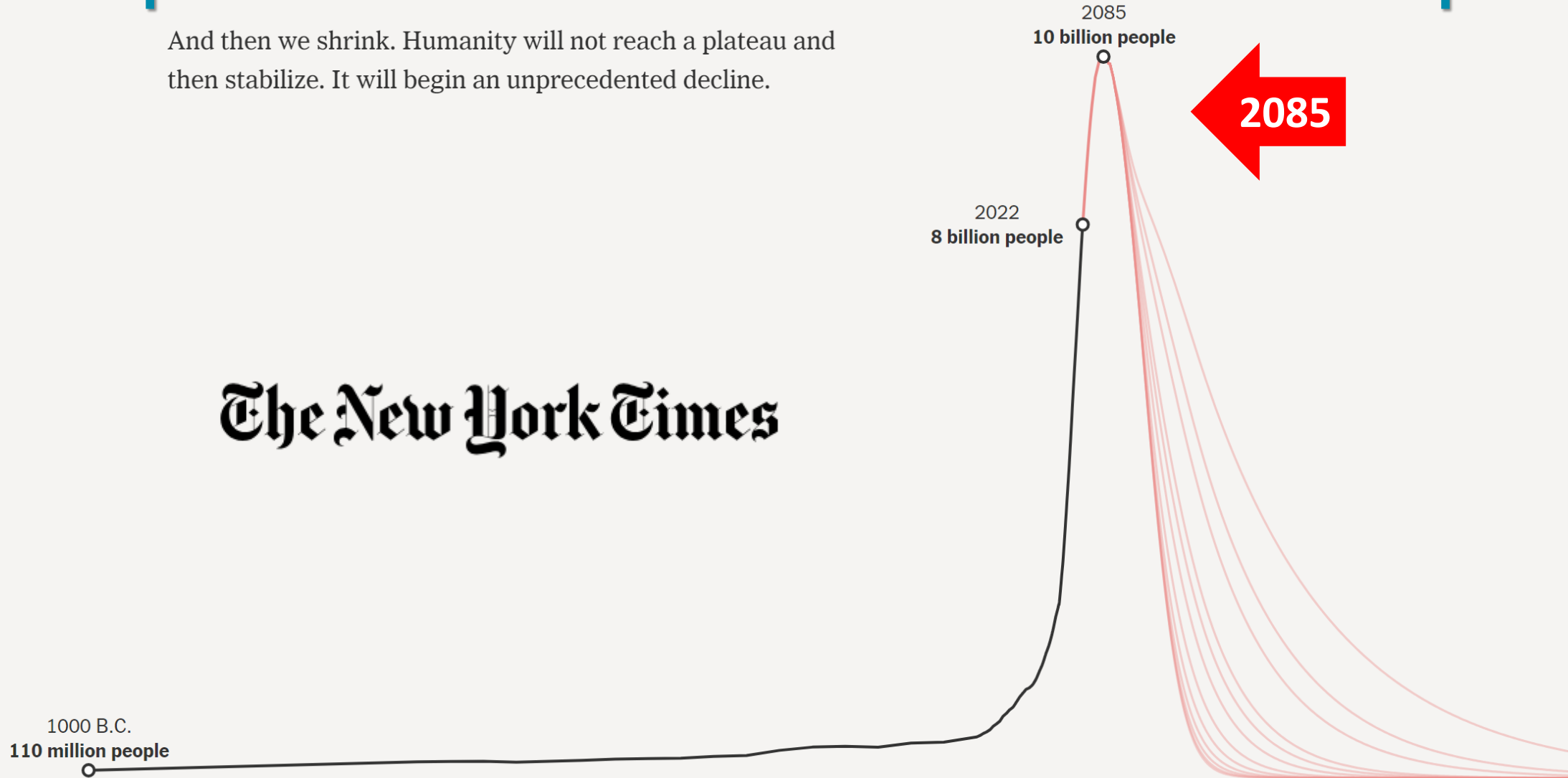
# ¿Cuál es el impacto del envejecimiento en la construcción autogestionada?



El mercado de bolsas tiende a disminuir.

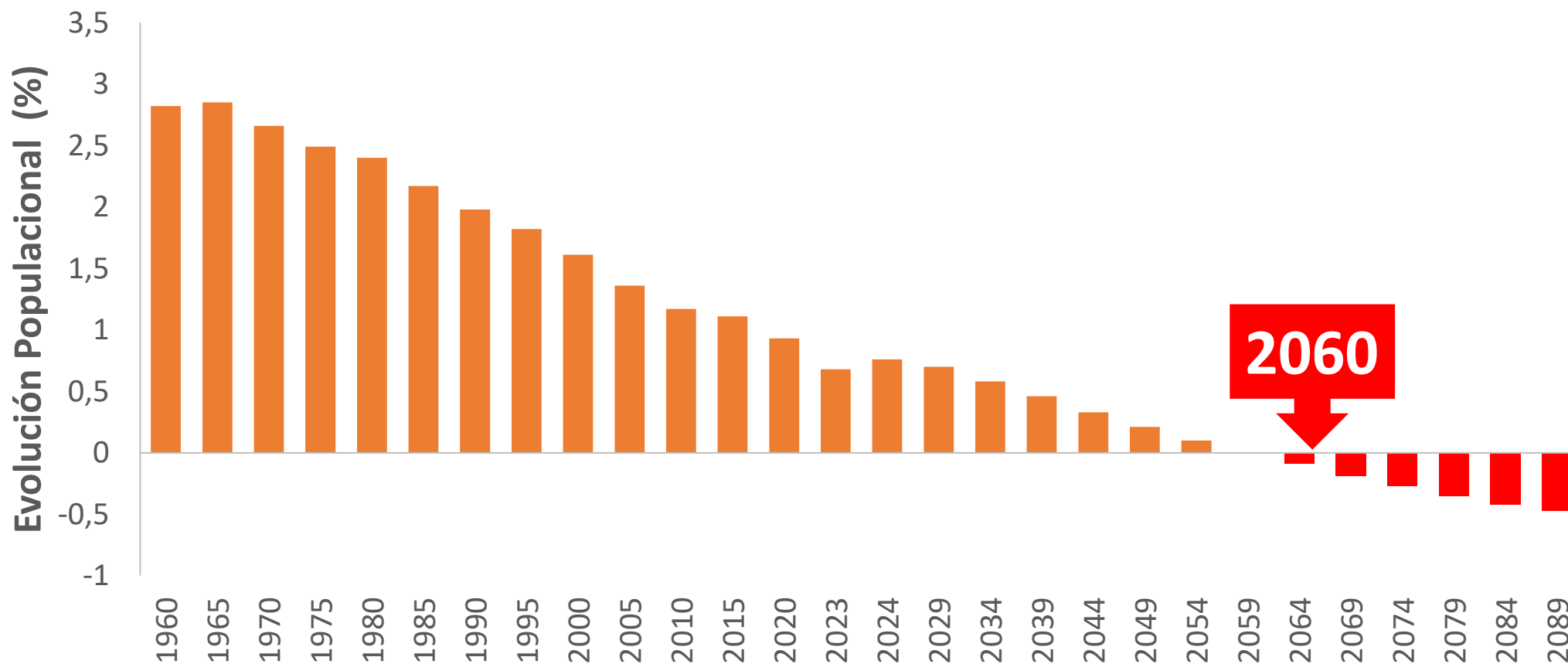
# La población mundial disminuirá en medio plazo

And then we shrink. Humanity will not reach a plateau and then stabilize. It will begin an unprecedented decline.



**The New York Times**

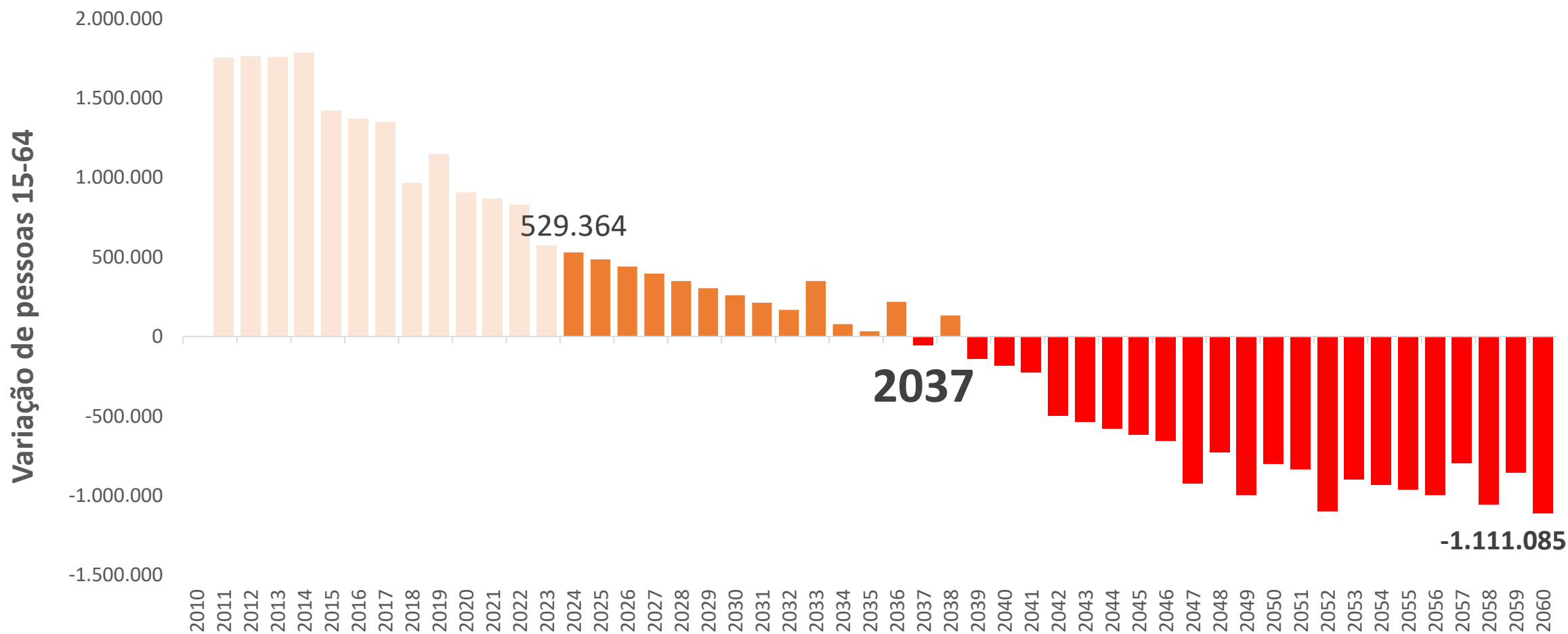
# Desaceleración del crecimiento y reducción futura de la población



<https://worldpopulationreview.com/continents/latin-america-population>

# Evolución de la oferta de mano de obra (Brazil)

## Variación anual de la población entre 15 y 64 años a partir del IBGE 2023





# Consecuencias del cambio demográfico

- Reducción progresiva de la **oferta de mano de obra**
- Crecimiento de los **costos de mano de obra**
- Demanda por **productividad** elevada
- Pérdida de competitividad de los sectores con baja productividad

**Crecimiento económico: solo con aumento de productividad**

# Productividad laboral en la construcción (US \$/h trabajada)

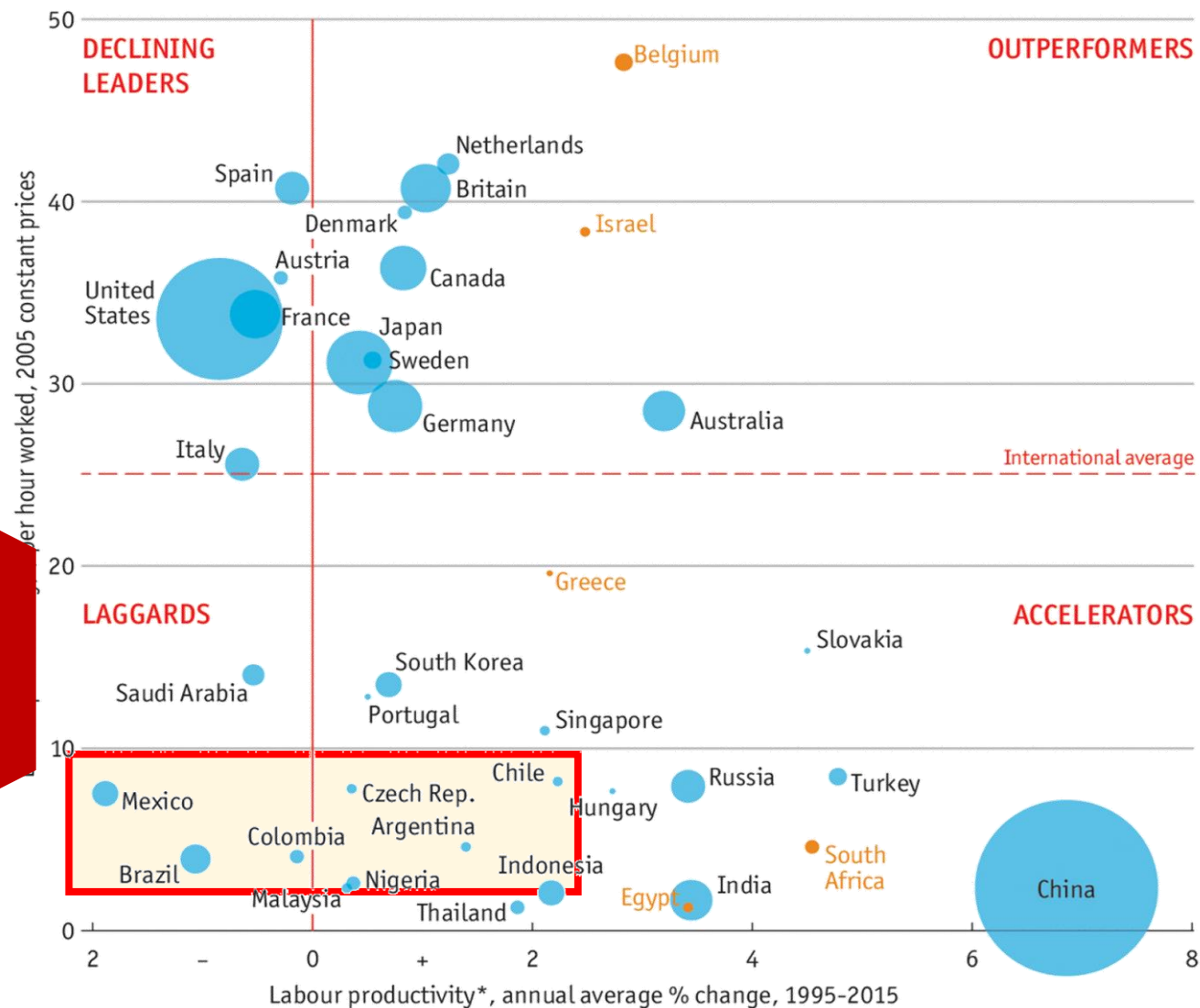
1/5

## Means of production

Construction, productivity levels against growth rate

● Construction productivity growth exceeds total economy growth

1,000  
500  
Size indicates construction investment 2015, \$bn



Source: McKinsey Global Institute

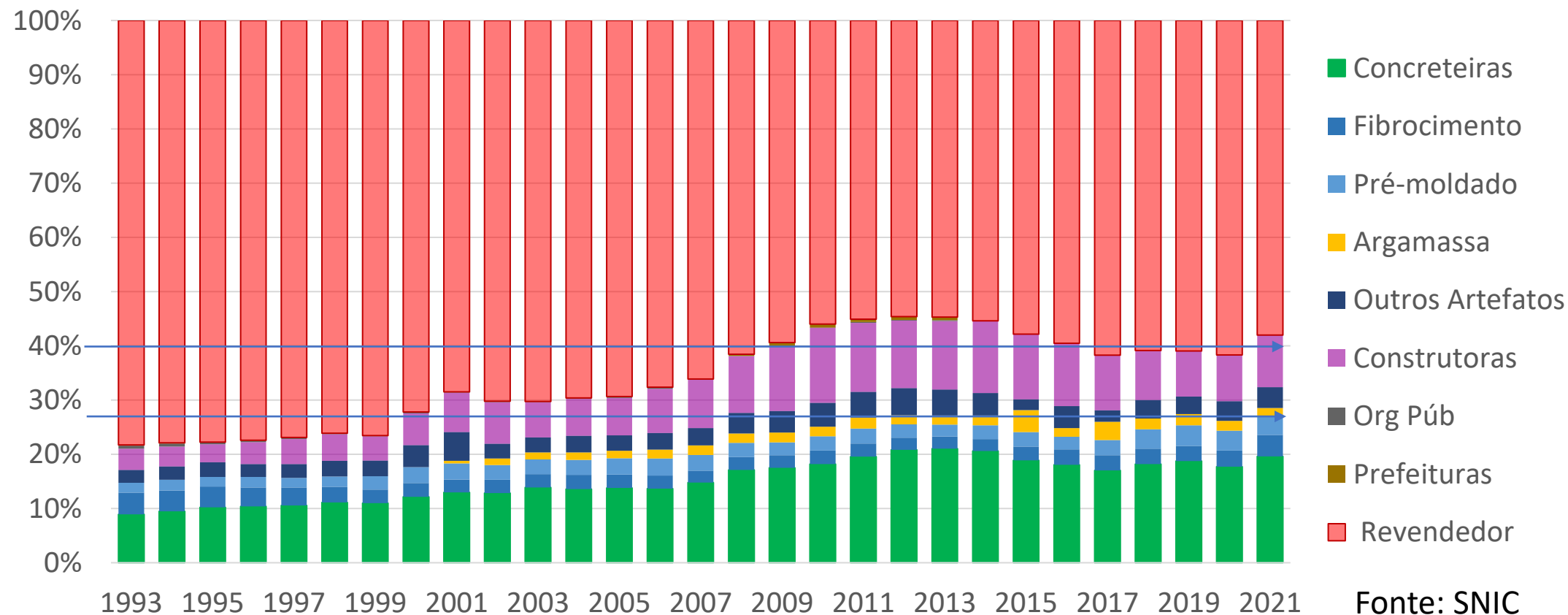
\*Value-added per hour worked by persons employed

Productivity isn't everything,  
but in the long run,  
**it's almost everything.**

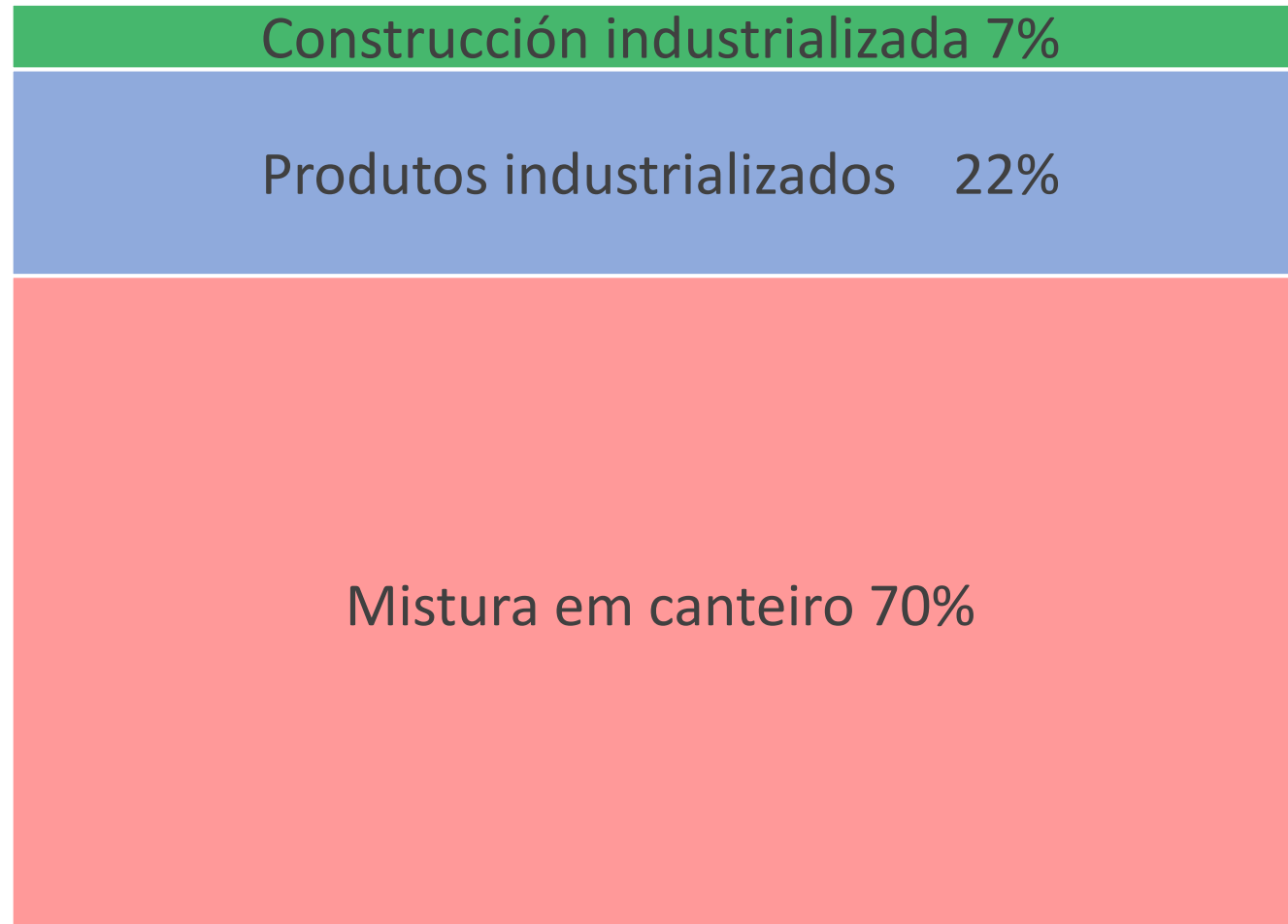
Paul Krugman,  
Emeritus Professor at Princeton University

[Productivity for prosperity: 'In the long run, it is almost everything' \(worldbank.org\)](http://worldbank.org)

# Cimento en bolsa: construcción de baja productividad



# Brazil: Construcción industrializada: <10% del mercado del cemento



# ¿Cuál es la productividad laboral en el uso del cemento?



Cascudo & Carasek 2007

# El mercado del futuro requerirá una alta productividad.

¿Cómo aumentar la productividad de la mano de obra que utiliza cemento?

# ¿Qué es el cemento de construcción de alta productividad?

- Construcción formal será industrializada
  - **Cementos de alta resistencia inicial**
  - Productos optimizados para cada aplicación
    - Producción digital
    - Autocompactante
    - ....?
- Construcción informal o casi informal
  - Productos industriales de cemento: morteros, concretos, componentes
  - Facilidad y rapidez de construcción
  - **Bajo esfuerzo físico**
  - Montaje de piezas ligeras



**Cambio climático afectará la composición, el mercado y el costo del cemento**

Porto Alegre, Brasil, 05 de Maio de 2024







# Com 70% da cidade sem água, prefeito pede que moradores com casa no litoral deixem Porto Alegre

Capital gaúcha enfrenta desabastecimento após o rio Guaíba transbordar e atingir o maior nível da sua história

O TEMPO brasil

Publicado em 05 de maio de 2024 | 18:20





Franca. Brasil (26 set 2021)



CHUVAS

# Bombeiros encontram 65º corpo e encerram as buscas no Sahy

Estrutura no local seguirá caso novas informações de desaparecidos surjam



i

## Guerra da Ucrânia faz 1 ano com leva de exilados

Um ano após o Rússia invadir a Ucrânia, a guerra entre os dois países, cujo desfecho é incerto, não deixou apenas mortos e feridos. O conflito separou famílias que discutiam sobre o assunto e levou milhares ao exílio, de ambos os lados. Na Rússia, sob forte propaganda estatal, 20% da população creu em vitória militar de Moscou, e 17% vê o passo sem sentido. *Mauro de Al*

## Governo defende regulação de redes em fórum da ONU

Em carta à Unesco, Luiz Inácio Lula da Silva (PT) defendeu regulação das redes sociais para evitar o que chamou de ameaça à democracia por plataformas online. O documento foi lido em conferência global da ONU. O Planalto vê resistência do Congresso sobre o tema. *Isabela*

## Venda de carne à China é suspensa após vaca louca

McDonald's

atualizado 05

## Imperatriz vence no Rio

Escola da zona norte quebrou o jejum de 22 anos sem título estadual ao vencer o campeonato carioca. Vencedora no Rio de Janeiro, a escola venceu o campeonato carioca, que foi vencido pelo time do Rio de Janeiro. *Isabela*

esporte 07

Futebol brasileiro duela por direitos de transmissão e



Um dos locais onde a terra deslizou na Barra do Sahy, em São Sebastião (SP) *Isabela/Imagem*

## Justiça de SP autoriza tirar moradores de encostas

Ministério estima haver 4 milhões sob alto risco de deslizamento; estado reforça policiamento contra saques

Sob a chuva que continua até amanhã no litoral norte de São Paulo e ante relatos de vítimas atingidas por avalanches de lama em morros de São Sebastião (SP), a Justiça de Caraguatatuba decidiu liminar (decisão provisória) para a suspensão compulsória de pessoas que vivem em áreas com risco de deslizamento. Até então, ao menos 40 pessoas haviam morrido, e mais de 30 estavam desalojadas na região, onde as chuvas prosseguem. A medida, pedida pela Procuradoria Geral do Estado de São Paulo e pelo município de São Sebastião, tem caráter preventivo e provisório e deve cessar tão logo a situação climática melhore, diz o governo.

Adicionalmente, o governo parará de emitir licenças de construção e mediará conflitos. Além disso, o ministro da Integração Nacional, Wagner Frazão, afirmou que há 14 mil pontos com alto risco de deslizamento pelo país, habitados por 4 milhões de pessoas, e prometeu a construção de moradias populares. Em meio aos esforços de resgate em São Sebastião, o governo paulista reforça o policiamento para evitar saques após relatos de desalojados. *Isabela/Imagem*

## PAINEL: Lei de proteção ambiental continua incompleta depois de dez anos

## Bruno Bagnolin: Reação a desastre pode ser vantagem

Desastres e crises humanitárias são eventos políticos porque dão ao governo elementos para construir sua imagem. A dimensão do efeito depende de mais fatores, como a proximidade das eleições, a ocupação do noticiário e a sensação de bem-estar da população depois. *Isabela/Imagem*

## Centrão busca base paralela de apoio a Lula no Congresso

Articuladores do governo e de legendas que estão fora da base formal do presidente Lula Inácio Lula da Silva (PT) no Congresso vislumbram uma base paralela de apoio com até 70 deputados e 25 senadores, dados as negociações com PL, PP, Republicanos e Podemos. *Isabela/Imagem*

## Zambelli critica Bolsonaro e quer trégua com STF

Para a deputada federal

# Mitigación + adaptación

Nuestro futuro depende de la  
Mitigación de las emisiones de GEI y  
Adaptación del ambiente construido  
a sus efectos inevitables

VM John USP © 2022

The  
Economist

Delta's beta: how much worse to come?

Where South Africa goes next

Chinese v American antitrust

The ethics of primate research

JULY 24TH-30TH 2021

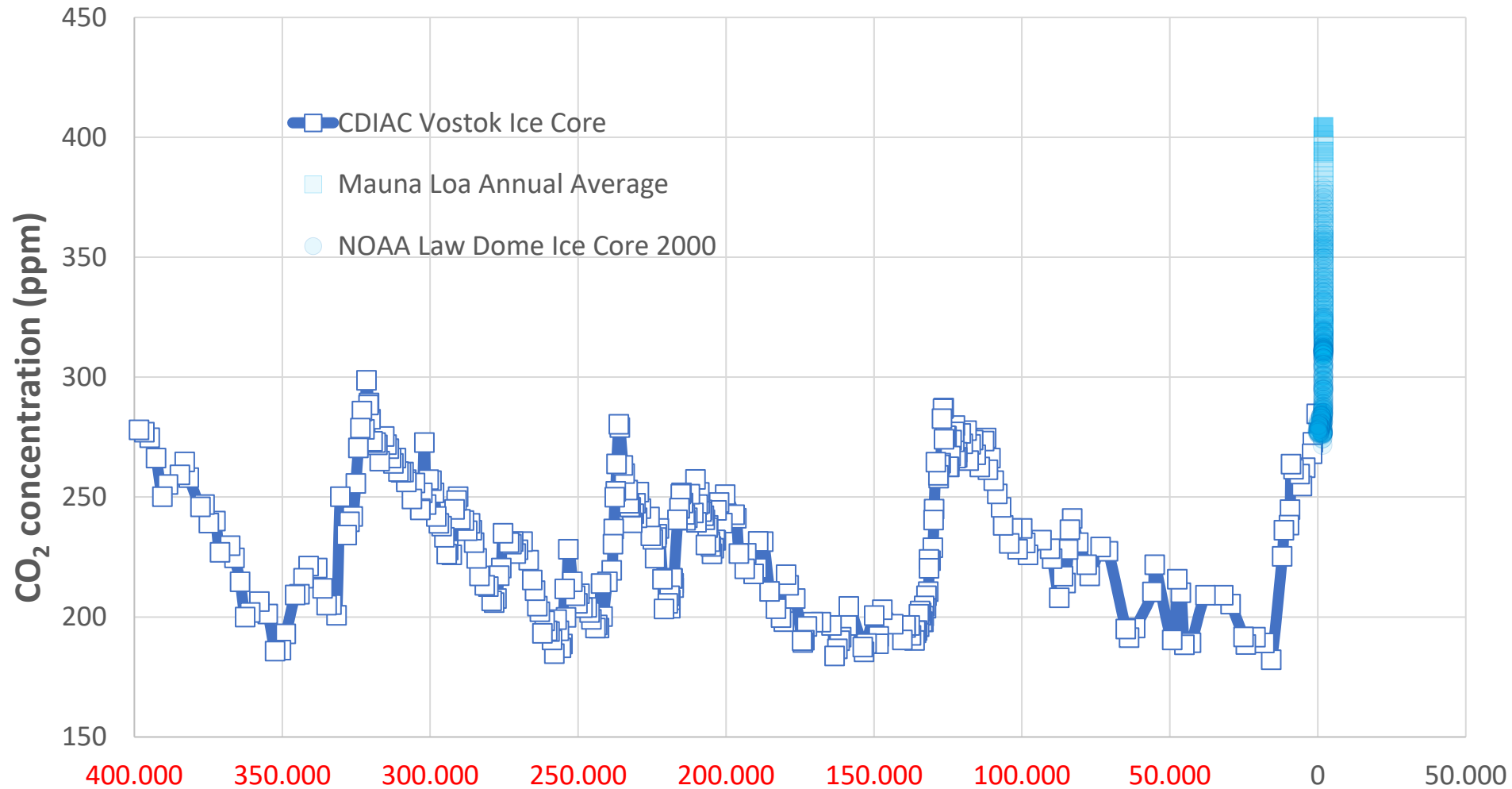
## No safe place

The 3°C future





# Causa raíz: Aumento del CO2 en la atmósfera



SCIENCE APR 13, 2024 7:00 AM

# Toronto Wants to Manage Storms and Floods—With a Rain Tax

Outcry reached such a crescendo last week that the city canceled public hearings on the tax, which is intended to help offset the hundreds of millions spent managing stormwater and basement flooding.



# Los impactos de los eventos extremos movilizarán cada vez más a la población

Rechazo progresivo de productos e industrias asociados a altas emisiones de carbono

# La precificación del carbono será ambiental y políticamente necesaria.

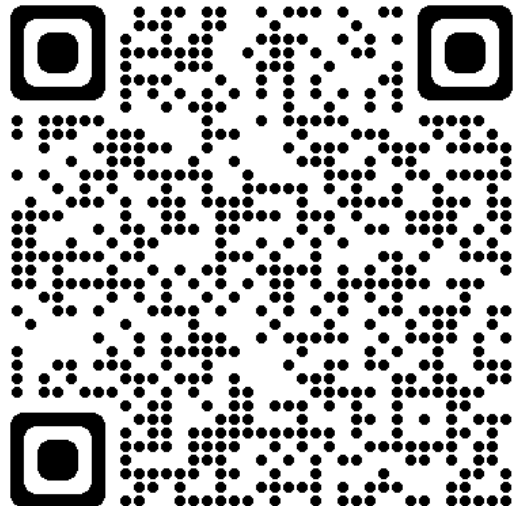
Es fundamental para os negocios, porque torna viable las soluciones de bajo carbono innovadoras

# GCCA apoya la fijación del precio del carbono



## GCCA position

GCCA supports the use of market-based carbon pricing to incentivise decarbonisation at lowest cost



GCCA supports the use of market-based carbon pricing to incentivise decarbonisation at lowest cost

An appropriate carbon price, as well as long-term predictability, allows companies to make the investments needed to reduce their CO<sub>2</sub> emissions in line with the GCCA ambition for net zero by 2050.

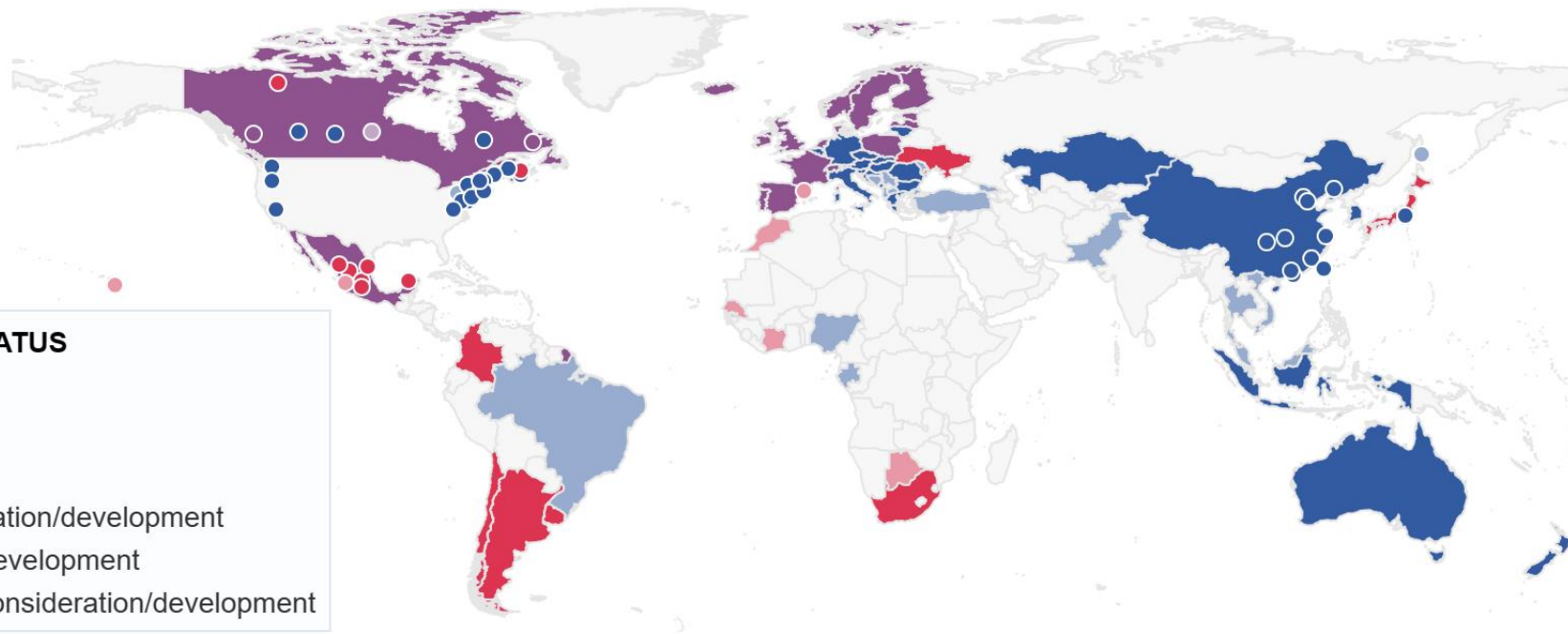
The advantage of market-based instruments such as cap-and-trade schemes is that they direct financial resources towards wherever it is most economical to reduce emissions, lowering the financial burden on society.

# State and Trends of Carbon Pricing Dashboard

The State and Trends of Carbon Pricing Dashboard is an interactive online tool aimed at policymakers, businesses, and researchers. It provides the latest information on existing and emerging direct carbon pricing initiatives around the world.

## Compliance carbon pricing instruments around the world, 2023

Map shows jurisdictions with carbon taxes or emissions trading systems implemented, under development or under consideration, subject to any filters applied in the table below the map. The year can be adjusted using the slider below the map.



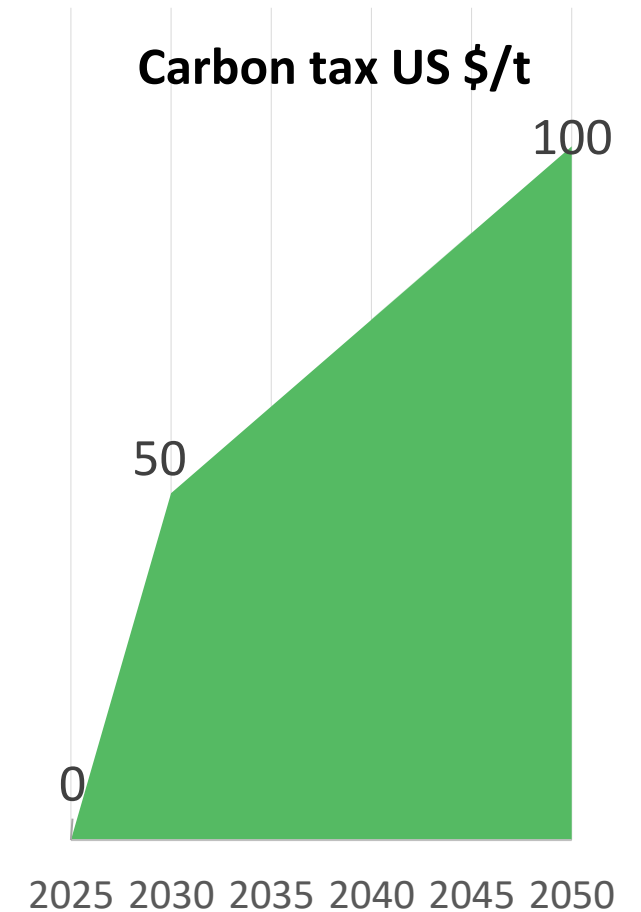
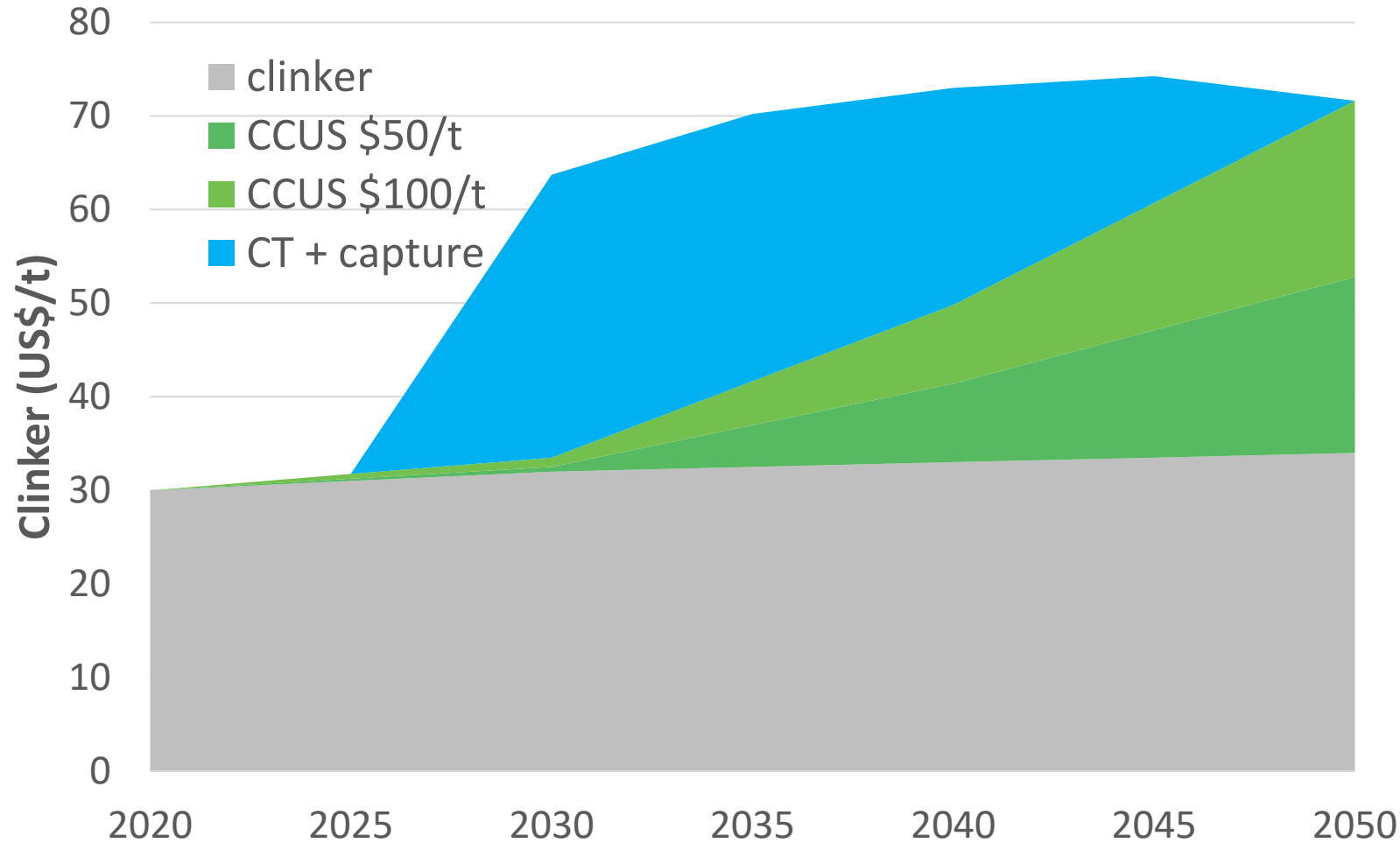
¿Clinker Portland con cero CO<sub>2</sub>?

**Imposible.**

1 t de piedra caliza libera 440 kgCO<sub>2</sub>

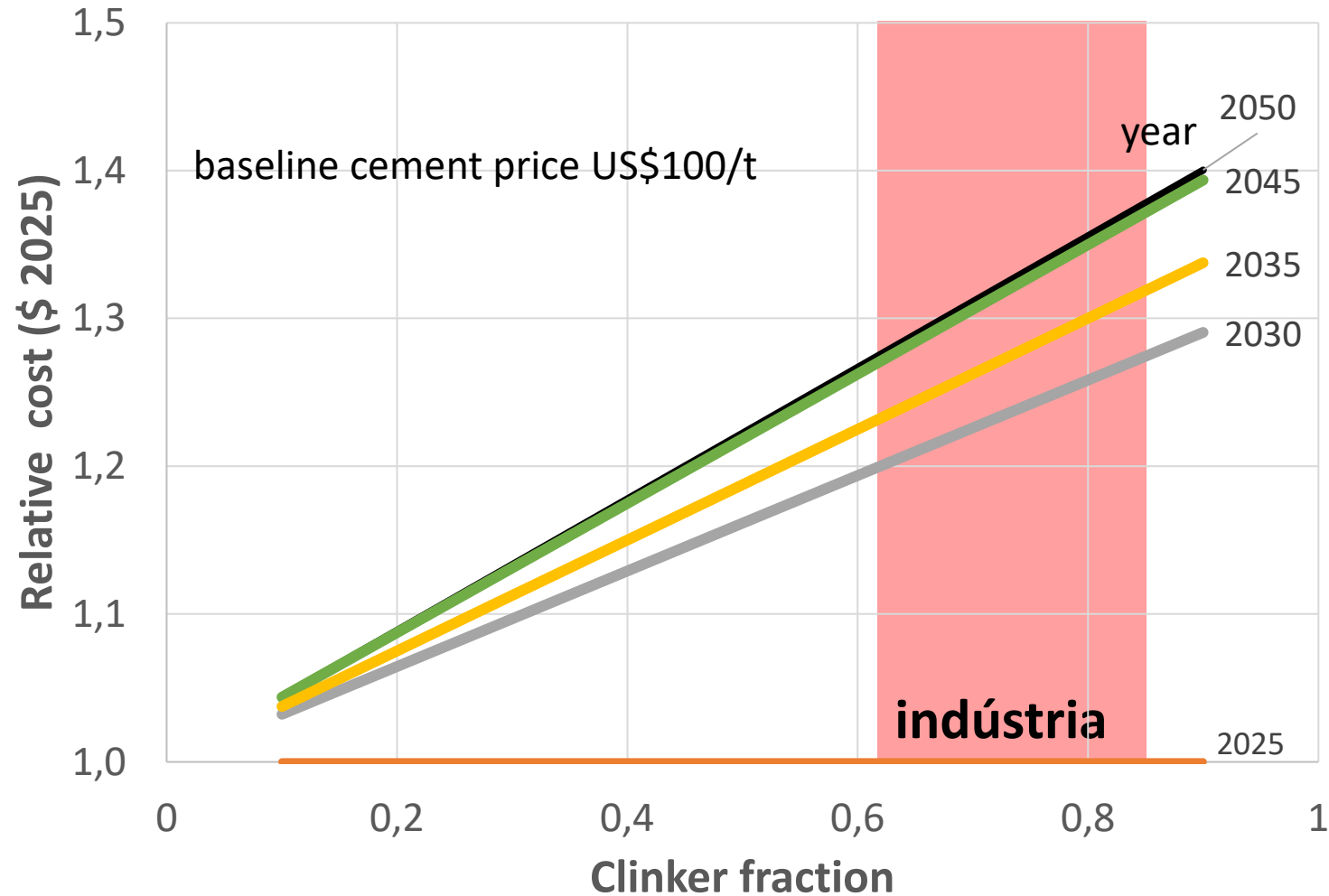
**El costo del clínquer aumentará**  
con la captura o impuesto de carbono.

# Precificación del carbono y costo del clínquer: un escenario



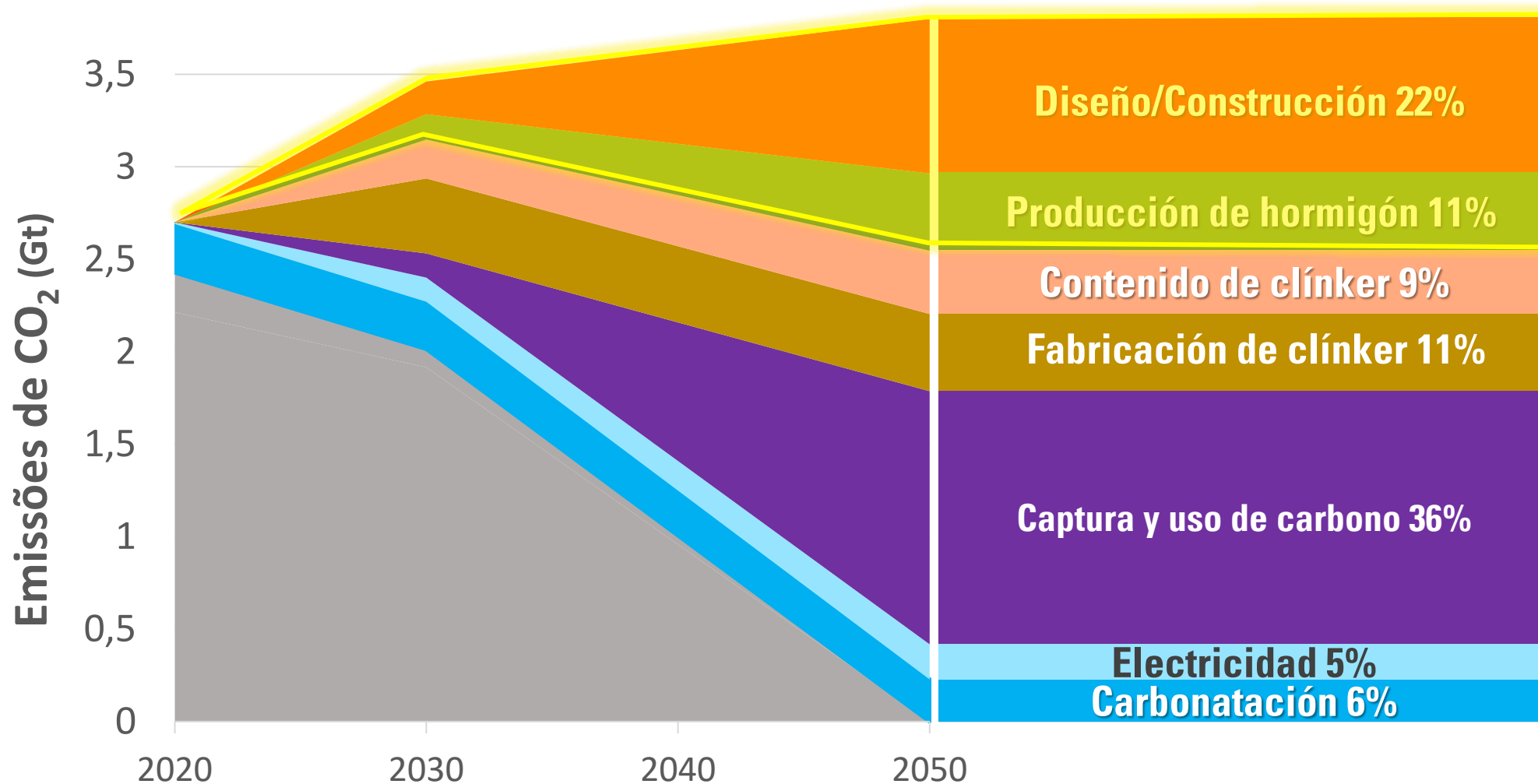


# Precio del cemento f (factor clínquer)



# La precificación del carbono reducirá el mercado

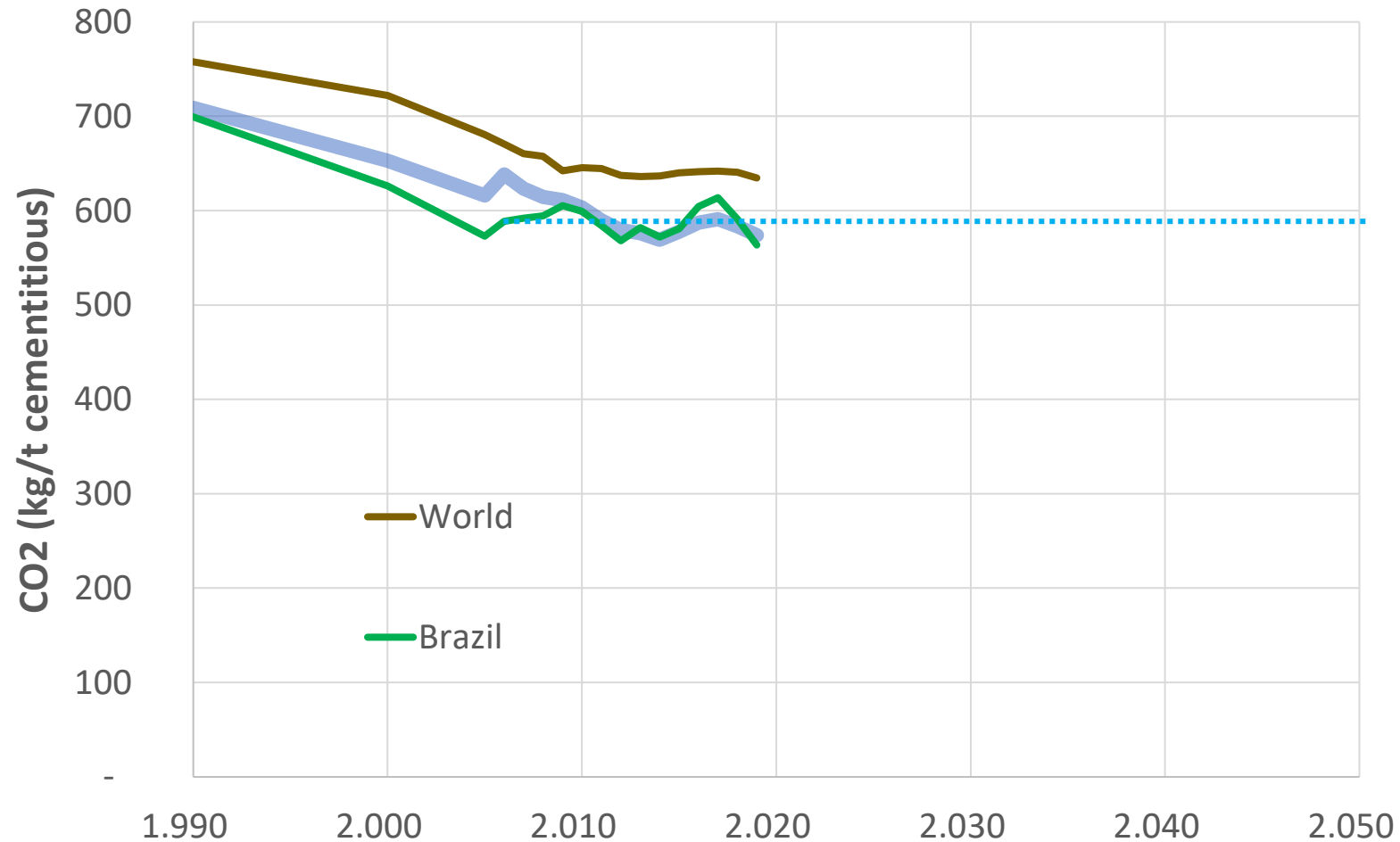
## Roadmap GCCA 2021



# La ruta de mitigación tradicional de CO<sub>2</sub>

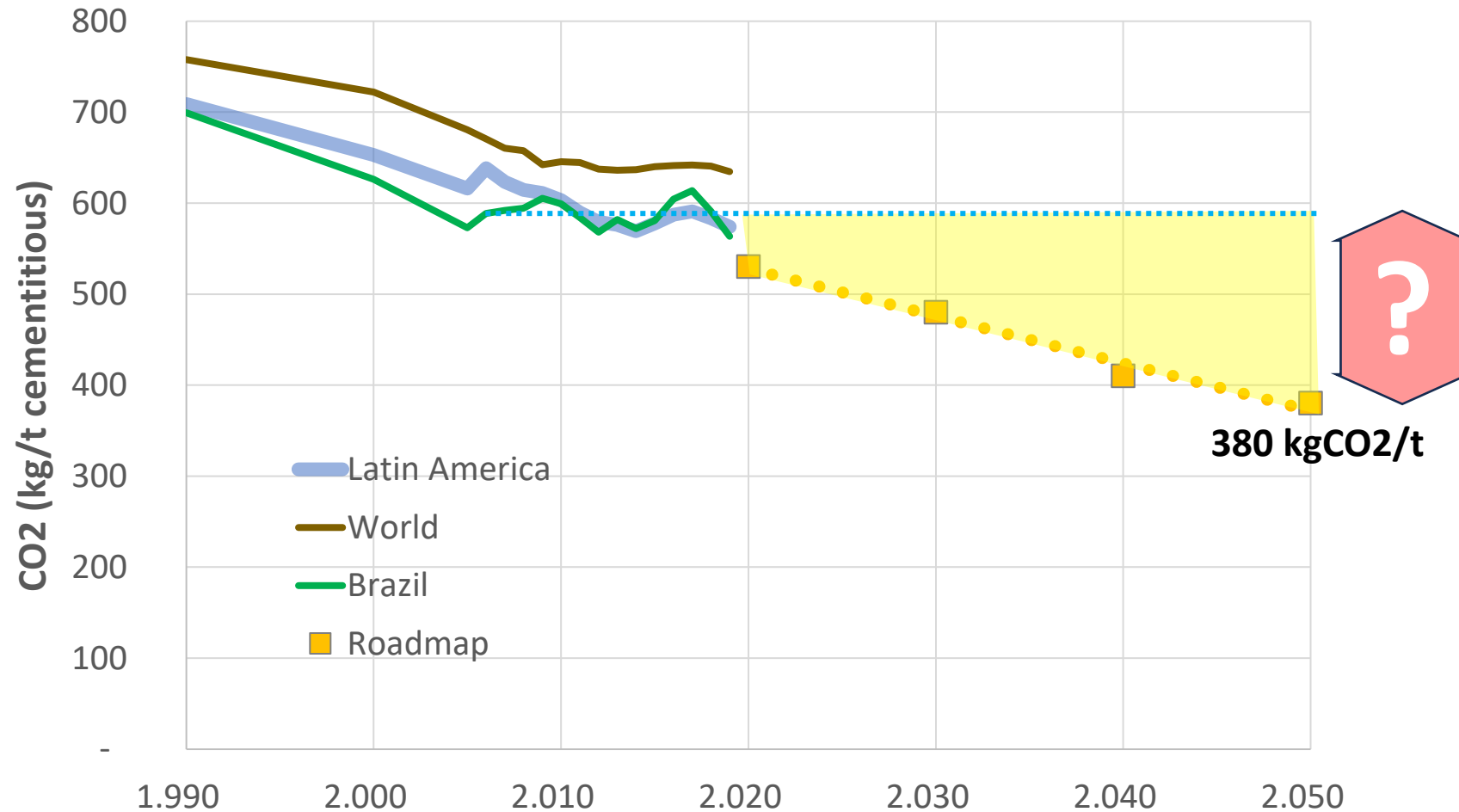
- Sustitución de clínquer
- **Molienda conjunta**
- Combustibles alternativos
- Eficiencia energética
- **Costo negativo o bajo**

# Pero la huella de CO<sub>2</sub> del cemento se ha estabilizado



- Disponibilidad de adiciones reactivas
- Límite de dilución por filer de caliza
- Demanda de **cementos rápidos** y altas prestaciones

# ¿Será posible cumplir con el objetivo de la Hoja de Ruta sin cambiar la ruta tecnológica?



# Precificación de carbono y costo de materiales

- Cemento >40% (promedio 0,380 kg/t \* \$100/t)
- Acero < 20%
- Yeso, madera (plantada): poco afectados

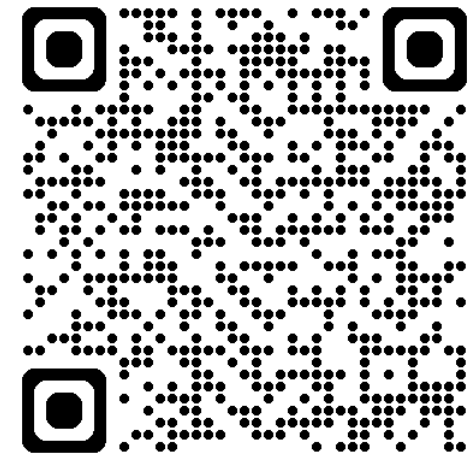
# Reducción de la competitividad de los productos de cemento es un riesgo

- Costos de mano de obra
- Aumento del costo del cemento
- Mayor impacto de la fijación del precio del carbono
- Cambio social asociado a fenómenos meteorológicos extremos

**¡Concreto ya no es el material preferido de los jóvenes arquitectos!**

# Carbono embutido en la construcción: una bandera de la industria de cemento

- La huella de carbono de cemento es conocida. La huella de los otros materiales no.
- En Brasil la industria de cemento lidera la introducción del sistema Brasileño de huella de carbono (SIDAC)

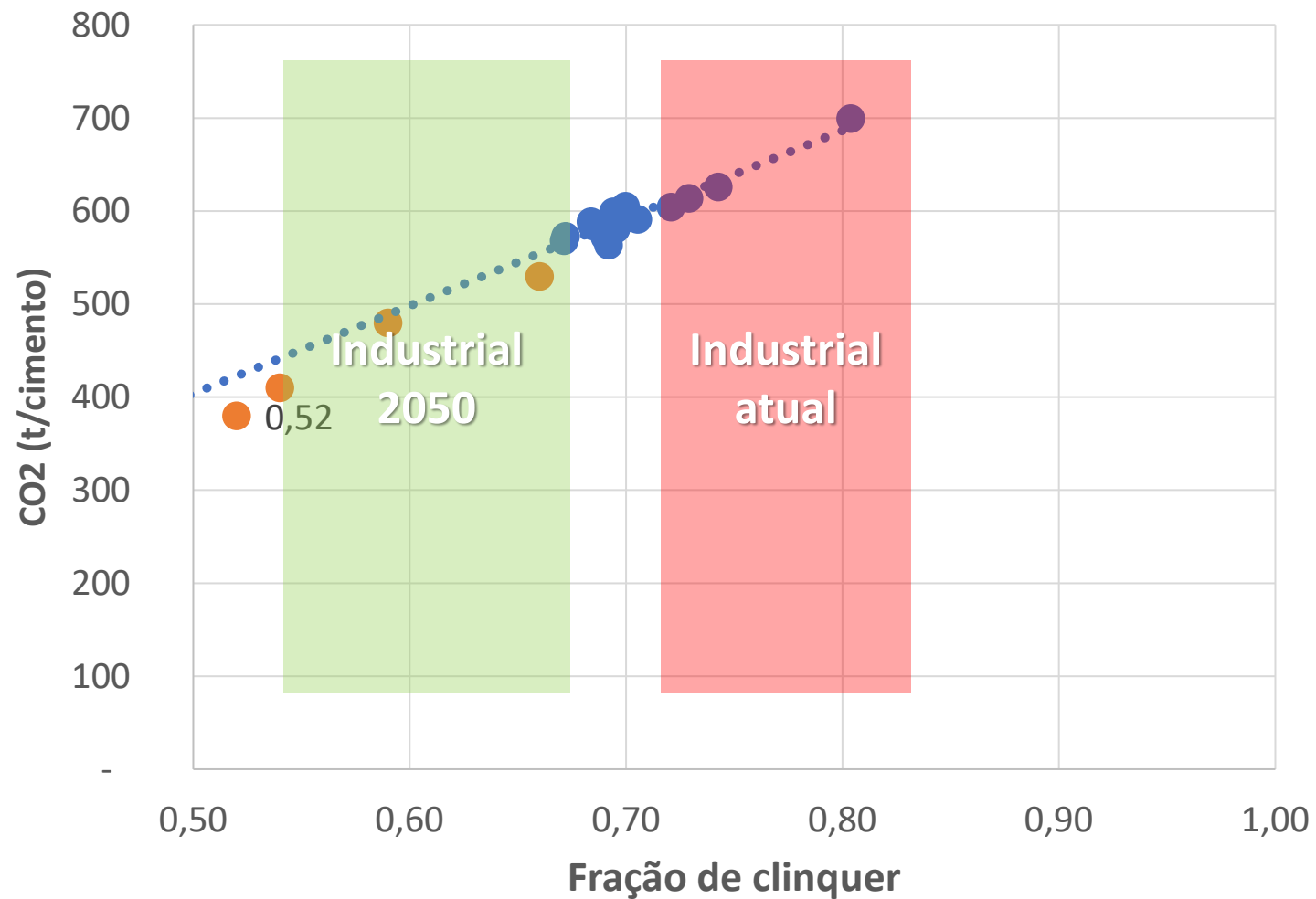




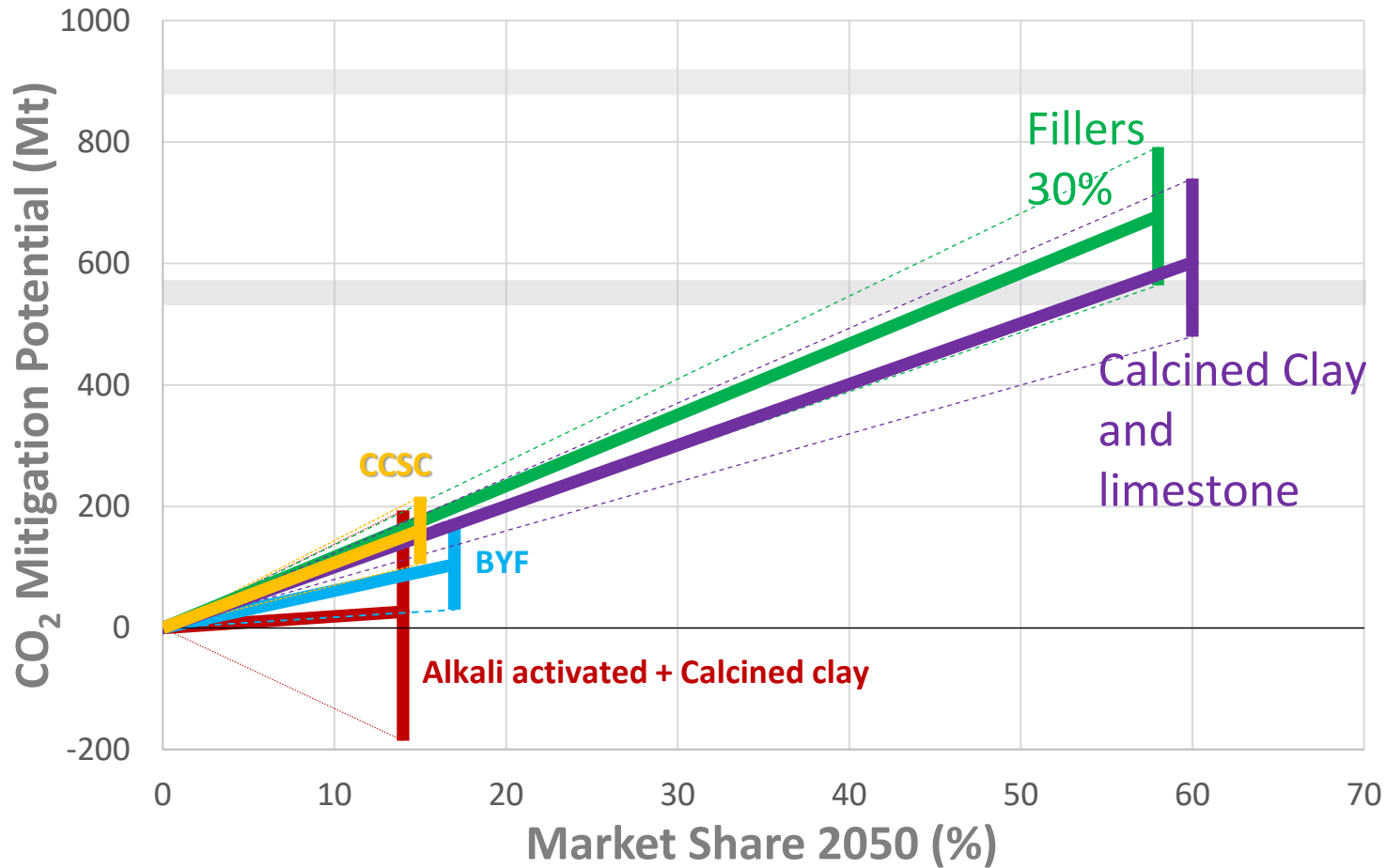
# **Necesitamos nuevas rutas tecnológicas de cementos de bajo carbono**

costo bajo considerado el precio del carbono

# ¿Cementos con bajo clínquer para el mercado B2B?



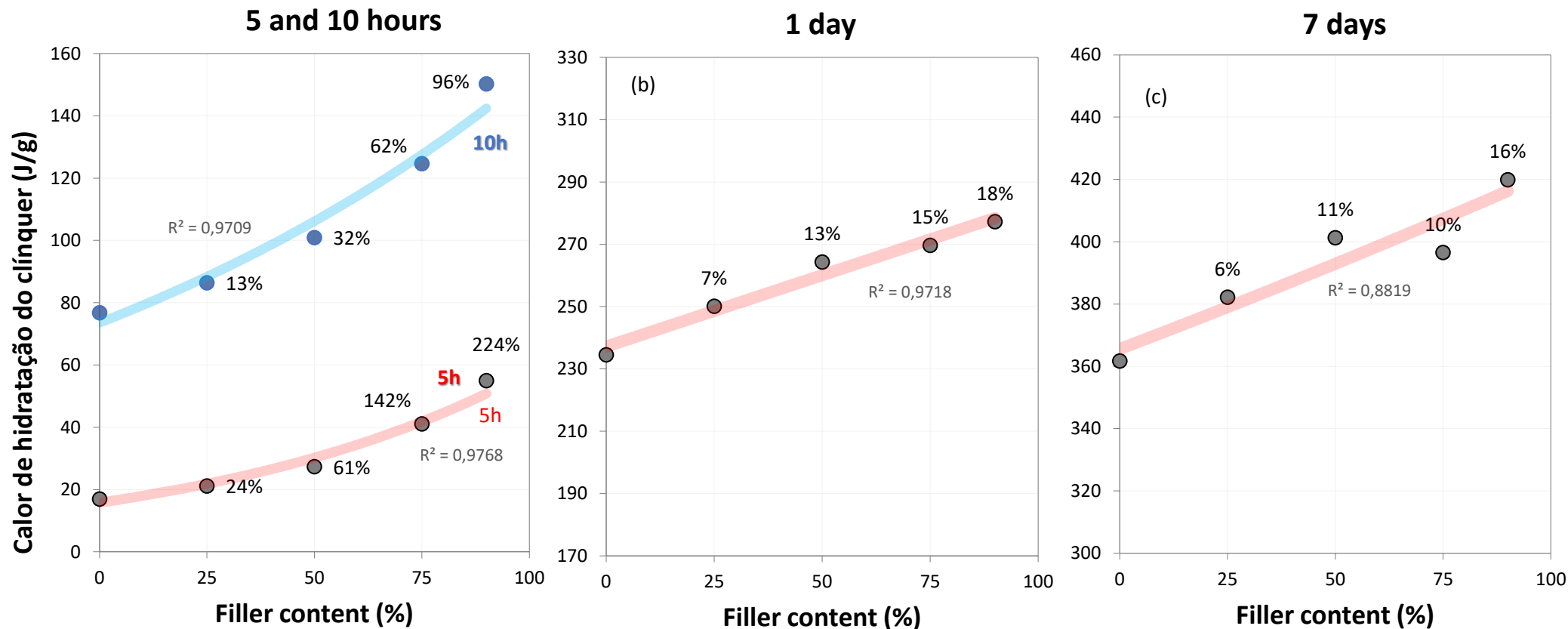
# Las adiciones del futuro



Eco-efficient cements:  
Potential economically viable  
solutions for a low-CO<sub>2</sub>  
cement-based materials industry



# Filer de pedra caliza: bajo clínquer y alta resistencia inicial



*Na moagem conjunta o clínquer fica mais grosso e pode haver perda nas primeiras idades.*

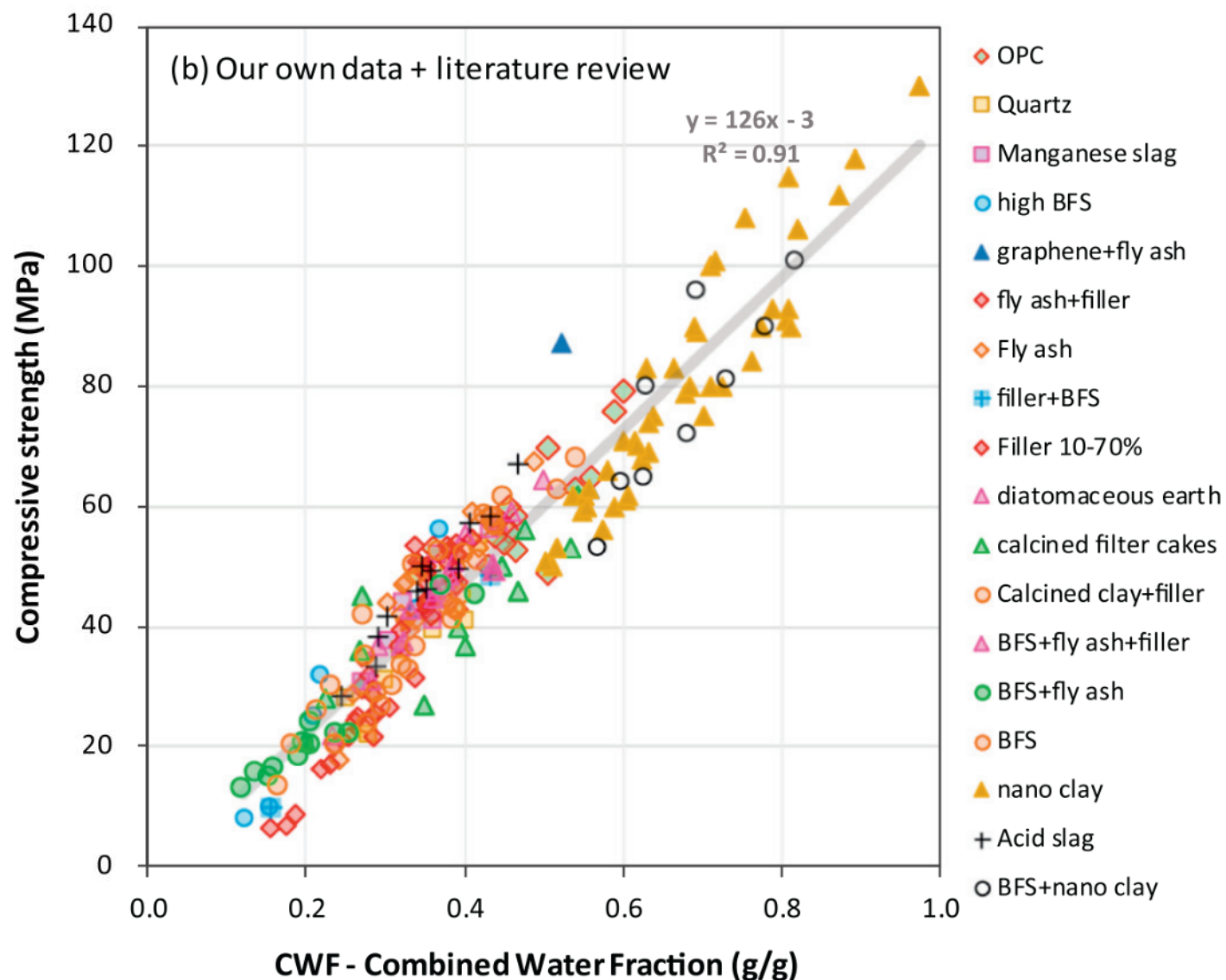
*Tese Pedro Abrão – to be published*

# ¿Cuánto “ligante” se necesita realmente?

Pregunta de Fernanda M Kemeid (~2008)

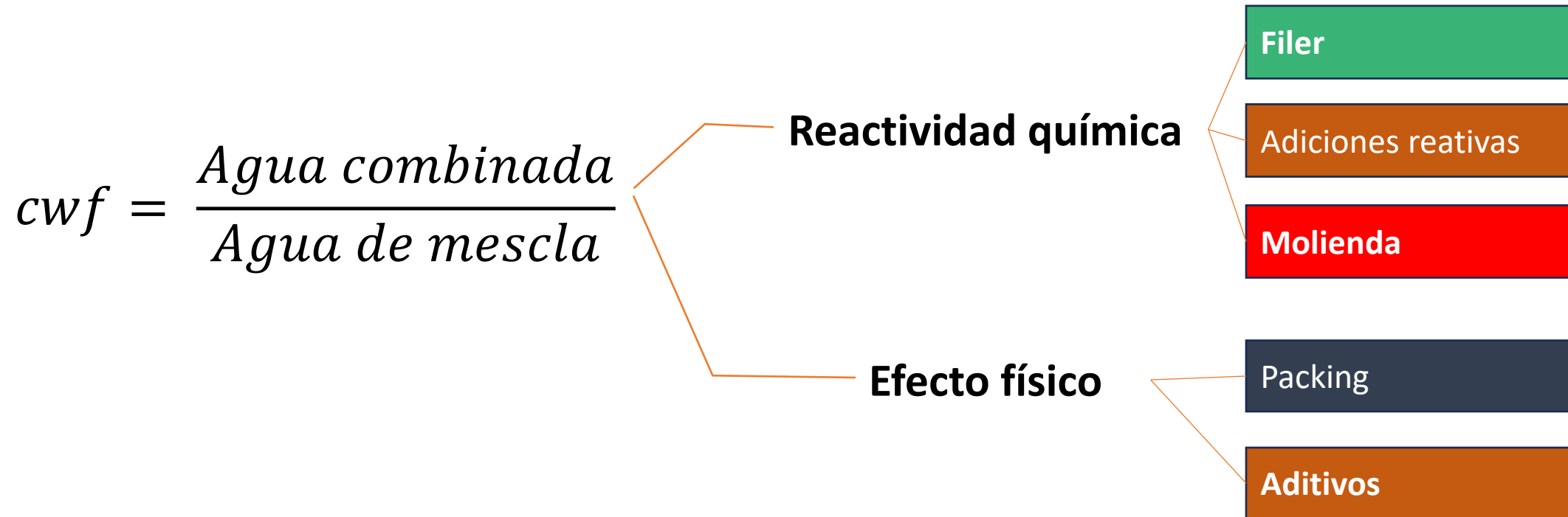


# Resistencia depende del factor *cwf*

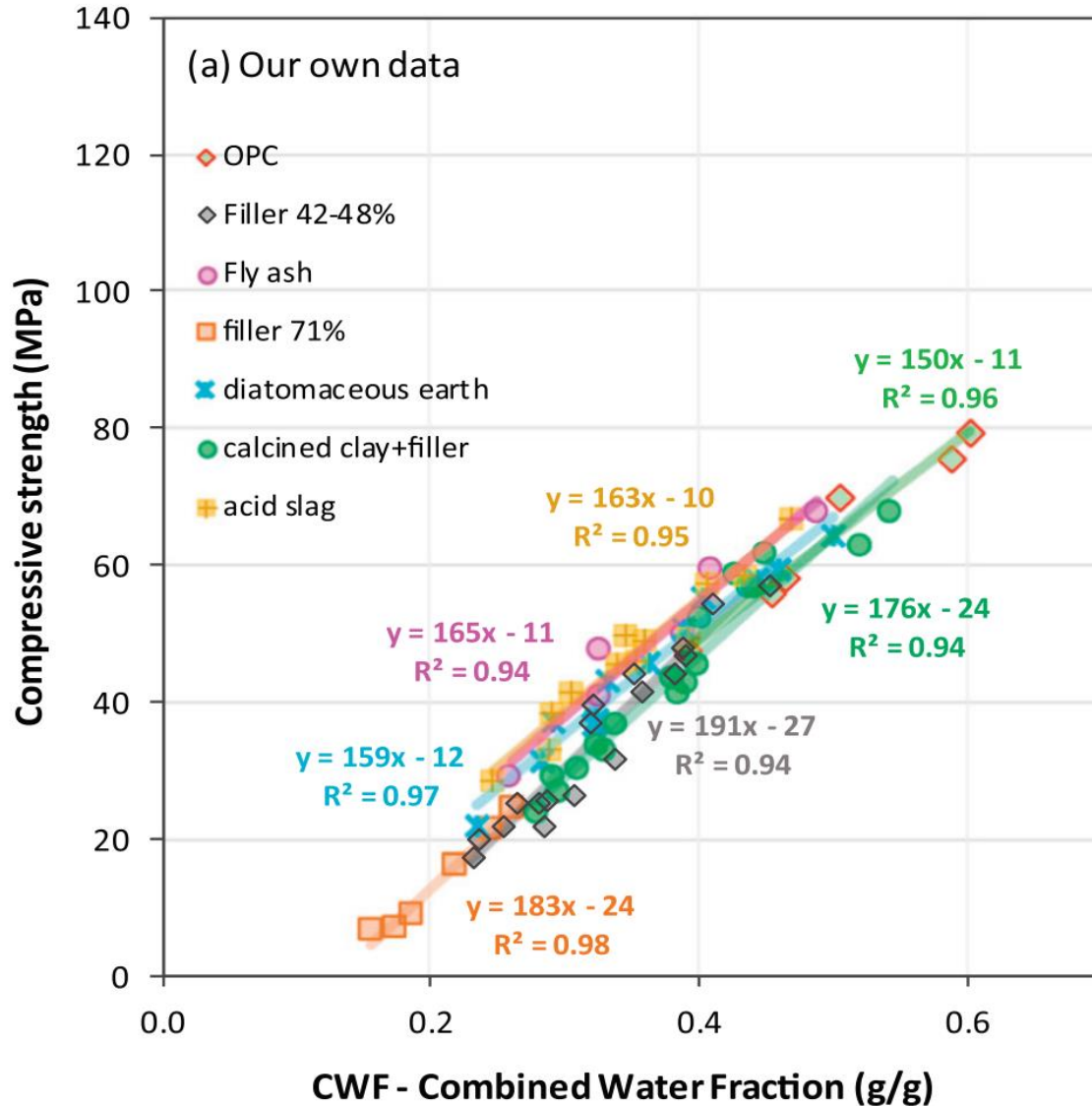


Concretes  
Cement mortar  
1 – 365 days  
With or without admixtures  
Few exotic compositions

# Fracción de agua combinada (cwf) gobierna la performance del cemento



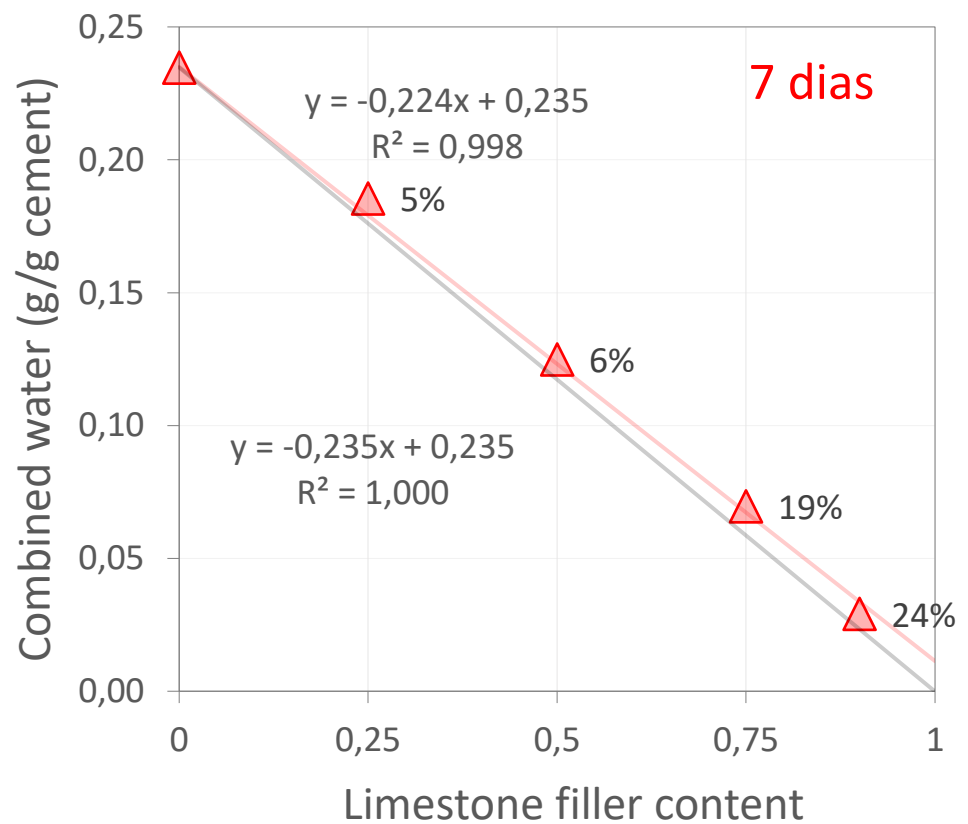
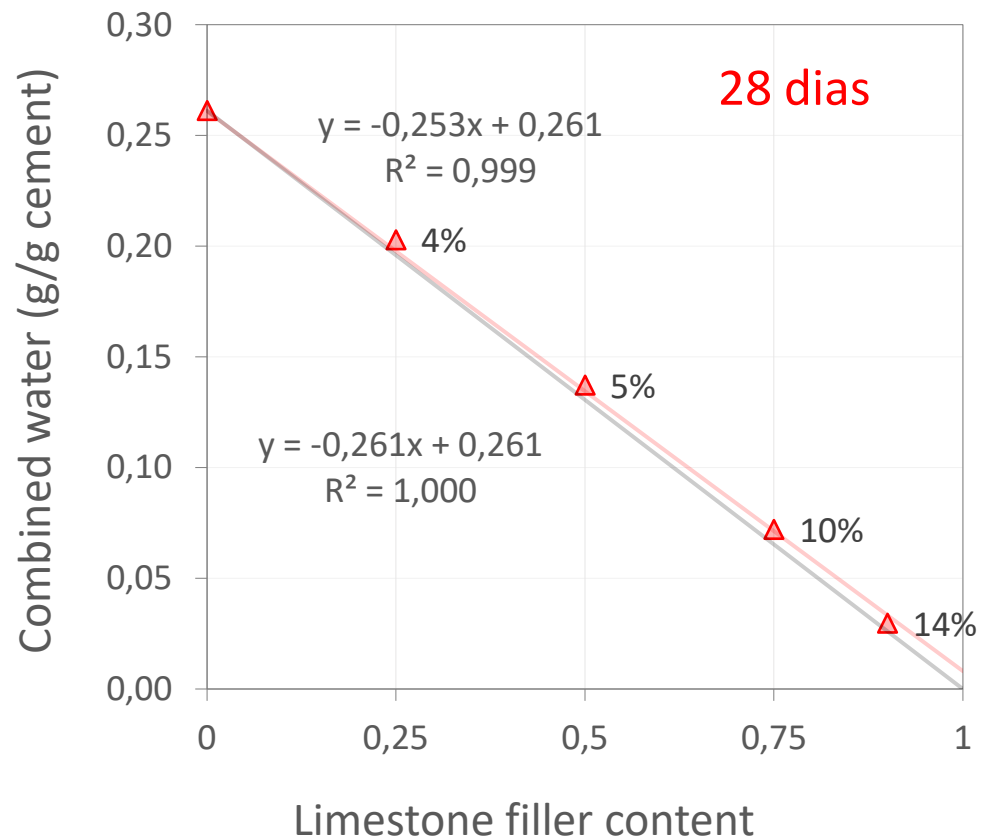
# *cwf* x cement composition



1:3 Cement mortar  
Variable water content  
1 – 91 days



# Água combinada: f(filer)



Doutorado de Pedro Abrão.

# Mortero a/c=0,48

## Comportamiento reológico notablemente diferente



OPC  
180mm?



LC3 52%  
124mm?



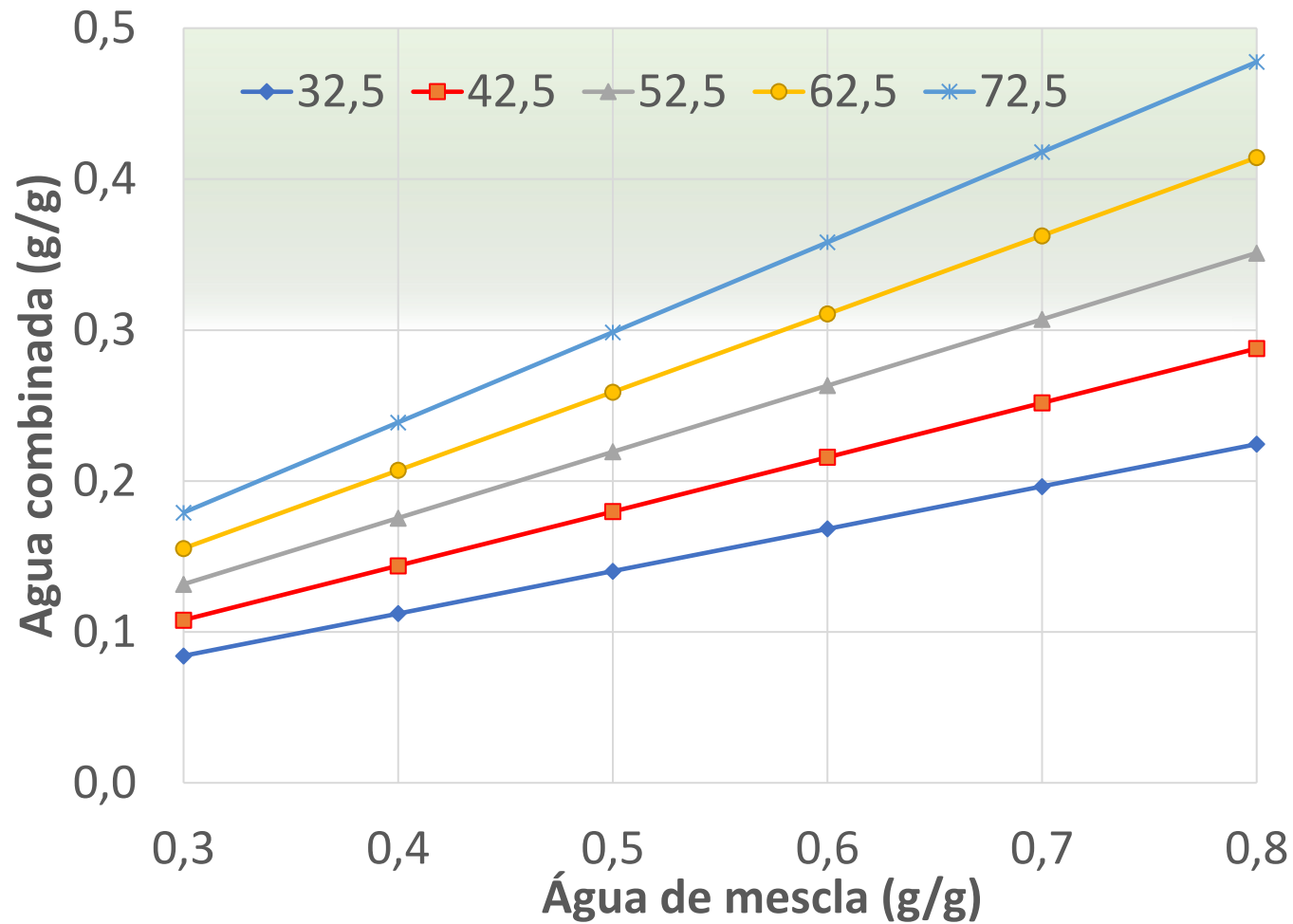
39% LS  
171mm?



68% LS  
186mm ?

Doutorado de Pedro Abrão.

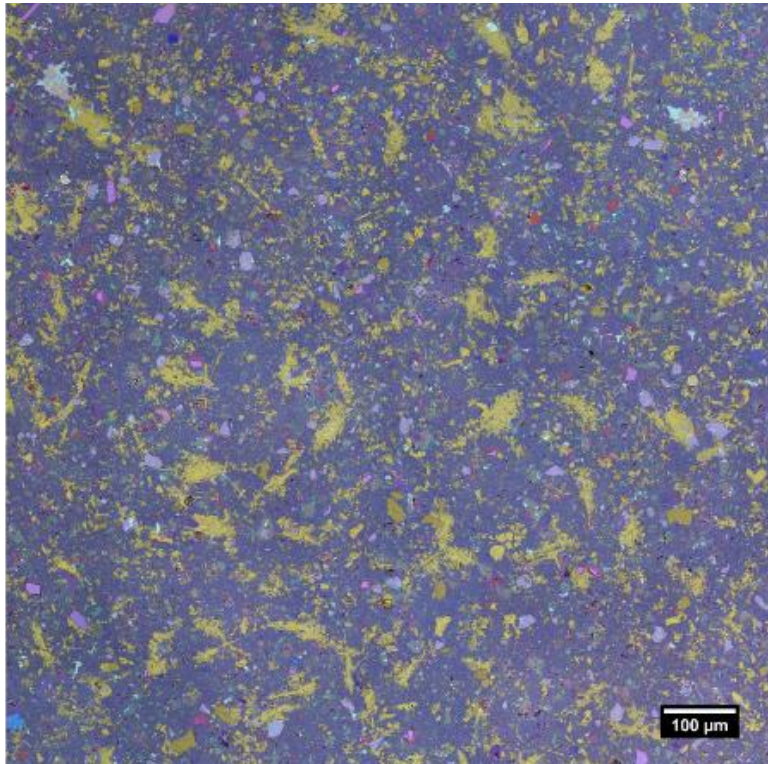
# Cwf en la formulación de cementos



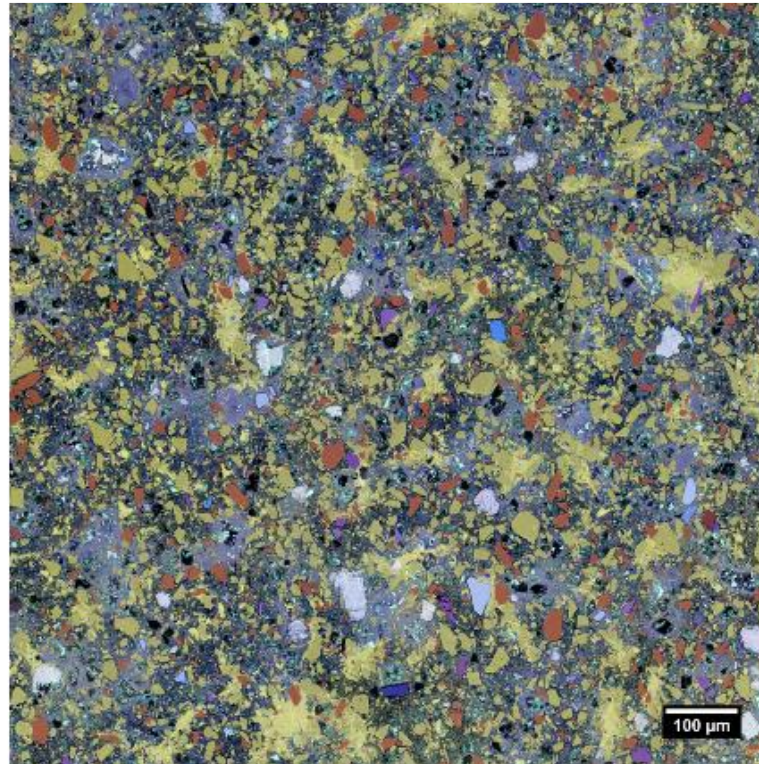
**Agua combinada = f(teor de filer)**

ASTM C115723  
Performance Specification for  
Hydraulic Cement

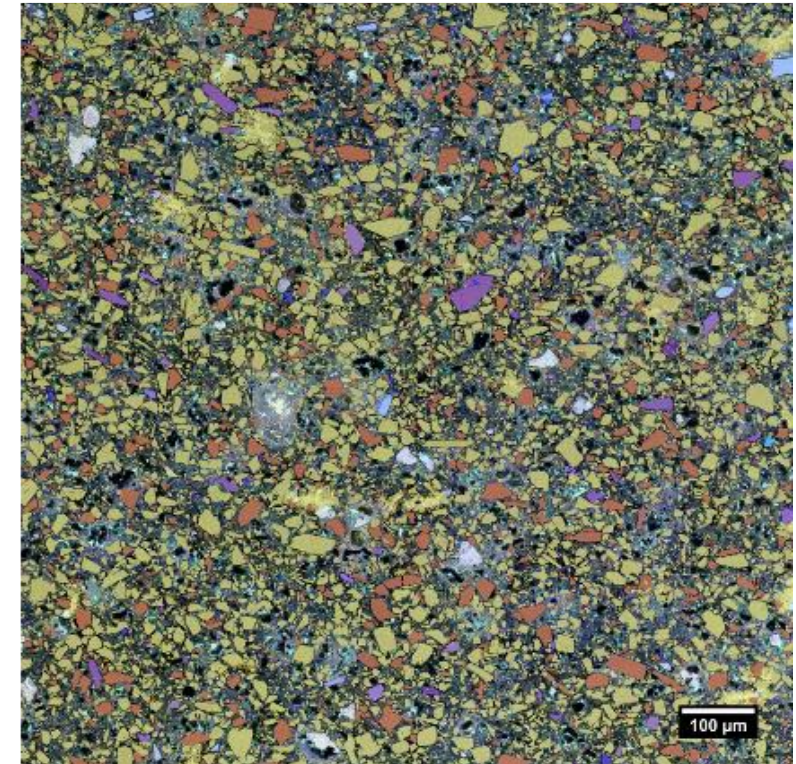
# Cementos com alto Filler son productos diferentes (cementos con 40% de la porosidad total)



**0%, ~ 50MPa**



**50%, ~30MPa**



**70% ~18MP**

Mapa químico dos elementos Si (azul), Ca (amarelo), Mg (vermelho), Al (azul claro). Cada imagem mostra área com

# CICS livingLAB

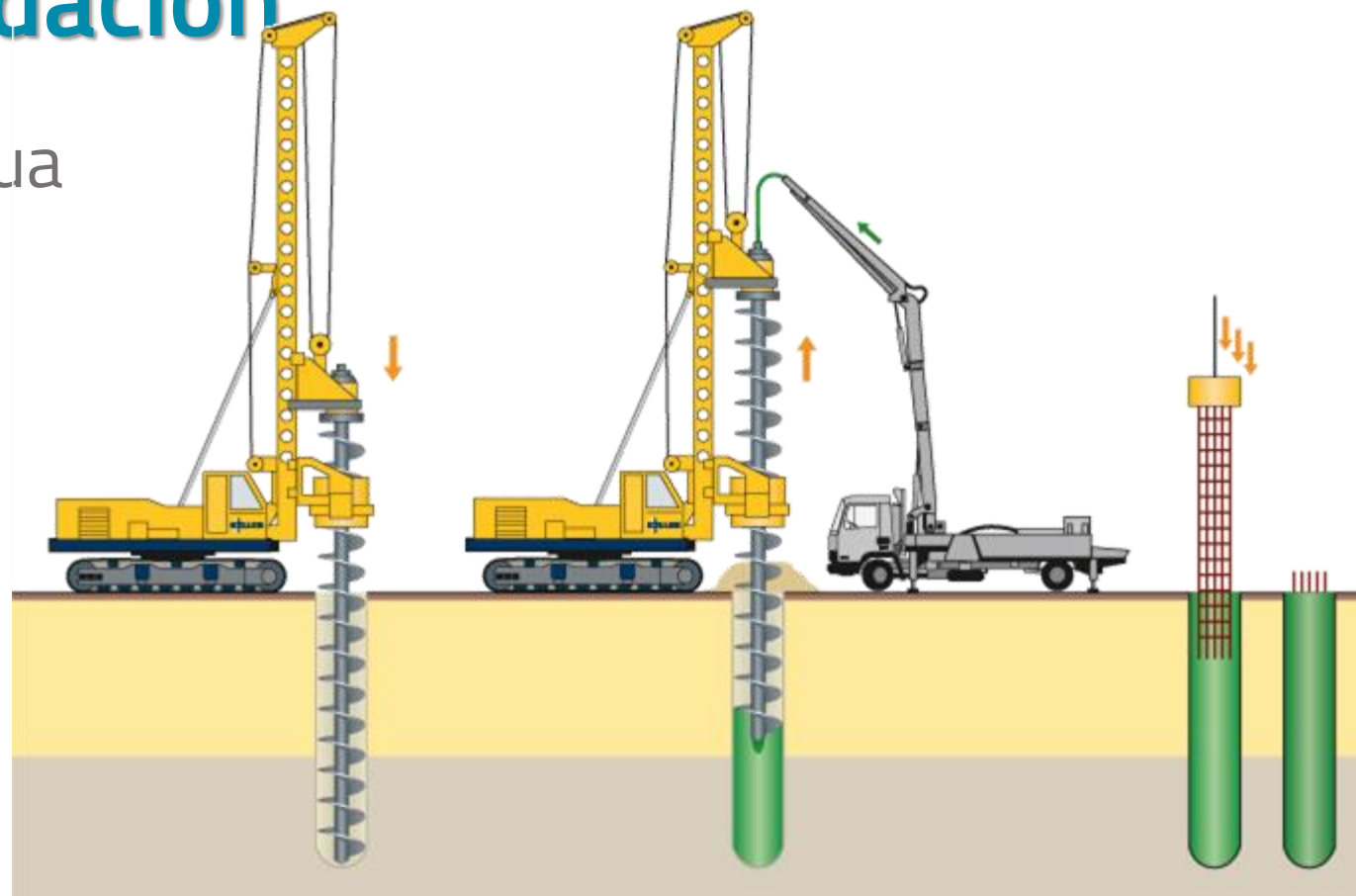


aflalo / gasperini arquitetos



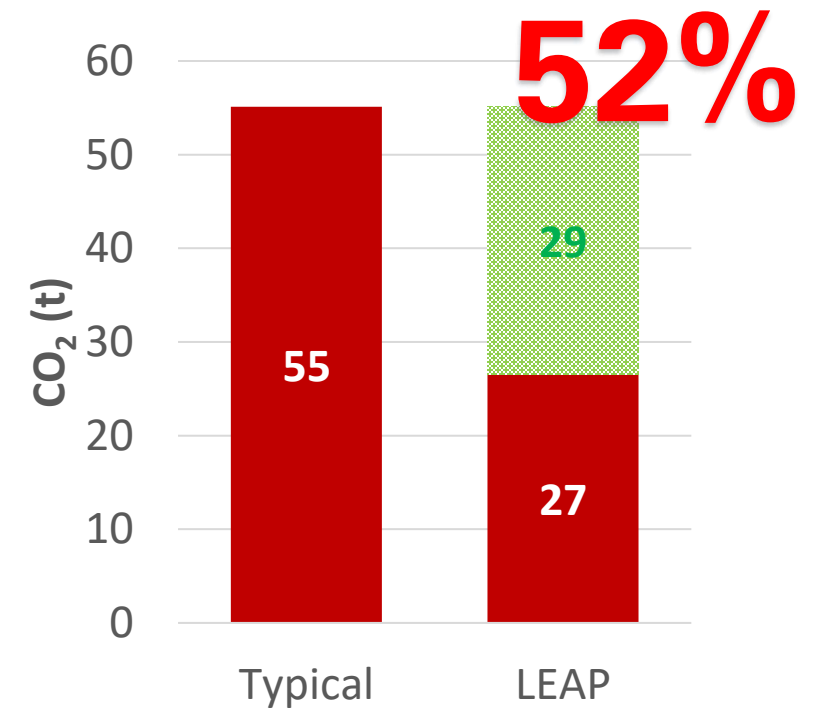
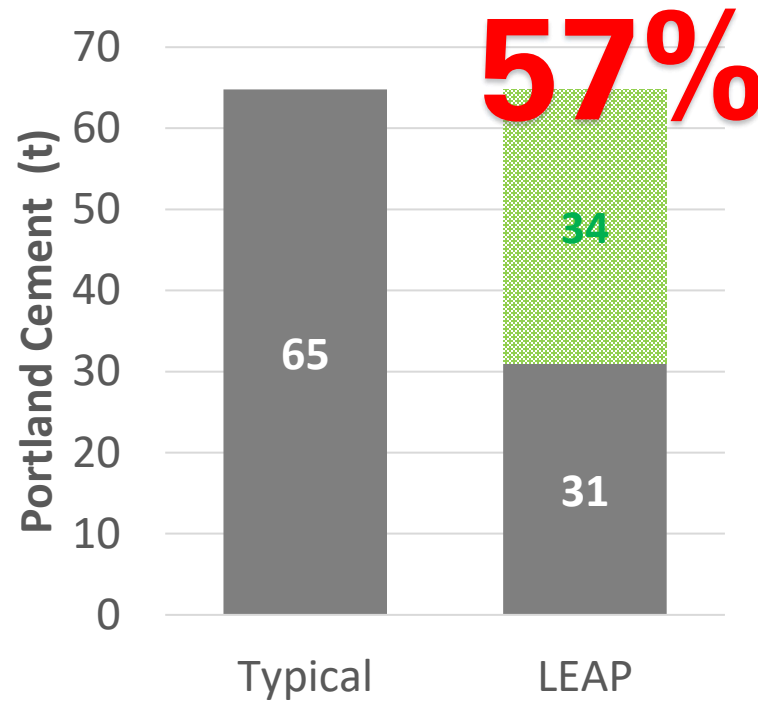
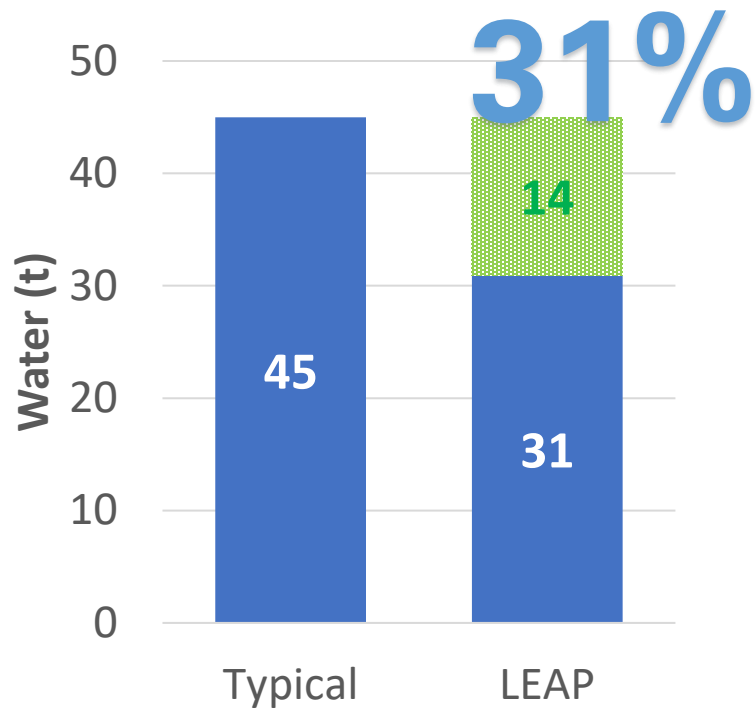
# Prueba de concepto: Pilotes CFA de fundación

- Pilotes CFA hélice continua
- 180m<sup>3</sup> concreto usinado
- Geotermia incorporada
- Armaduras de c/12m



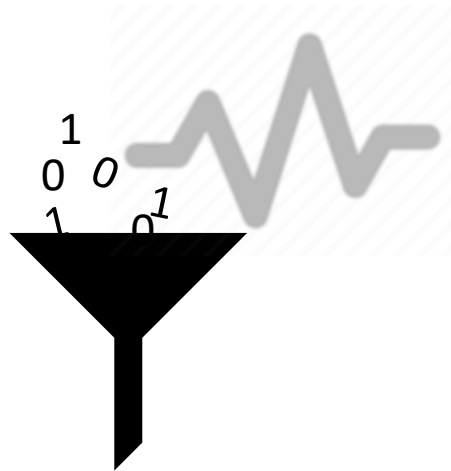


# Reducción de agua, menos cemento, menos CO<sub>2</sub>





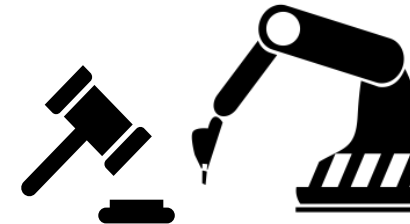
# Industria 4.0 – procesos & productos innovadores



Sensores en red  
generan datos



“Data analytics”  
& software



Herramientas digitales de toma  
de decisiones y producción

Crecimiento  
exponencial de datos

Digitalización  
Datos abiertos  
Internet rápida  
Internet de las cosas

Uso de la analítica de  
datos

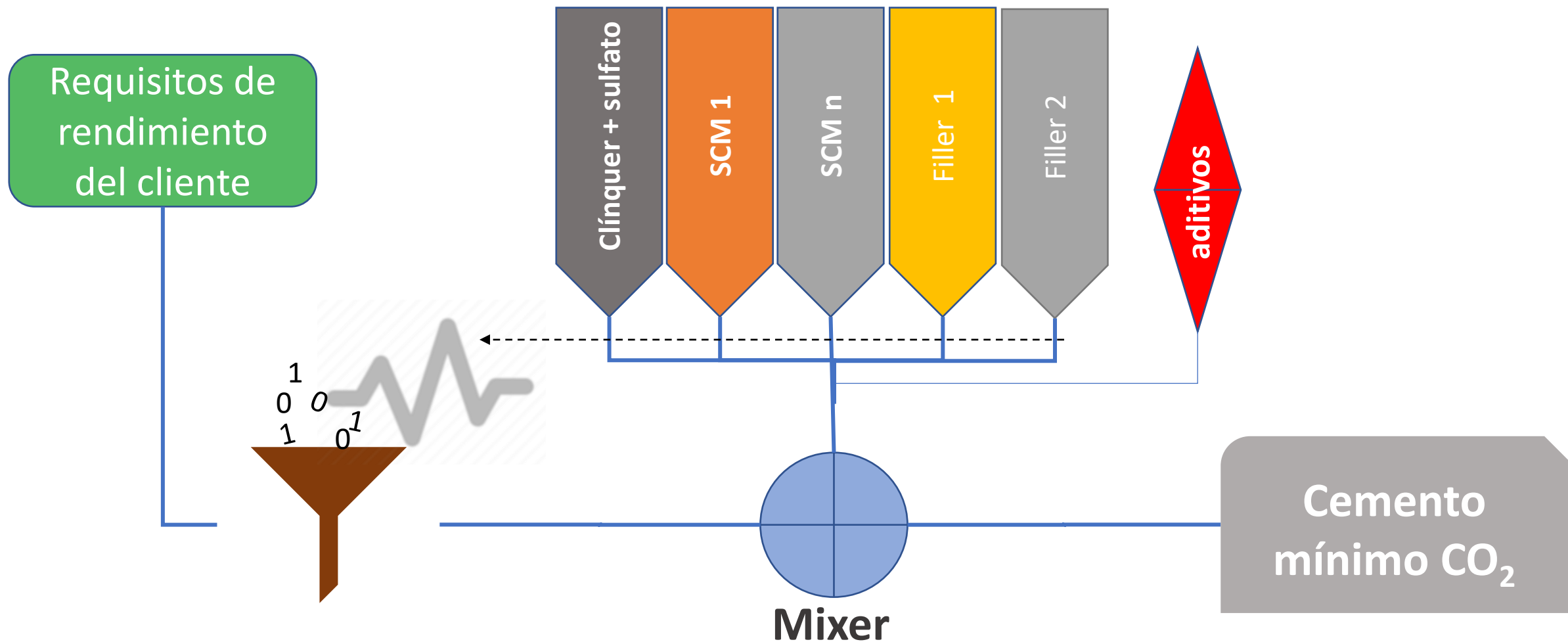
Algoritmos  
Computación en la nube  
Técnicas de análisis

Nuevo paradigma:  
Decisión basada en datos

Machine learning  
Decisión automática  
Cultura de experimentación  
Fabricación aditiva

OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2016

# Molienda separada, cementos personalizados



Molienda separada, aditivos, IoT

# Innovación: negocio de medio plazo

Tiempo de desarrollo y aprendizaje

hubic  
Inovação e Construção Digital

INNOVANDI  
Global Cement and Concrete Research Network

Ambientes  
colaborativos

Academia

empresas, organismos estatales

TRL 0 - idea

TRL 2-4 - laboratorio

TRL 9

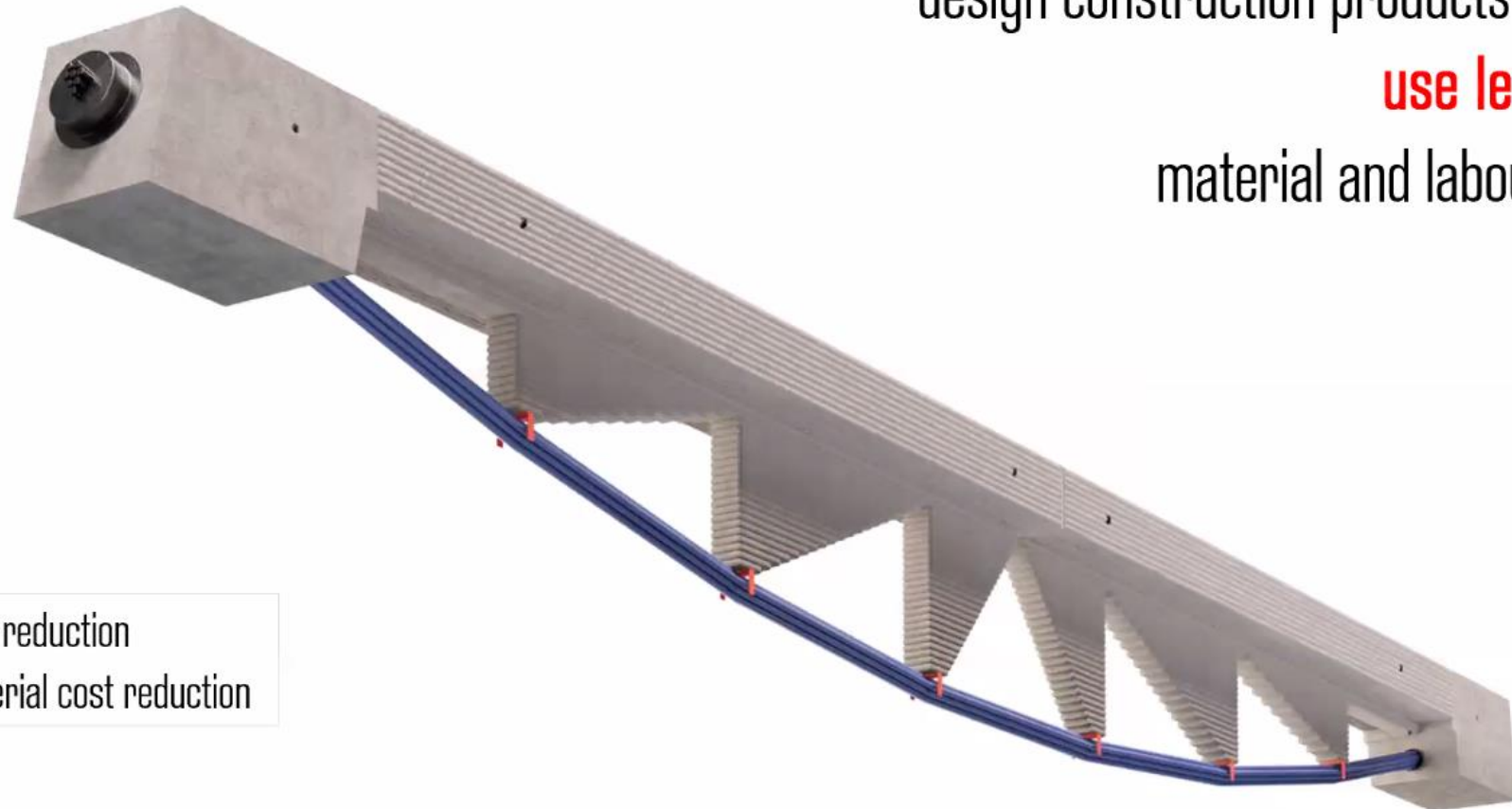
Innovación en el uso

# Posicionar a la industria cementera como paradigma de innovación

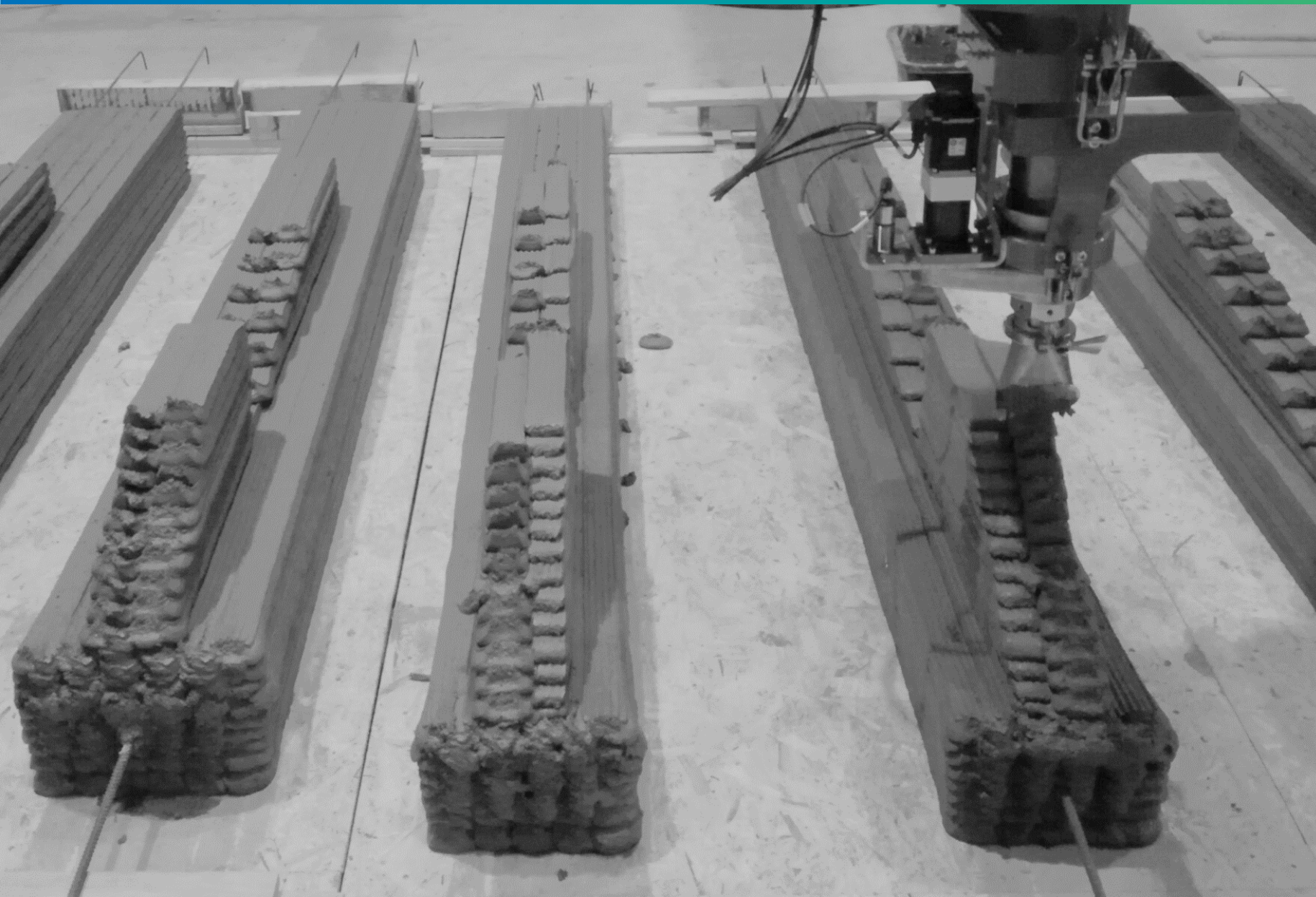
minimass

a solution

design construction products to  
**use less**  
material and labour.

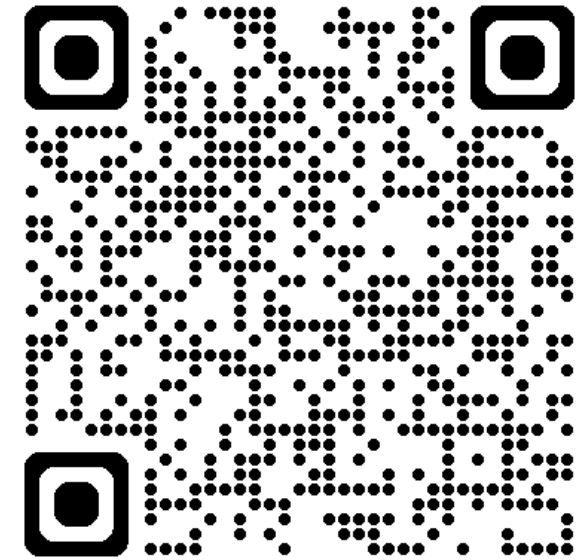
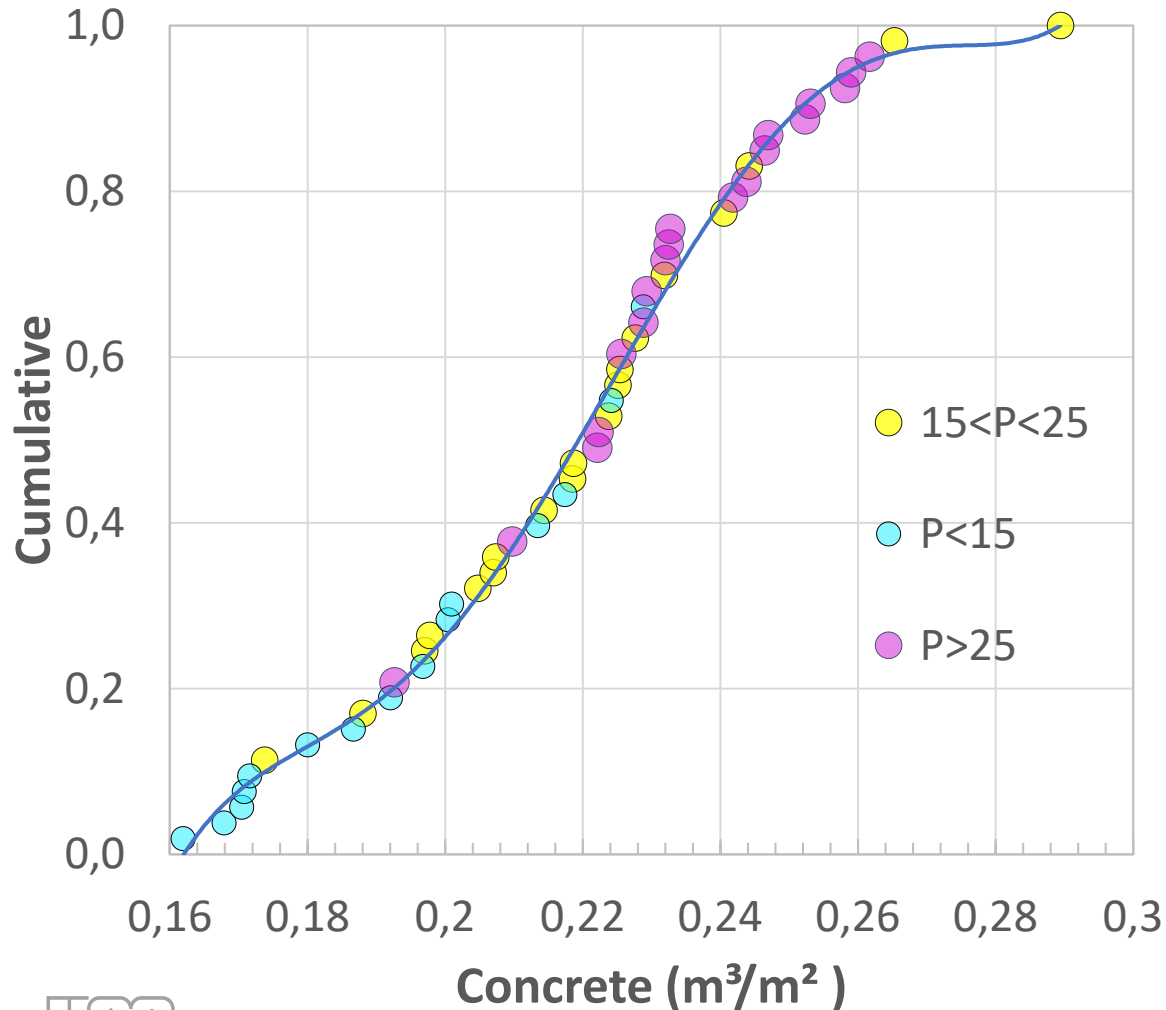


- up to 70% CO2 reduction
- up to 50% material cost reduction



# Promover la desmaterialización y descarbonización en la cadena de valor

# Benchmarking de estructuras de hormigón armado



**Same technology:  
variability is design decisions**

**54 Brazilian High-Rise Residential Buildings**

P – number of floors

Prof. Ricardo França (Poli USP, França & Associados)

# Investigación de la huella de carbono y calidad de vida en la vivienda informal



**Decarbonization of informal construction**  
**Innovación de bajo carbono para la construcción informal.**



# innovar

es la única solución



**obrigado!**

vmjohn@usp.br



# Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

[https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.pt\\_BR](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.pt_BR)