

02 2016  
e-magazine

➔ [www.bft-international.com](http://www.bft-international.com)

Planta de concreto + tecnología de piezas prefabricadas de concreto  
Planta de concreto + elementos de concreto pré-moldado

**BFT**

**INTERNATIONAL**

**Elementos prefabricados de Bahia**  
**Elementos pré-fabricados da Bahia**

**ELEMENTOS PREFABRICADOS** → Visita de la fábrica 2

**07 ELEMENTOS PREFABRICADOS** → Informe de proyecto

Sistema Modular de Vivienda para  
Áreas Residenciales en el Perú  
Sistema Modular de Habitação para  
Moradias no Peru

**12 TECNOLOGÍA DE CONCRETO** → Ciencia e investigación  
Oportunidades y limitaciones del reciclaje de concreto (1)  
Oportunidades e limitações da reciclagem de concreto (1)



**PRODUCCIÓN DE ELEMENTOS PREFABRICADOS  
PRODUÇÃO DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO**

**Visita de la fábrica**

Visita á fábrica

**02** Hasta el encofrado está compuesto por elementos prefabricados de concreto

A própria cofragem é constituída por elementos pré-fabricados de concreto

**Visita de la fábrica**

Visita á fábrica

**07** Sistema Modular de Vivienda para Áreas Residenciales en el Perú

Sistema Modular de Habitação para Moradias no Peru

**TECNOLOGÍA DE CONCRETO**

**TECNOLOGÍA DO CONCRETO**

**Ciencia e investigación**

Ciência e investigaço

**12** Oportunidades y limitaciones del reciclaje de concreto (1)

Oportunidades e limitaço

**SERVICIO  
SERVIÇOS**

**Noticias**

Notícias

**24** Productos  
Produtos

**27** Pie de imprenta  
Impressão



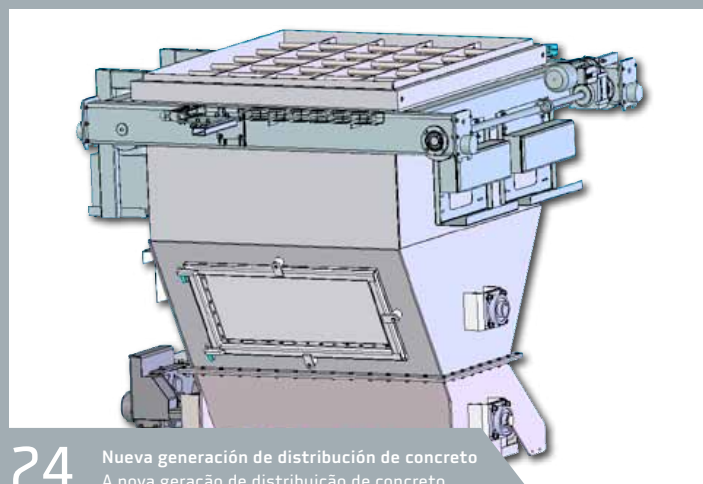
**02** Elementos prefabricados de Bahia  
Elementos pré-fabricados da Bahia



**07** Sistema Modular de Vivienda  
Sistema Modular de Habitação



**12** Oportunidades del reciclaje de concreto  
Oportunidades da reciclaagem de concreto



**24** Nueva generación de distribución de concreto  
A nova geração de distribuiço

En la planta de Pojuca, a unos 70 km al norte de Salvador de Bahía, Siscobras fabrica módulos de contenedor multinivel, así como próximamente también celdas de concreto macizo para cárceles, con resistencias y calidades de superficie muy elevadas. Los compradores de estos productos poco habituales son, ante todo, establecimientos penitenciarios y comisarías de policía en Brasil.

Na fábrica de Pojuca, situada a cerca de 70 km a norte de Salvador da Bahia, a Siscobras produz módulos de contentor de várias camadas e produzirá brevemente também células para penitenciária em concreto maciço, com resistências e qualidades superficiais muito elevadas. Os clientes destes produtos fora do vulgar são, sobretudo, estabelecimentos penitenciários brasileiros e repartições policiais.

# Hasta el encofrado está compuesto por elementos prefabricados de concreto

## A própria cofragem é constituída por elementos pré-fabricados de concreto

Dipl.-Ing. (FH) Silvio Schade

**Lo que hace** unos 15 años comenzó en la sede empresarial de Canoas a manos del ingeniero Henrique Deboni y su hermano Carlos con la fundación de la empresa en Ivoti, su actual emplazamiento de producción en Rio Grande do Sul, el estado más al sur de Brasil, ahora continúa hacia el noreste: la empresa familiar Sistemas Construtivos do Brasil S.A. (Siscobras), fabricante líder de sistemas habitables, inauguró en la primavera de 2015 una nueva planta en Pojuca, cerca de Salvador de Bahía. La nave tiene 33.000 m<sup>2</sup> en una superficie total de fábrica de 242.000 m<sup>2</sup>. La producción de los módulos de contenedor multinivel Fastflex ya ha comenzado y en breve también se suministrarán desde allí las primeras celdas para cárceles Siscopen, fabricadas completamente de concreto. Solo falta conseguir una última autorización administrativa, así como poner en funcionamiento la central de concreto TGM, ya ubicada en el recinto de la fábrica.

**Aquilo que** o Eng.º Civil Henrique Deboni e o seu irmão Carlos iniciaram há cerca de 15 anos na sede da empresa em Canoas ao constituírem a empresa no atual centro de produção Ivoti, no estado federal brasileiro mais meridional de Rio Grande do Sul, teve agora continuação também no nordeste: Em Pojuca, perto de Salvador da Bahia, a empresa familiar Sistemas Construtivos do Brasil S.A. (Siscobras), fabricante líder de sistemas modulares espaciais pré-fabricados, inaugurou na primavera de 2015 mais uma fábrica. O tamanho do pavilhão é de 33.000 m<sup>2</sup>, com uma área fabril total de 242.000 m<sup>2</sup>. A produção de módulos de contentor de várias camadas Fastflex já começou e, dentro em breve, também vão ser fornecidas as primeiras células para penitenciária Siscopen – constituídas inteiramente por concreto – a partir daí. Antes, é necessário obter uma última autorização administrativa, assim como colocar em funcionamento a central de concreto TGM já existente no terreno da fábrica.

El Prof. Dr. Hélio Greven y el director de fábrica José Antonio Perera reciben al redactor de BFT Silvio Schade (de derecha a izquierda) en la planta de Siscobras en Pojuca/Bahía

O Prof. Dr. Hélio Greven e o diretor fabril José Antonio Pereira cumprimentam o redator da BFT Silvio Schade (da direita para a esquerda) na fábrica da Siscobras em Pojuca/Bahia



Imagem/Imagem: Siscobras

Los compradores principales son las instituciones estatales, como establecimientos penitenciarios o comisarías de policía, y la tendencia en el mercado interior brasileño va en aumento. El “Sistema Constructivo Penitenciario” (Siscopen) patentado fue desarrollado específicamente para la construcción de cárceles y está compuesto por concreto de altas prestaciones con una resistencia a la compresión de 100 N/mm<sup>2</sup>. Este denominado concreto CAD (Concreto de Alto Desempenho) convierte a las celdas de arresto en espacios totalmente seguros contra fuga y vandalismo, es impermeable y destaca además por una calidad de la superficie que puede competir incluso con piedras naturales lisas pulidas de elevado grado de dureza.

### Fórmula especial desarrollada en la Universidad de Porto Alegre

La elevada resistencia resulta de una fórmula de concreto GRC (Glass Reinforced Concrete) desarrollada especialmente para la fabricación de módulos de contenedor, compuesta de arena de cuarzo sin áridos gruesos, cemento blanco importado (CEM I 52,5 R), fibras de vidrio resistentes a los álcalis, así como aditivos especiales y agua. No requiere una armadura independiente y para aplicar la mezcla solo se necesitan una pistola de proyección, un rodillo de aplicación y una llana de concreto. La pasta de cemento se mezcla previamente, se enriquece con fibra de vidrio y se introduce en la pistola de proyección, que divide los rovings de fibra de vidrio largos en fibras cortas exactamente definidas mediante una herramienta de corte integrada. Durante la aplicación sobre la superficie del encofrado (de concreto), la pasta de cemento y las fibras de vidrio se unen y el concreto fresco se aplica bajo adición de los aditivos sin necesidad de una compactación adicional.

“Si antes, con el modo constructivo convencional, se necesitaban tres años para construir un complejo carcelario, ahora podemos hacerlo en tan solo seis meses”, explica Prof. Dr. Hélio Greven, asesor científico externo del proyecto. “Hemos desarrollado esta exitosa fórmula de concreto blanco especial durante exhaustivas series de ensayos en la Universidad de Porto Alegre”.

### Principalmente personal femenino para un trabajo delicado

Gracias a esta característica única, Siscobras es incluido en casi todos los proyectos de este tipo que realiza el gobierno, y además de los pedidos de las autoridades brasileñas responsables de la seguridad, ya están llegan-



Imagen/Imagem: BFT International

En la figura 1 se aprecia el exterior de las celdas para cárceles Siscopen, aquí el interior: incluso el mobiliario está compuesto por elementos prefabricados de concreto altamente resistente seguros contra el vandalismo

Na imagem 1, as células penitenciárias da Siscopen vistas pelo exterior, aqui pelo interior: O próprio mobiliário é constituído por elementos pré-fabricados em concreto altamente resistente, resistentes ao vandalismo

Os clientes principais são instituições estatais como estabelecimentos penitenciários ou repartições policiais - tendência crescente no mercado interno brasileiro. O “Sistema Constructivo Penitenciário” (Siscopen) patenteado foi desenvolvido especialmente para a construção de penitenciárias e é constituído por concreto de alto desempenho com resistências à compressão de 100 N/mm<sup>2</sup>. Este chamado concreto CAD (Concreto de Alto Desempenho) torna as células de prisão quase totalmente seguras em termos de evasão e vandalismo, é resistente à água e impressiona, além disso, com a sua qualidade superficial, que pode competir com as pedras naturais polidas próprias das qualidades com dureza superior.

### Receita especial desenvolvida na Universidade de Porto Alegre

As elevadas resistências resultam da receita de concreto GRC (Glass Reinforced Concrete) desenvolvida especialmente para a produção de módulos de contenedor, constituída por areia de sílica sem agregados graúdos, cimento branco importado (CEM I 52,5 R), fibras de vidro resistentes aos álcalis, assim como aditivos especiais e água. Não é necessária uma armadura separada e para a introdução da mistura só são necessários pistola pulverizadora, rolo de aplicação e espátula de concreto. A pasta de cimento é misturada previamente, enriquecida com fibras de vidro e introduzida na pistola pulverizadora, que corta com um mecanismo de corte os rovings de fibra de vidro comprida



Imagen/Imagem: Siscobras

La empresa transportadora propia de la empresa entrega las celdas de concreto terminadas a las autoridades judiciales brasileñas

A empresa de transportes da empresa entrega as células penitenciárias prontas em concreto às autoridades judiciais brasileiras

El concreto CAD para los módulos de contenedor Fastflex es aplicado cuidadosamente con pistolas de proyección sobre el encofrado de concreto

O concreto CAD para os módulos de contenedor Fastflex é aplicado cuidadosamente com uma pistola pulverizadora sobre a cofragem de concreto



Imagen/imagen: BFT International

do las primeras solicitudes de los países sudamericanos vecinos. “Actualmente estamos produciendo las nuevas celdas habitacionales en tres líneas de fabricación con aproximadamente 100 empleados; pero si la situación continúa desarrollándose tan positivamente en cuanto a pedidos, su número podría aumentar pronto a 300”, comenta José Antonio Perera, director de fábrica. “Y si se pregunta por qué la mayoría de nuestros empleados en fábrica son mujeres, en este sector tan dominado por los hombres: para el procesamiento del concreto blanco en estas tareas tan delicadas se requiere una motricidad fina perfecta”. Los puntos de base de los marcos metálicos deben introducirse muy cuidadosamente en el concreto fresco, para que estos no se desprendan durante la extracción del molde de concreto después de la fase de fraguado de doce horas.

Actualmente, de la fábrica de Pojuca salen diariamente tres módulos de contenedor sándwich con capa exterior de concreto, estructura de marco metálico, aislamiento del núcleo y revestimiento de pared interior de construcción en seco, lo que se corresponde con

Los empleados de Siscobras apuestan por requisitos de calidad muy elevados, comenzando por la comprobación de la extensión de flujo...

Os colaboradores da Siscobras possuem uma exigência de qualidade elevada, começando pela inspeção da extensão do fluxo de concreto ...



Imagen/imagen: BFT International

...hasta el control regular del espesor de capa exacto, incluso mientras que el concreto fresco es distribuido uniformemente con el rodillo de aplicación

... até os controlos regulares da espessura exata da camada que é distribuída com o rolo de aplicação enquanto o concreto ainda está fresco



Imagen/imagen: BFT International

em fibras curtas definidas com precisão. Ao serem aplicados sobre a superfície de cofragem (do concreto), a pasta de cimento e as fibras de vidro aglutinam-se e o concreto fresco é aplicado com adição de aditivos, sem necessidade de uma compactação posterior.

“Se, outrora, eram necessários três anos para construir complexos penitenciários com o processo de construção convencional, agora isso é possível em apenas seis meses”, explica o Prof. Dr. Hélio Greven, consultor externo de projetos científicos. “Desenvolvemos com sucesso esta receita especial de concreto branco com uma série de longos ensaios na universidade de Porto Alegre.”

### Predominantemente pessoal feminino para um trabalho minucioso

Grças as estas características únicas, a Siscobras é incluída em quase todos os projetos governamentais semelhantes e, a par das encomendas das autoridades de segurança brasileiras, estão chegando as primeiras consultas da vizinha América do Sul. “Atualmente produzimos os novos módulos espaciais em três linhas de fabrico com cerca de 100 colaboradores; mas, se a carteira de encomendas continuar a desenvolver-se de forma tão positiva, este número poderia subir em breve para 300”, acrescenta o diretor fabril José António Pereira. “E, se perguntar porque razão a maior parte do nosso pessoal industrial é feminino neste setor dominado predominantemente por homens: Para o processamento do concreto branco com minucioso trabalho manual é necessária uma motricidade fina perfeita”. Neste caso, os pontos da base da armação metálica têm de ser incorporados no concreto fresco com especial cuidado, para não serem arrancados durante o levantamento do molde de concreto após a fase de endurecimento de doze horas.

Atualmente, saem diariamente da fábrica em Pojuca três módulos de contenedor em sanduíche equipados com concha exterior de concreto, estrutura de armação metálica, isolamento do núcleo e revestimento da parede interior para construção em seco, o que corresponde a uma produção diária de 18-20 placas de concreto. Após entrada em serviço de mais um pavilhão de produção existente, serão dez módulos de contenedor.

### Moldes de concreto C 100/115

Indiscutivelmente, um dos pontos altos da produção reside no facto de os próprios moldes para a produção das placas murais dos módulos com apenas 12 mm de espessura serem constituídas por elementos pré-fabricados de concreto com a classe de resistência C100/115. Estes elementos com 3 x 3 m possuem uma superfície tão lisa e tão pouco porosa que torna necessária a retificação manual antes da concretagem seguinte, mas não a aplicação de agente de desmoldagem. A integração de cavidades ou peças de montagem – conforme necessário – também se apresenta sem quaisquer problemas. Dependendo, igualmente, dos desejos dos clientes, pode ter lugar um processamento adicional: Assim, todos os módulos de contenedor para a polícia do Estado Federal de Bahia recebem um revestimento exterior azul circundante ao nível das charneiras das janelas.

Não menos impressionante é, a par do elevado padrão de segurança, a exigência de qualidade fortemente acen-

una producción diaria de 18-20 placas de concreto. Tras la puesta en funcionamiento de otra nave de producción ya existente pasarán a ser diez módulos de contenedor.

### Moldes de concreto C 100/115

Un aspecto indudablemente destacable de la producción, es el hecho de que hasta los moldes para la fabricación de las placas de muro modulares de tan solo 12 mm de espesor se componen de elementos prefabricados de concreto de la clase de resistencia C100/115. Estos elementos de 3 x 3 m presentan una superficie tan lisa y libre de poros que solo se requiere un lijado manual antes del siguiente hormigonado, pero no la aplicación de agente desmoldante. La integración de huecos o piezas de montaje según las necesidades no representa ningún tipo de problema. Si el cliente lo desea también es posible realizar un procesamiento posterior: por ejemplo, todos los módulos de contenedor para la policía del estado de Bahía presentan a la altura de los ventanales corridos un revestimiento perimetral exterior de color azul.

Además de los estándares de seguridad, también sorprende la marcada exigencia de calidad de los empleados de Siscobras: ya sea al determinar la extensión de flujo tras la mezcla, al comprobar regularmente los espesores de capa exactos durante el hormigonado o al controlar visualmente la correcta distribución de las fibras de vidrio, nada queda en manos del azar. Thiago Siqueira, director de calidad de Siscobras, comenta al respecto: “Si bien en la planta central en el sur tuvimos algunas dificultades iniciales debido a las fluctuaciones de temperatura durante el día y durante el año, aquí, cerca del ecuador, contamos con condiciones constantes y prácticamente ideales. Gracias a ello podemos prescindir de una instalación de curado y de trabajos posteriores manuales para solucionar rechupes, fisuras u otros tipos de defectos ópticos”.



La placa de muro fraguada es levantada del encofrado de concreto: la calidad de la superficie puede competir con la de la piedra natural pulida. También se reconoce perfectamente la sencilla integración de la entalladura.

A placa mural endurecida é levantada da cofragem de concreto: As qualidades superficiais podem competir com as da pedra natural polida. A integração da qualidade é bem visível.



Mientras en la zona delantera de la nave ya se preparan los moldes para el siguiente hormigonado, en la parte posterior, los módulos de contenedor Fastflex terminados esperan a ser entregados

Enquanto os moldes para a concretagem seguinte são preparados na área dianteira do pavilhão da fábrica, os módulos de contendor Fastflex aguardam a sua entrega na retaguarda



Los contenedores se van alineando en obra, aquí en una futura comisaría de policía cerca de Praia do Forte/BA, en función del tamaño proyectado del objeto

Na obra - aqui uma repartição policial futura perto de Praia do Forte/BA - os contentores são alinhados entre si conforme a dimensão do objeto planeado

tuada dos colaboradores da Siscobras: Seja na definição da extensão do fluxo de concreto após a mistura, na inspeção regular das espessuras exatas das camadas durante a concretagem ou no controlo visual da distribuição correta das fibras de vidro - nada é deixado ao acaso. A este respeito, o gestor de qualidade da Siscobras, Tiago Siqueira, refere: “Se ainda tivemos dificuldades iniciais na fábrica principal localizada no sul profundo com as oscilações de temperatura anuais e diurnas, aqui, na proximidade do Equador, encontramos condições constantes, quase ideais. Isto permite suprimir as despesas para uma instalação de secagem e o trabalho manual de acabamento devido a defeitos de contração, fissuras ou outros defeitos visuais.”

### CONTACTO

**Siscobras**

**Sistemas Construtivos do Brasil S.A.**

Rua do Grotão 5/N

Bairro Picada 48 Alta

93.900-000 Ivotí-RS/Brasil

+55 51 3563 7950

siscobras@siscobras.com

➔ [www.siscobras.com](http://www.siscobras.com)



Encofrado en batería



Elemento prefabricado de concreto



Edificio exclusivamente de prefabricados: llave en mano 6 meses!

## CONVINCENTE. POR PERFECCIÓN.

La empresa alemana Weckenmann cumple con los estándares más altos posibles como proveedor de instalaciones, maquinaria y encofrados para la fabricación de elementos prefabricados de concreto y ofrece soluciones sostenibles que le garantizan una ventaja competitiva. Con una gama de productos completa Weckenmann captura y sostiene clientes satisfechos en todo el mundo:

La tecnología líder que usted necesita para ser competitivo en el mercado.

Para más información, vea [www.weckenmann.com](http://www.weckenmann.com)



Distribuidor de concreto

CONSTRUCTING THE FUTURE

Weckenmann Anlagentechnik GmbH & Co. KG | Germany | Telephone +49 7427 9493 0 | [www.weckenmann.com](http://www.weckenmann.com)

El Grupo Reymann realizó en cooperación con su cliente peruano, la empresa Llaxta, un sistema de producción de residencias modulares, para la creación de áreas residenciales, considerando la seguridad y el costo-beneficio. Una idea visionaria que se transformó en un proyecto de construcción residencial impresionante.

O Grupo Reymann realizou em parceria com seu cliente peruano, a empresa Llaxta, um sistema de produção de residências modulares, para a criação de áreas habitacionais, visando segurança e custo-benefício. Uma idéia visionária que se transformou em um projeto de construção habitacional impressionante.

# Sistema Modular de Vivienda para Áreas Residenciales a Prueba de Terremotos en el Perú

## Sistema Modular de Habitação para Moradias à Prova de Terremotos no Peru

Texto: Dipl.-Wirtsch.-Ing. Jörg Reymann

**La visión:** a 300 kilómetros al sur de Lima, apenas algunos kilómetros de distancia del centro de la ciudad de Ica, serán creadas “Las Piedras de Buenavista” – un conjunto residencial moderno y seguro con su propio centro comercial, boulevard, lago, canchas deportivas, parque de patinaje, escuela, iglesia y 91.000 m<sup>2</sup> de área verde. El objetivo es proporcionar un alto estándar de vivienda a precios accesibles.

El plan: construir 3.600 casas – cada una con tres habitaciones, área habitable de 70 m<sup>2</sup> distribuida en dos pisos, patio propio con jardín, en un terreno con un área de 1.000.000 m<sup>2</sup> – dentro de un periodo de sólo 60 meses. Como Ica está situada en una región tectónica, con grado de intensidad sísmica XI, las casas tienen que ser a prueba de terremoto, así como a prueba de tempestad. Al mismo tiempo, el uso de materiales debe ser minimizado; los componentes estructurales son definidos como de excelente calidad de superficie, reduciendo el trabajo

**A visão:** A 300 quilômetros ao sul de Lima, apenas alguns quilômetros de distância do centro de Ica, será criado o “Las Piedras de Buenavista” – um conjunto habitacional moderno e seguro com o seu próprio shopping center, boulevard, lagoa, quadras desportivas, skatepark, escola, igreja e 91.000 m<sup>2</sup> de área verde. O objetivo é proporcionar um alto padrão de moradia a preços acessíveis.

O plano: Construir 3.600 casas – cada uma com três quartos, área de convivência de 70 m<sup>2</sup> distribuída em dois pisos, pátio próprio com jardim, em um terreno com área de 1.000.000 m<sup>2</sup> – dentro de um período de apenas 60 meses. Como Ica está situada em uma região tectônica, com grau de intensidade sísmica XI, as casas têm de ser à prova de terremoto, bem como à prova de tempestade. Ao mesmo tempo, o uso de materiais deve ser minimizado; os componentes estruturais são definidos como de excelente qualidade de superfície, reduzindo o trabalho de acabamento, com seções transversais de paredes finas. Além disso, o cliente



Construcción en Ica con tres moldes, tejados y escaleras modulares, así como moldes de batería

Construção em Ica com três moldes, telhados e escadas modulares, bem como moldes de bateria



Refuerzos, instalaciones, conexiones de agua y electricidad son preparados en el núcleo modular y después insertados en el encofrado externo

Reforço, instalações, conexões de água e electricidade são preparados no núcleo modular e depois inseridos na cofragem externa



Alto estándar de vivienda a precios accesibles para la gran demanda del sector de vivienda en Perú

Alto padrão de moradia a preços acessíveis para a grande demanda do setor de habitação no Peru



de acabado, con secciones transversales de paredes finas. Adicionalmente, el cliente necesita un sistema de producción que posibilite que la construcción sea efectuada en un corto período tiempo, con eficiencia y alta calidad.

Ratec y Reymann Technik, ambas con know-how adquirido gracias a la concepción de proyectos, a sus tecnologías de alta precisión y del método “Uprete”, desarrollado por ellos, lograron ofrecer a la compañía peruana una solución adecuada.

### La idea básica

El sistema de construcción está basado en la fabricación de módulos monolíticos, con paredes estructurales, pisos, vigas e instalaciones eléctricas y sanitarias ya incorporadas, siendo todo hecho “de una sola vez”. Solamente el tejado, las paredes divisorias, escaleras y barandas, si requeridas, son producidas en concreto en moldes separados y montados en el sitio de la obra.

Reymann Technik, como empresa general, implementó y entregó la línea de producción llave en mano. Ratec fabricó y suministró todo el encofrado y la tecnología de bombeo, totalizando: tres unidades de encofrado para módulos de 3 m x 6 m x 3 m (lxaxa), una batería de moldes con seis bolsos de 8 m x 3 m, dos moldes de escalera, dos moldes de balcón, así como dos carros bomba basados en el tipo UPP 100.

El edificio de producción construido en acero con dimensiones de 25 m x 12 m x 110 m no será demolido luego de la terminación de las casas; este se convertirá en el centro comunitario y el centro comercial del nuevo conjunto residencial.

### Casa rápida en menos de 48 horas

Dos casas completas son fabricadas por día, cada una compuesta por tres módulos, seis particiones y paredes expuestas, una escalera, balcón y dos tejados. Todos los elementos son fabricados con el método “Uprete”, lo que significa que los moldes son pre-llenados con concreto autocompactante (CAC), por debajo, por medio de una bomba de presión a rotor. En conjunto con los moldes resistentes a presión diseñados especialmente para este

necesita de un sistema de producción que posibilite que a construcción sea efectuada en un corto periodo tiempo, con eficiencia e alta calidad.

Ratec e Reymann Technik, ambas com know-how adquirido devido à concepção de projetos, suas tecnologias de alta precisão e do método “Uprete”, desenvolvido por eles, foram capazes de oferecer à companhia peruana uma solução adequada.

### A idéia básica

O sistema de construção é baseado na fabricação de modulares monolíticos, com paredes estruturais, pisos, vigas e instalações elétricas e sanitárias já incorporadas, sendo tudo feito “de uma só vez”. Apenas o telhado, paredes divisorias, escadas e varandas, se houverem, são concretados em moldes separados e montados no local da obra.

Reymann Technik, como empreiteira geral, implementou e entregou a linha de produção completa. Ratec fabricou e forneceu toda a cofragem e a tecnologia da bomba, totalizando: três unidades de cofragem para modulares de 3 m x 6 m x 3 m (LxPxA), uma bateria de moldes com seis bolsos de 8 m x 3 m, dois moldes de escada, dois moldes de sacada, bem como dois carros bomba com base no tipo UPP 100.

O edifício de produção construído em aço com dimensões de 25 m x 12 m x 110 m não será demolido após a conclusão das casas; ele irá acomodar o centro comunitário e o shopping center do novo conjunto habitacional.

### Casa pronta em menos de 48 horas

Duas casas completas são fabricadas por dia, cada uma composta de três modulares, seis partições e paredes expostas, uma escada, sacada e dois telhados. Todos os elementos são fabricados no método “Uprete”, o que significa que os moldes são preenchidos com concreto autocompactante (CAC), lançados por baixo, a partir de uma bomba de pressão a rotor. Em conjunto com os moldes resistentes à pressão projetados especialmente para este processo, o método “Uprete” permite a fabricação no local de instalação, mesmo com as geometrias complexas dos modulares, fazendo com que a compactação vibratória seja supérflua. O concreto é distribuído completamente e uniformemente

proceso, el método “Upcrete” permite la fabricación en el sitio de instalación, así como con las geometrías complejas de los módulos, haciendo que la compactación vibratoria sea superflua. El concreto es distribuido completa y uniformemente en el interior del molde por medio del proceso de bombeo. Esto garantiza un componente estructural con buena calidad de superficie por todos los lados, nitidez de los contornos y precisión dimensional, conforme a los requerimientos.

Para permitir la producción en la posición del montaje, el encofrado de los módulos desarrollados por Ratec consiste en un encofrado externo y un núcleo de molde, el cual es “encogido” para la remoción y elevación del molde fuera del encofrado. Luego del curado del concreto, el ancho total del núcleo puede ser reducido en 4 cm en la pared y 2 cm en las esquinas, respectivamente.

### Revestimiento de superficie y piezas incorporadas en la fábrica

Todas las preparaciones como, refuerzo, fijación de las piezas a incorporar, conductos de agua y conexiones de electricidad son realizadas en el núcleo del molde que es fijado en el encofrado externo. El molde cerrado es prellenado por medio de una bomba de presión de rotor de 100 UPP (carro de bombeo “Upcrete”) con concreto autocompactante a través de una conexión de llenado de concreto.

La fuerza de elevación necesaria para la remoción del molde es alcanzada luego de 7 a 9 horas. El encofrado lateral, el núcleo interior y la cobertura pueden ser inmediatamente utilizados para el hormigonado de los módulos siguientes. La pintura, instalación sanitaria, así como la instalación de ventanas y puertas son efectuadas directamente en la fábrica en Ica. Las paredes divisorias, las escaleras, los balcones y tejados son fabricados en paralelo en el encofrado apropiado, en cuanto que los fundamentos son preparados en el sitio de la obra. El montaje final completo de las casas es hecho en el sitio de la construcción, lo cual es posible gracias a la optimización de todos los procesos de producción, así como la logística local respecto a la capacidad de producción.

### Conclusión y perspectivas

Una simulación de terremoto realizada especialmente por la Universidad de Lima, en el Perú, usando una casa prototipo de la planta, confirmó la seguridad del sistema con terremotos de hasta el nivel 9 en la Escala de Richter. El sistema de construcción modular, además de ello, proporciona otras ventajas: menor necesidad de refuerzo en acero, en cuanto que el sistema global tiene una estabilidad más elevada; piezas de montaje especiales de alto costo requeridas para la conexión de los diferentes componentes ya no son requeridas; los gastos de obras de acabado, tales como la fijación eléctrica y de tubería son reducidos, porque estos son posicionados directamente durante la producción y no existen uniones entre las paredes individuales o entre las paredes y el piso, respectivamente, evitando así posibles fugas.

El sistema de vivienda modular “Upcrete” ofrece una solución viable y eficiente, que es única hasta ahora, particularmente para proyectos como “Affordable Housing” y “Low-Cost Housing”.



Conexión de la bomba para el encofrado para el llenado con concreto desde abajo

Conexão da bomba para a cofragem para enchimento com concreto lançado por baixo



El núcleo modular es removido posteriormente al curado de los elementos y, enseguida, el encofrado externo es abierto ...

O núcleo modular é removido após a cura dos elementos e, em seguida, a cofragem externa é aberta ...



... con el fin de erguir el módulo fuera del mismo

... afim de erguer o modular para fora da mesma

no interior do molde devido ao processo de bombeamento. Isso garante um componente estrutural com boa qualidade de superfície em todos os lados, contornos nítidos e precisão dimensional, conforme necessidade.

Para permitir a produção na posição de montagem, a cofragem dos modulares desenvolvidos pela Ratec consiste em um núcleo de molde, o qual é “encolhido” para a elevação e remoção do molde para fora da cofragem. Após a cura do concreto, a largura total do núcleo pode ser reduzida em 4 cm na parede e 2 cm nos cantos, respectivamente.



Montaje final en el sitio de la obra

Montagem final no local da obra



Tejados, balcones y escaleras son fabricados en paralelo en moldes separados

Telhados, sacadas e escadas são fabricados em paralelo em moldes separados

Una casa para propiedad privada en Ica, vendida a un precio de menos de 25 mil dólares americanos es bastante accesible para los estándares peruanos.

La producción en Ica aún se encuentra en ejecución hasta el 2018. El desafío de crear áreas de vivienda seguras y con una buena relación de costo-beneficio existe en el mundo entero. De acuerdo con el proveedor, el sistema de vivienda modular “Upcrete” es claramente superior a otros métodos de producción ya que es un concepto a prueba de terremotos, ecológicamente correcto, hecho con material eficiente y económicamente viable. Nuevos desarrollos del sistema de producción y construcción – por ejemplo, para regiones con otras condiciones climáticas, geometrías más complejas y dimensiones mayores – están en progreso. Adicionalmente, la empresa ya está trabajando en la continuación del desarrollo del sistema modular, así como de sitios de producción adicionales con el cliente peruano.

## CONTACTO

**Llaxta**  
Av. Manuel Olguín  
335 Of. 906  
Surco - Lima7  
Perú  
☎ +51 1 41995-00  
➤ [www.llaxta.com](http://www.llaxta.com)

**Reymann Technik GmbH**  
Karlsruher Str. 32  
68766 Hockenheim  
Alemania  
☎ +49 6205 94070  
info@reymann-technik.de  
➤ [www.reymann-technik.de](http://www.reymann-technik.de)

**RATEC GmbH**  
Karlsruher Str. 32  
68766 Hockenheim  
Alemania  
☎ +49 6205 940729  
info@ratec.org  
➤ [www.ratec.org](http://www.ratec.org)

## Revestimiento de superficie e piezas incorporadas en la fábrica

Todas las preparaciones como, reforzo, fijación de piezas embutidas, ductos de agua y conexiones de electricidad son realizadas en el núcleo del molde que es fijado en la cofracción externa. El molde cerrado es relleno por medio de una bomba de presión a rotor de 100 UPP (camión bomba “Upcrete”) con concreto autocompactante a través de una conexión de relleno de concreto.

La fuerza de elevación necesaria para la remoción del molde es alcanzada después de un periodo de 7 a 9 horas. La lateral de la cofracción, el núcleo interior y la cobertura pueden ser inmediatamente utilizados para la concretación de los módulos siguientes. Pintura, instalación sanitaria, así como la instalación de ventanas y puertas son efectuadas directamente en la fábrica en Ica. Paredes divisorias, escaleras, sacadas y techos son fabricados en paralelo en la cofracción apropiada, mientras que el alicerce es preparado en el local de la obra. La montaje final completa de las casas es hecha en el local de la construcción, lo que es posible debido a la optimización de todos los procesos de producción, así como la logística local que respeta la capacidad de producción.

## Conclusión y perspectivas

Una simulación de temblor de tierra realizada especialmente por la Universidad de Lima, en Perú, usando el prototipo de una casa de la planta, confirmó la seguridad del sistema con terremotos de hasta el nivel 9 en la Escala Richter. El sistema de construcción modular, además de esto, proporciona otras ventajas: menor necesidad de refuerzo en acero, mientras que el sistema global tiene una estabilidad más elevada; dispensa la necesidad de piezas de montaje especiales, de alto costo, para la conexión de los diferentes componentes; los gastos con obras de acabado, tales como tubos e fijación eléctrica son reducidos, porque ellos son posicionados directamente durante la producción y no existen articulaciones entre las paredes individuales o entre las paredes y el piso, respectivamente, evitando, así, cualquier filtración.

El sistema de habitación modular “Upcrete” ofrece una solución viable y eficiente, que es única, hasta entonces, particularmente para proyectos como “Affordable Housing” y “Low-Cost Housing”.

Una casa de propiedad privada en Ica, vendida a un precio de menos de 25 mil dólares americanos es bastante accesible para los estándares peruanos.

La producción en Ica aún está en ejecución hasta 2018. El desafío de crear áreas habitacionales seguras y con una buena relación de costo-beneficio existe en el mundo entero. De acuerdo con el proveedor, el sistema de habitación modular “Upcrete” es claramente superior a otros métodos de producción bajo condiciones-límite apropiadas, por ser a prueba de terremotos, ecológicamente correcto, hecho con material eficiente y económicamente viable. Nuevos desarrollos del sistema de producción y construcción – por ejemplo, para regiones con otras condiciones climáticas, geometrías más complejas y dimensiones mayores – están en progreso. Además de esto, la empresa ya está trabajando en la continuación del desarrollo del sistema modular, así como de sitios de producción adicionales con el cliente peruano.

# CONCRETE VISION

**EBAWE** desenvolve, produz e instala plantas completas para a produção dos mais variados elementos pré-fabricados. Nós somos a escolha certa para seus projetos – independente do tipo e dimensão.

[www.ebawe.de](http://www.ebawe.de)



**PROGRESS GROUP**  
concrete solutions

Para la producción de concreto se pueden utilizar en el futuro áridos reciclados. La primera parte del artículo se refiere a la optimización del diseño de la mezcla y el procedimiento, así como a las propiedades mecánicas del concreto reciclado.

Futuramente agregados reciclados podem ser cada vez mais utilizados para a produção de concreto. A primeira parte do artigo se refere à otimização do projeto de mistura e ao processo, assim como às propriedades mecânicas do concreto reciclado.

# Oportunidades y limitaciones del reciclaje de concreto

## Oportunidades e limitações da reciclagem de concreto

Texto: Prof. Dr.-Ing. habil. Anette Müller

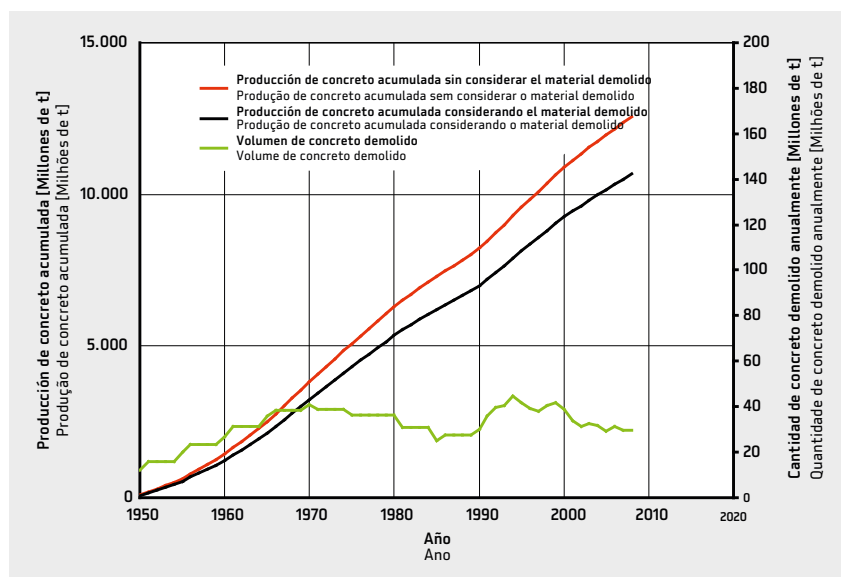
**El concreto** es el material de construcción más ampliamente utilizado en todo el mundo. Si con los volúmenes de cemento producidos en Alemania desde 1950 se determinara la cantidad de concreto producido y a partir de ella se calculara la cantidad de concreto acumulado en los edificios, resultaría una cantidad teórica de alrededor de 12 mil millones de toneladas (Figura 1).

La cantidad efectiva construida a partir de 1950 es realmente inferior debido a los volúmenes removidos por desmantelamiento y demolición. Si suponemos que esta cantidad de concreto corresponde hasta 1995 al 18% de la cantidad de concreto producido anualmente y al 80% de los residuos de construcción generados anualmente desde 1996, la cantidad de concreto contenido en los edificios existentes es de unos 10 millones de toneladas.

La reserva de concreto antropogénico ha llegado así a una escala considerable. Aunque todavía este se mantiene muy por debajo de las reservas existentes de grava

**O concreto** é o material de construção mais amplamente utilizado em todo o mundo. Se com o volume de cemento produzido na Alemanha desde 1950 fosse determinada a quantidade de concreto produzida e, a partir desses dados, fosse calculada a quantidade de concreto acumulado nos edifícios, resultaria em um volume estimado de cerca de 12 milhões de toneladas (Figura 1).

No entanto, a quantidade efetiva construída a partir de 1950 é inferior devido ao volume removido por desmontagem e demolição. Se assumimos que este volume de concreto corresponde até 1995 a 18% da quantidade de concreto produzido anualmente e a 80% dos resíduos de construção gerados anualmente a partir de 1996, a quantidade de concreto contido nos edifícios existentes é de mais ou menos 10 milhões de toneladas. A reserva de concreto antrópico chegou assim a uma escala considerável. Embora este volume esteja ainda bem abaixo dos estoques das reservas existentes de cascalho e areia, que são estimadas em 220 bilhões de toneladas [2], no futuro o concreto será considerado cada vez mais como opção de matéria-prima.



### 1

**Cantidad de concreto acumulada en los edificios existentes (Datos obtenidos de la producción de cemento a partir de [1]; cálculo simplificado de la cantidad de concreto excluyendo el uso de cemento en otros productos)**

Quantidade de concreto acumulado em edifícios e estruturas existentes (Dados de produção de cemento extraídos a partir de [1]; cálculo simplificado da quantidade de concreto, excluindo a utilização de outros produtos de cemento)

ya arena, que se estima en 220 mil millones de toneladas [2], en el futuro será considerado cada vez más como una materia prima.

### Establecimiento en la práctica de la construcción

Actualmente, se extraen anualmente de la reserva de material de construcción antropogénico un importe significativo de alrededor de 80 millones de toneladas. Luego de su procesamiento, el material reciclado alcanza entre 50 y 60 millones de toneladas, utilizadas principalmente en la construcción de carreteras y obras de ingeniería civil. (Figura 2). En esta aplicación, el material reciclado de asfalto o de concreto triturado, puede ser utilizado. Por lo tanto, este sector se beneficia de un ciclo de materiales casi cerrado. Este estado, sin embargo, no ha sido alcanzado aún en el área de construcción. Por ejemplo, un promedio de sólo 1,2 millones de toneladas de concreto triturado han sido convertido en áridos reciclados para la producción de concreto. Esto corresponde a una cuota del 2,2% del total de residuos de construcción reciclados.

Un requisito previo para el establecimiento de la producción de concreto a partir de agregado de áridos reciclados en la práctica de la construcción es la existencia de legislaciones respecto a los requisitos para estos agregados y sus aplicaciones en concreto. Estas normas han sido especialmente desarrolladas sobre la base de los resultados del proyecto de investigación “circuito del material de construcción en construcciones masivas” y vinculadas al desarrollo de la introducción de las normas europeas. Con el tiempo se ha llegado a un nivel tal que la sustitución se hizo posible de una parte de los agregados naturales por materiales reciclados con una composición definida en función del área de aplicación del concreto y sin cambiar las bases.

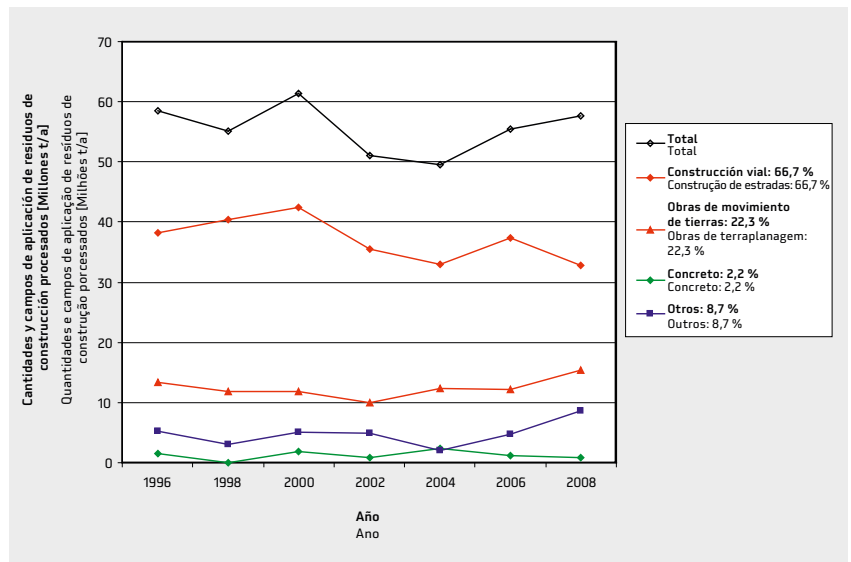
Otro instrumento para avanzar en el reciclaje en la construcción de edificios ha sido y es la construcción de edificios modelo. Por medio de las iniciativas iniciadas en 2009 en Ludwigshafen y Stuttgart se ha demostrado que el concreto reciclado, producido de acuerdo a las normas, es un material de construcción perfectamente válido y puede representar ventajas ambientales [4] [5] [6].

En las zonas urbanas en las que los agregados naturales para la producción del concreto deben ser transportados desde una gran distancia, los áridos reciclados presentan una ventaja, ya que están disponibles en el sitio o a una distancia pequeña. Se espera que en tales áreas metropolitanas, en la que al mismo tiempo hay una gran demanda para la construcción, el uso de agregados reciclados para la producción de concreto aumente.

## 2 Estado actual de la investigación para la producción de concreto a partir de áridos reciclados

### 2.1 Influencia de la calidad del reciclado a través de los métodos de pre-tratamiento

Los reciclados de concreto componen composites, incluso si se logra una clasificación de clases a través de una demolición selectiva, su composición puede variar de un grano a otro (Figura 3).



### Establecimiento de prácticas de construcción

Atualmente são extraídos cerca de 80 milhões de toneladas das reservas de concreto antrópico existentes. Após o reprocessamento, o material reciclado chega a algo entre 50 a 60 milhões de toneladas, utilizadas principalmente na construção de estradas e em obras de engenharia civil (Figura 2). Nesta área o material de construção reciclado de asfalto ou de concreto triturado pode ser utilizado. Assim, este setor se beneficia de um ciclo de materiais praticamente fechado. Em oposição, esta situação ainda não foi alcançada na área da construção civil. Por exemplo, uma média de apenas 1,2 milhão de toneladas de cimento triturado tem sido convertido em agregados reciclados para a utilização na produção de concreto. Isto corresponde a uma quota de 2,2% do total de resíduos de construção reciclados. Um pré-requisito para o estabelecimento da produção de concreto a partir de agregados reciclados na prática da construção é a existência de regras e normas que definam os requisitos para estes agregados e seus possíveis usos no concreto. Estas normas foram especialmente elaboradas em função dos resultados do projeto de pesquisa “Ciclo de materiais de construção em concreto” em conjunto com a introdução de normas europeias. Neste meio tempo chegou-se a um estágio tal no qual é possível a substituição de agregados naturais por materiais reciclados com uma composição definida em função do uso específico do concreto e sem alterar suas bases.

Otro instrumento utilizado para promover a reciclagem na construção civil é a construção de edificios modelo. Por meio das iniciativas lançadas em 2009, em Ludwigshafen y Stuttgart, ficou demonstrado que o concreto reciclado, quando produzido de acordo com as normas, é um material de construção perfeitamente válido e pode apresentar benefícios ambientais [4] [5] [6].

Nas regiões urbanas nas quais os agregados naturais para a produção de concreto devem ser transportados por uma grande distância, os agregados reciclados representam uma vantagem significativa, uma vez que estão disponíveis no próprio local ou a uma pequena distância. Espera-se que em tais áreas metropolitanas, onde há uma grande demanda de construção, aumente o uso de agregados reciclados para a produção de concreto.

## 2

Cantidades de reciclado de residuos de construcción y campos de utilización de materiales de construcción reciclados producidos a partir de estos residuos [3]

Quantidades de reciclado de residuos de construcción e campos de utilização de materiais de construção reciclados produzidos a partir destes resíduos [3]



**3**  
 Concreto granulado en varias composiciones tomado de una pila de escombros. Arriba: partículas de composite provenientes de agregados unidos por la pasta de cemento. Abajo: partículas de mortero (izquierda) y mortero casi libre de partículas de grava (derecha)

Concreto granulado en várias composições preparadas a partir de entulho estocado. Acima: composto de partículas de agregados ligados pela pasta de cimento. Abaixo: partícula de argamassa (à esquerda) e argamassa quase livre de partículas de cascalho (à direita)

El resultado del carácter de composite de los reciclados de concreto es la fluctuación de las propiedades. En particular, la porosidad puede variar teóricamente dentro de un rango que se extiende desde la porosidad del cemento hasta la porosidad de los agregados naturales. Con ello, se reduce la calidad de los áridos reciclados. Además, presenta en comparación con los agregados naturales fluctuaciones mayores. Por consiguiente, la reducción de la porosidad es el objeto de investigaciones con diferentes enfoques.

Un enfoque es el desarrollo de técnicas de procesamiento con el fin de producir agregados libres de cemento. Tres grupos se pueden distinguir:

- » Procesos, con el objetivo de crear presión y tensión que actúen en la interfaz entre el cemento y las partículas del agregado.
- » Métodos basados en la abrasión.
- » Procesos en los que se combinen la abrasión y la tensión térmica.

#### Tratamiento electrodinámico y con microondas

Una visión general de los métodos se muestra en [9]. La generación de esfuerzos de presión y tensión en el área interfacial como una manera de lograr separar los componentes del concreto se ha descrito nuevamente

## 2 Estado actual da pesquisa para a produção de concreto a partir de agregados reciclados

### 2.1 Influência da qualidade do reciclado através de métodos de pré-tratamento

Os reciclados de concreto são formados a partir de compostos e ainda que se consiga uma classificação adequada através de uma demolição seletiva, sua composição pode variar de um grão para outro. (Figura 3)

O resultado da natureza dos agregados reciclados de concreto é a variação das suas propriedades. Em particular, os parâmetros de porosidade pode variar teoricamente em relação à porosidade do concreto preparado a partir de agregados naturais, o que compromete a qualidade do material reciclado. Além disso, apresenta maiores flutuações em comparação com os agregados naturais. Por conseguinte, a redução da porosidade é objeto de pesquisa com diferentes enfoques.

Um destes enfoques é o desenvolvimento de técnicas de processamento com o fim de produzir agregados livres de cimento. Podem-se distinguir três grupos:

- » Processos, com o objetivo de criar compressão e tensão que atuem sobre a interface entre o cimento e as partículas do agregado
- » Processos baseados na abrasão
- » Processos que combinem abrasão e tensão térmica

en años recientes [10]. Un método electrodinámico fue aplicado en el que el concreto fue sumergido en agua e impactado por una descarga de chispa bajo el agua. Otro método ha sido estudiado, en el que la estructura del concreto se debilita por medio de microondas. El porcentaje de granos de cemento libres en comparación con el del concreto sin tratar aumentó. Por ejemplo, la proporción de partículas de cemento libres de la fracción 6,3/8 mm sin tratamiento fue de 26,0%, 33,2% con el tratamiento con microondas y 45,6% con el tratamiento con el método electro-dinámico

In einer Anlage mit einem Durchsatz von 4 t/d werden nahezu zementsteinfreie grobe und feine Körnungen sowie ein feindisperses Nebenprodukt erzeugt, in dem der Zementstein angereichert ist.

El uso de microondas para producir cemento reciclado libre de cemento también es descrito por Noguchi [11]. Para esto se aplica un material dieléctrico sobre la superficie de los agregados naturales a ser procesados en el concreto. Si estos concretos son expuestos a tratamiento con microondas, se produce un calentamiento selectivo en la frontera de la interfaz entre los agregados naturales y la pasta de cemento, lo que provoca una separación en este punto.

La combinación de estrés térmico y abrasivo ha sido ampliamente estudiada por Sui [12] [13]. Luego temperaturas de 250 a 300 °C son suficientes para desmenujar la pasta de cemento de modo que se pueda retirar posteriormente por medio de un tratamiento en un molino de tambor de la superficie de los agregados originales. La mejora de la calidad alcanzada se demuestra, entre otras cosas en el contenido de pasta de cemento. Antes del tratamiento el contenido de las fracciones de piedras de cemento 2/4 mm y 4/8 mm era de 18,5 a 22,3% en masa. Después del tratamiento, se determinó un contenido de pasta de cemento de 6.9 a 9.7% en masa.

La producción de reciclado libre de piedras de cemento a través de la combinación de estrés térmico y abrasivo ya está en prueba a escala industrial, según Noguchi [11]. En un equipo con una capacidad de 4 t/d son producidos agregados gruesos y finos casi libres de cemento así como un subproducto finamente disperso rico en pasta de cemento.

### **Impregnación con microsílíce**

La eliminación de la pasta de cemento de agregados reciclados gruesos por medio de un tratamiento ácido es propuesta por Tam [14]. Para ello, utilizó ácido clorhídrico, ácido sulfúrico y ácido fosfórico con una concentración 0,1 M. Las mejoras halladas, medidas a través del cambio en la absorción de agua y la resistencia a la compresión, fueron bastante bajas.

Otro enfoque para mejorar las propiedades de los reciclados es el sellado específico de la superficie del grano de los áridos reciclados gruesos. Katz [15] sumergió muestras de áridos reciclados gruesos, provenientes de tres laboratorios de concreto, con diferentes resistencias a la compresión y tratadas previamente con una limpieza ultrasónica, en una suspensión de microsílíce, con un contenido de sólidos de 10%. Esto dio lugar a la

### **Tratamiento electrodinámico e com micro-ondas**

Uma visão geral dos métodos é apresentada em [9]. A geração de esforços de compressão e tensão na área interfacial como uma maneira de se conseguir separar os componentes do concreto foi recentemente descrita [10]. Foi usado um método electrodinámico no qual o concreto é submerso em água e ali recebe uma descarga de faísca eléctrica. Outro método investigado envolve a utilização de micro-ondas para enfraquecer a estrutura do concreto. A percentagem de grãos de cimento livres em comparação com a do concreto sem tratamento aumentou. Por exemplo, a proporção de partículas de cimento foi de 26,0%, para 33,2% com o tratamento com micro-ondas e para 45,6% com o tratamento electrodinámico. Em uma planta com uma circulação de 4 toneladas de grãos são produzidos grãos finos e grosseiros livres de partículas de cimento, bem como um subproduto de fina dispersão, com o qual o cimento é enriquecido. O uso de micro-ondas para a produção de concreto reciclado livre de cimento também foi descrito por Noguchi [11]. Para isto se aplica um material dieléctrico sobre a superfície dos agregados naturais a serem processados no concreto. Se estes concretos forem expostos a tratamento com micro-ondas, produz-se um aquecimento seletivo na fronteira de interface entre os agregados naturais e a pasta de cimento, o que provoca uma separação neste ponto.

A combinação de estresse térmico e abrasivo foi amplamente estudada por Sui [12] [13]. De acordo com estes resultados, temperaturas de 250/300 °C são suficientes para tornar a pasta de cimento tão quebradiça que pode ser posteriormente removida da superfície dos agregados originais por meio de um tratamento em um moinho de tambor. A melhora da qualidade alcançada se mostra, entre outras coisas, pelo conteúdo da pasta de cimento. Antes do tratamento o conteúdo das frações de pedras de cimento 2/4 mm e 4/8 mm era de 18,5 a 22,3% em massa. Após o tratamento, obteve-se um conteúdo de pasta de cimento de 6.9 a 9.7% em massa.

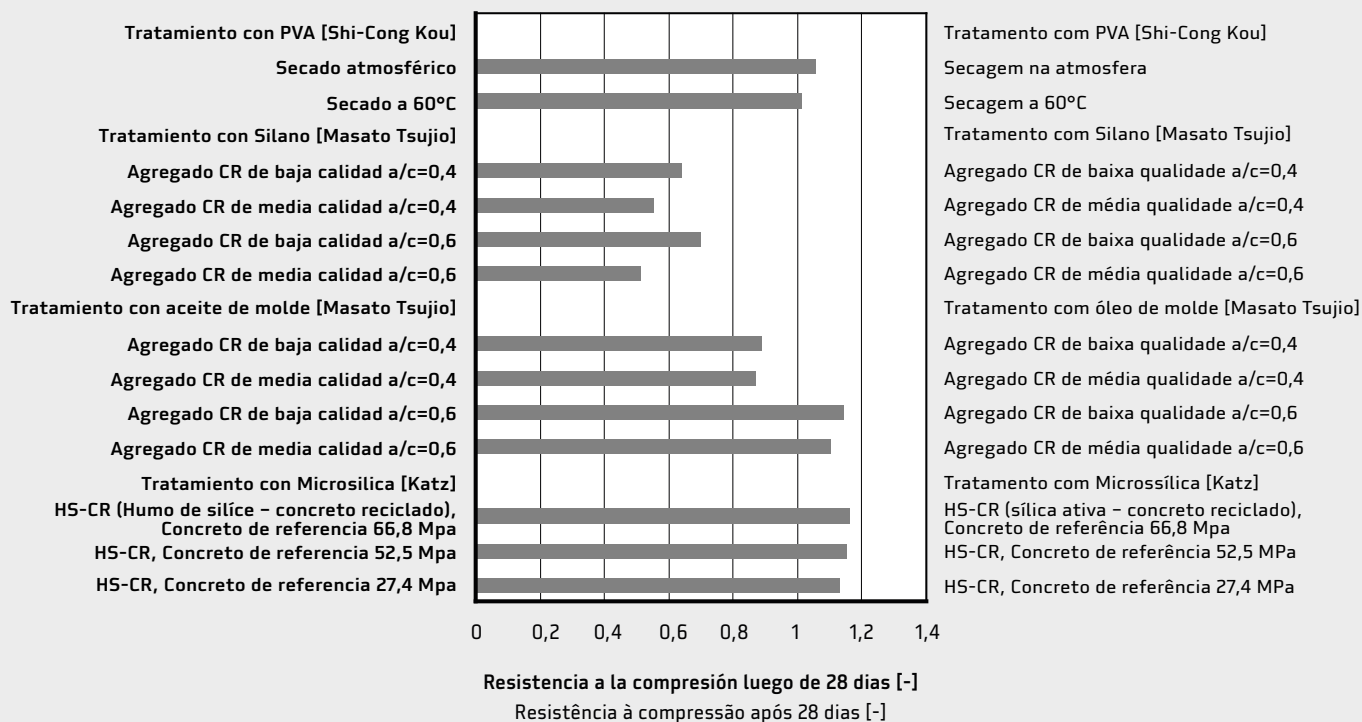
A produção de reciclados livres de pedras de cimento através da combinação de estresse térmico e abrasivo já está sendo testada em escala industrial, de acordo com Noguchi [11]. Em um equipamento de 4t/d são produzidos agregados grossos e finos quase livres de cimento, bem como um subproduto finamente disperso rico em pasta de cimento.

### **Impregnação com microsilíce**

A remoção da pasta de cimento de agregados reciclados grossos por meio de um tratamento ácido é proposta por Tam [14]. Para isso, foram utilizados ácido clorídrico, ácido sulfúrico e ácido fosfórico com uma concentração de 0,1 M. As melhorias obtidas, medidas através de alterações na absorção de água e resistência à compressão, foram bastante modestas.

Outra abordagem para melhorar as propriedades dos reciclados é a vedação específica da superfície do grão dos agregados reciclados grossos. Katz [15] aplicou ultrassom para a limpeza de agregados grossos reciclados feita a partir de cimento de laboratório com três diferentes resistências à compressão e posteriormente eles foram imersos numa suspensão microsilíce com 10% de sólidos. Este tratamen-





**4**  
Efectos de diversos métodos de tratamiento de superficie sobre la resistencia a la compresión relativa, con concretos con áridos reciclados no tratados utilizados como referencia [15] [17] [18]

Efeitos de diversos métodos de tratamento de superfície sobre a resistência à compressão relativa, com concretos preparados com agregados reciclados não tratados utilizados como referência [15] [17] [18]

deposición del material en la superficie de aproximadamente 0,5 a 0,8 % de la masa de áridos. En los concretos fabricados a partir de los agregados impregnados se determinó un aumento en la resistencia a la compresión en comparación con las muestras no tratadas, que resultó más claro luego de 7 días que después de 28 días. Un concreto de agregados naturales tratado también con este método mostró una disminución en la resistencia.

Descarrega [16], investigó también la impregnación de reciclados con microsilíce. Un efecto puzolánico entre el microsilíce añadido y el hidróxido de calcio, lo que dio lugar a la mejoría de la resistencia del agregado, pudo ser comprobado con las investigaciones analíticas de fase.

El sellado de la superficie causado por aditivos repelentes al agua fue investigado por Tsujino [17]. Se emplearon dos aditivos introducidos en la tecnología del concreto. En primer lugar, se utilizó un aceite de molde, por otra parte un silano hidrófugo. En cuanto a la resistencia, los concretos con los agregados tratados con silano presentaron valores significativamente más bajos que los concretos sin tratamiento o los que contenían reciclados tratados con aceite de molde

**Carbonatación**

La impregnación de reciclados gruesos con alcohol de polivinilo (PVA) fue investigada por Kou [18] como un método de mejora de la calidad. Hubo ligeras mejoras en la resistencia a los 28 días y un aumento notorio en la resistencia a los 90 días en comparación con los agregados no impregnados. En otras propiedades, tales como la contracción por secado y la resistencia a la penetración de iones cloruro se mostraron mejoras significativas.

Las mejoras en la calidad descritas en [19] a través de los efectos de auto-sanación que deban alcanzarse

to permitiu o depósito de material na superfície de aproximadamente 0,5 a 0,8% da massa do agregado. Concretos fabricados a partir de agregados impregnados mostraram um aumento na resistência à compressão em comparação às amostras não tratadas. Este aumento se mostrou mais significativo após 7 dias do que após 28 dias. Um concreto de agregados naturais também tratado com este método mostrou uma diminuição na resistência. Descarrega [16] também pesquisou a impregnação de agregados reciclados com microsilíce. As análises demonstraram um efeito pozolânico entre a microsilíce e o hidróxido de cálcio, o que levou a um aumento da resistência do agregado. Tsujino [17] avaliou a selagem de superfície por aditivos repelentes de água. Foram aplicados dois produtos normalmente utilizados na tecnologia do concreto: um óleo de molde e um silano hidrófóbico. Quanto aos parâmetros de resistência, os concretos com agregados que haviam sido tratados com o silano apresentaram valores significativamente mais baixos que os concretos não tratados ou os que continham reciclados tratados com óleo de molde.

**Carbonatação**

Kou [18] investigou a impregnação de agregados reciclados grossos com álcool polivinílico (PVA) como um método para melhorar a sua qualidade. Houve ligeira melhora na resistência depois de 28 dias e um aumento mais significativo após 90 dias em comparação com os agregados não tratados. Em outras propriedades, tais como o encolhimento a seco e a resistência à penetração de íons de cloreto houve melhoras significativas. A melhora na qualidade descrita em [19] por meio dos efeitos de auto-cura alcançadas através da hidratação posterior do concreto triturado imerso em água são reduzidas. Além disso, o concreto triturado investigado provinha de um laboratório de testes de concreto, o que leva a supor que se tratava de um

mediante una hidratación posterior del concreto triturado almacenado en el agua son reducidas. Por otra parte, el concreto triturado investigado provenía de un laboratorio de pruebas de concreto, por lo que se puede suponer que se trataba de un concreto joven, no representativo del concreto proveniente de edificios de concreto existentes.

La **Figura 4** muestra los efectos de diferentes métodos de tratamiento de superficies de materiales reciclados sobre la resistencia a la compresión. De aquí se puede concluir que los efectos máximos se alcanzan con el tratamiento con microsilíce. Los efectos de los otros métodos son ya sea bajos o inclusive presentan una disminución en la resistencia a la compresión.

La carbonatación específica de reciclados de concreto como un método de sellado de superficie está descrita por Seidemann [20] y Garbiec [21]. Seidemann trata el reciclado en un reactor tubular, por el que fluye una mezcla de CO<sub>2</sub>-aire. Por medio de porosimetría de intrusión de mercurio, una disminución en la porosidad de 35,0% vol - 25,2% vol -% después de doce horas de tratamiento con un contenido de CO<sub>2</sub> de la corriente de gas suministrada de 20 vol -% es lograda. Garbiec expuso los áridos reciclados a la biodeposición bajo el uso de una especie bacteriana particular y halló una disminución absoluta en la absorción de agua de 1% en masa.

## 2.2 Influencia de los cambios en el diseño de la mezcla sobre la calidad del concreto reciclado

Por lo general, el método para calcular la composición del concreto de agregados reciclados no difiere de la que se utiliza para el concreto con agregados naturales. Una adición extra de agua, calculada a partir de la absorción de agua de los materiales reciclados puede ser tomada en cuenta en la formulación. En este caso, se debe distinguir entre la relación efectiva agua-cemento, que resulta del contenido de cemento y la cantidad disponible de agua

concreto mais jovem, não representativo de um concreto proveniente de edifícios de concreto existentes.

A **Figura 4** mostra os efeitos de diferentes métodos de tratamento de superfícies de materiais reciclados sobre a resistência à compressão. Estes resultados permitem concluir que os efeitos máximos são alcançados por meio do tratamento com a microsilíce. Os efeitos dos outros métodos são pequenos ou até podem representar uma diminuição na resistência à compressão.

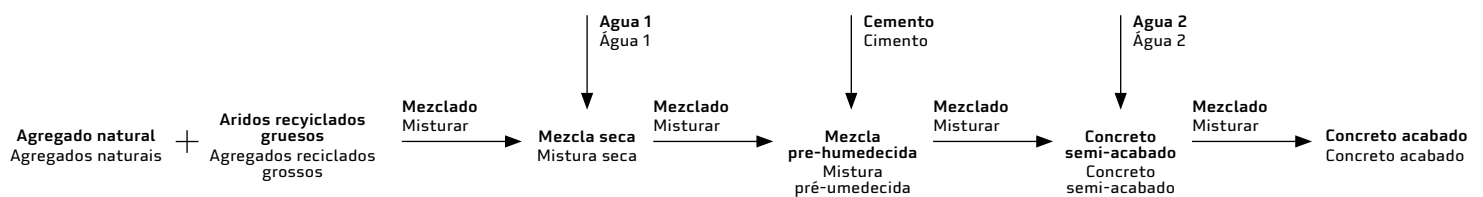
A carbonatação específica de reciclados de concreto como um método de selagem de superfície foi descrita por Seidemann [20] e Garbiec [21]. Seidemann tratou o agregado reciclado em um reator tubular através do qual fluía uma mistura de dióxido de carbono e ar.

Por meio da porosimetria de intrusão de mercúrio, obteve-se uma diminuição na porosidade de 35,0 % Vol para 25,2 % Vol. depois de doze horas de tratamento com um teor de CO<sub>2</sub> da corrente de gás fornecida de 20% Vol. Garbiec expôs os agregados reciclados à biodeposição usando uma determinada espécie de bactéria e provando uma diminuição absoluta na absorção da água de 1% m.

## 2.2 Influência das mudanças de projeto da mistura sobre a qualidade do concreto reciclado

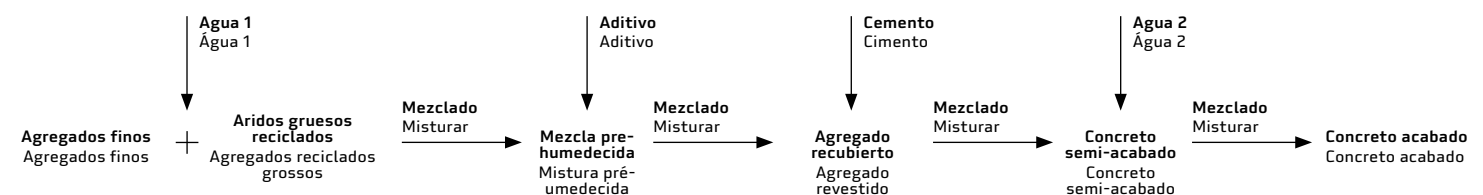
Em geral, o método utilizado para calcular a composição do concreto de agregados reciclados não difere da que se utiliza para o concreto preparado a partir de agregados naturais. Uma adição extra de água, calculada a partir da absorção de água dos materiais reciclados pode ser levada em conta na formulação. Neste caso, deve-se distinguir entre a relação efetiva água-cimento, que resulta do conteúdo de cimento e da quantidade disponível de água para a hidratação do cimento, e uma relação água-cimento “bruto”, que inclui a quantidade adicional de água absorvida pelos agregados reciclados.

Na literatura [22] [23] outros métodos adicionais são descritos, os quais vão além da abordagem baseada em volume para determinar a composição da mistura:



## 5 Proceso de mezcla aplicando el enfoque de mezcla de dos etapas (TSM) de acuerdo con Tam [30]

Processo de mistura aplicando-se a abordagem de mistura em duas etapas (TSM) de acordo com Tam [30]



## 6 Proceso de mezcla aplicando el método de mezcla triple de acuerdo con Deyu Kong [33]

Processo de mistura aplicando-se o método de mistura tripla de acordo com Deyu Kong [33]

	Agua Água	Cemento Cimento	Agregados gruesos Agregados grossos		Agregados finos Agregados finos
			natural naturais	reciclado reciclado	natural naturais
	[dm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]	[dm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]	[dm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]	[dm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]	[dm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]
Concreto de referencia Concreto de referência	160.1 160,1	117.2 160,2	444.1 444,1	0 0	278.6 278,6
Diseño de mezcla basado en el volumen: 42 vol.-% áridos reciclados gruesos Projeto de mistura baseado no volume: 42 % Vol. de agregados reciclados grossos	159.1 159,1	116.4 116,4	259.9 259,9	187.8 187,8	276.8 276,8
Diseño de mezcla basado en masa: 41 m.-% áridos reciclados gruesos = 43 vol.-% agregados reciclados gruesos Projeto de mistura baseado na massa: 41 % m. agregados reciclados grossos=43% m. agregados reciclados grossos	160.1 160,1	117.2 117,2	262.1 262,1	197.1 197,1	263.6 263,6
Diseño de mezcla de acuerdo al método EMR: 42 vol.-% áridos reciclados gruesos Projeto de mistura de acordo com o método EMR: 42 5 Vol. agregados reciclados grossos	114.4 114,4	83.9 83,9	349.8 349,8	252.6 252,6	199.3 199,3

**Tab. 1**  
Comparación de la composición de los concretos de acuerdo con [22], calculada de acuerdo con diversos métodos de diseño de mezcla

Comparação da composição dos concretos de acordo com [22], calculada de acordo com diversos métodos de projeto de mistura

para la hidratación del cemento, y una relación agua-cemento “bruto”, que incluye la cantidad adicional de agua absorbida por los áridos reciclados.

En la literatura [22] [23] otros métodos adicionales han sido descritos, los cuales van más allá del enfoque basado en el volumen para determinar la composición de la mezcla:

- » Método de sustitución del peso directo (de la sigla inglesa DWR): Una cierta masa de los agregados naturales se sustituye por áridos reciclados. La cantidad de cemento y agua permanece igual.
- » Método de sustitución del mortero equivalente (EMR) de acuerdo con Fathifazl [23]: los áridos reciclados se consideran como un composite de dos fases, que consiste del mortero adhesivo y los agregados gruesos naturales iniciales. En el cálculo del volumen de la mezcla se considera el mortero adhesivo.

El uso del método EMR requiere la determinación experimental de la cantidad de mortero contenida en los áridos reciclados. Los siguientes métodos son mencionados:

- » Luego de la saturación con agua y el tratamiento térmico, el mortero es mecánicamente liberado de los áridos [24].
- » La microestructura del mortero es relajada por medio de un tratamiento con una solución de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y con estrés de congelación-descongelación para luego ser retirado mecánicamente [25].

Los efectos de los diversos métodos de diseño de la mezcla sobre la composición y las propiedades del concreto fueron estudiadas comparativamente [22]. En términos de la composición de la mezcla, las investigaciones (Tabla 1) revelaron diferencias relativamente bajas entre las mezclas de concreto, calculadas los métodos volumétricos o de masa. Si la composición se calcula utilizando el método EMR, el intercambio del 42 vol.-% de agregados naturales gruesos por áridos reciclados resulta en una diferencia significativa.

Die Auswirkungen der unterschiedlichen Methoden des Mischungsentwurfs auf die Zusammensetzung und die Eigenschaften des Betons wurden vergleichend un-

- » Método de substituição do peso direto (DWR – Direct Weight Replacement Method): uma certa massa de agregados naturais é substituída por agregados reciclados. As quantidades de cimento e água permanecem inalteradas.
- » Método de substituição de argamassa equivalente (EMR – Equivalent Mortar Replacement Method) de acordo com Fathifazl [23]: os agregados reciclados são considerados como compostos de duas fases que compreendem a argamassa aderente e os agregados naturais grossos originais. O volume de argamassa aderente é levado em conta no cálculo do projeto de mistura.

O uso do EMR requer a determinação experimental da quantidade de argamassa contida nos agregados reciclados. Os seguintes métodos são mencionados:

- » Após a saturação da água e do tratamento térmico, a argamassa é removida mecanicamente dos agregados [24].
- » A microestrutura de argamassa é liberada por meio de um tratamento com uma solução de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e do estresse de congelamento-descongelamento para em seguida ser removida mecanicamente [25].

Os efeitos das diversas abordagens do desenho da mistura sobre a composição e as propriedades do concreto foram estudadas comparativamente [22]. Em termos da composição da mistura, as pesquisas (Tabela 1) revelaram diferenças relativamente baixas entre as misturas de concreto, calculadas, os métodos volumétricos ou de massa. Se a composição for calculada utilizando-se o método EMR, o intercâmbio de 42% Vol. de agregados naturais grossos por agregados reciclados resulta em uma diferença significativa.

### Concretos EMR

Ao avaliar as características do concreto determinadas por Knaack [22] para misturas comparáveis, uma dramática deterioração da trabalhabilidade em linha com o aumento do conteúdo dos agregados reciclados é encontrada nos concretos EMR, mesmo quando são adicionados plastificantes para neutralizar esta tendência. Foram encontradas apenas pequenas diferenças na resistência com os métodos de substituição baseados no volume ou na

tersucht [22]. In Bezug auf die Zusammensetzung geht aus den Untersuchungen hervor (Tabla 1), dass die Unterschiede der Betonrezepturen, die mit den volumenbeziehungsweise massebezogenen Ansätzen berechnet wurden, nicht sehr groß sind. Wird die Zusammensetzung mit der EMR-Methode berechnet, ergibt sich bei einem Austausch von 42 Vol.-% der groben, natürlichen Gesteinskörnung durch Rezyklate ein deutlicher Unterschied.

### **Concretos EMR**

Al evaluar las características del concreto determinadas por Knaack [ 22 ] para mezclas comparables, un dramático deterioro de la trabajabilidad en línea con el incremento del contenido de los áridos reciclados se encuentra para concretos EMR, incluso si se añaden plastificantes para contrarrestar esta tendencia. Sólo se encontraron pequeñas diferencias en la resistencia con los métodos de sustitución basados en el volumen o la masa. Las resistencias de los concretos EMR son inferiores a las de los concretos producidos con el método basado en el volumen y la masa . Los concretos EMR producidos por Fathifazl [ 23 ] no mostraron cambios en la resistencia debido a que su contenido de cemento y agua difieren de forma insignificante de el de los concretos con un diseño de mezcla convencionales. Mejoras del módulo de elasticidad fueron identificadas.

En conclusión, la comparación de diversos métodos de diseño de la mezcla muestra que el método EMR no se traduce en importantes beneficios. La premisa en que se basa este método (es decir que el mortero usado ocasiona un rendimiento inferior de los áridos reciclados de concreto) es demasiado difusa. En primer lugar , es la pasta de cemento usada, en lugar del mortero, la que causa los cambios. En segundo lugar, es más útil identificar las opciones para el reprocesamiento del concreto triturado de tal forma que se produzcan áridos reciclados libres de partículas de cemento con el fin de prevenir el deterioro de la calidad. Además, la factibilidad del método para la determinación del contenido del mortero debe ser puesta en duda. Por las razones mencionadas anteriormente, la determinación de la pasta de cemento debe ser usada preferentemente para la caracterización de los áridos reciclados. Este parámetro puede ser determinado a través de la disolución selectiva usando ácido clorhídrico . Este método se basa en la determinación del contenido de cemento de acuerdo con la norma DIN 52170-3: 02-1980 [26] y fue modificado por Weimann [27] para la evaluación del contenido de pasta de cemento de los áridos reciclados. Para reciclados que no contienen rocas o harinas calizas, este método ofrece valores fiables, así como demostraron las investigaciones con mezclas modelo de rocas de cemento puras y áridos silíceos [28].

Poon [29] estudió la influencia de la adición de agua sobre la calidad del concreto. Cuando se utilizan reciclados gruesos secadas al horno, la adición de agua resulta en una mejora de la consistencia inicial en comparación con el uso de reciclados saturados de agua. La pérdida de asentamiento “slump loss” - es decir, el endurecimiento

massa. A resistência dos concretos EMR são inferiores à dos concretos produzidos com o método baseado no volume e na massa. Os concretos EMR produzidos por Fathifazl [23] não mostraram alterações na resistência porque seu conteúdo de cimento e água diferem de forma insignificante do conteúdo dos concretos com fórmulas de misturas convencionais. Foram identificadas melhorias do módulo de elasticidade.

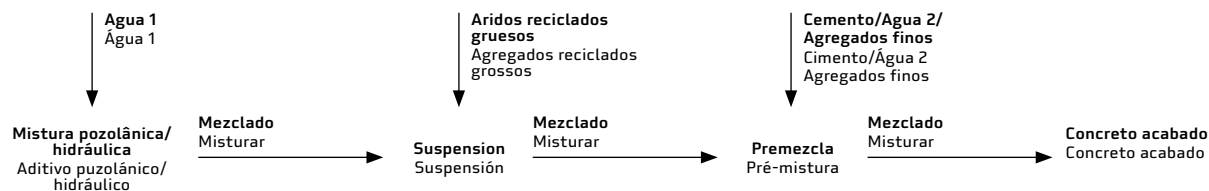
Concluindo, a comparação de diversos métodos de formulações de mistura mostra que o método EMR não oferece benefícios importantes. A premissa na qual se baseia este método (isto é, a argamassa usada ocasiona um rendimento inferior dos agregados reciclados de concreto) é bastante difusa. Em primeiro lugar, é a pasta de cimento usada, em lugar da argamassa que causa as alterações. Em segundo lugar, é mais útil identificar as opções para o reproprocessamento do concreto triturado de tal forma que produzam agregados reciclados livres de partículas de cimento com a finalidade de prevenir a deterioração da qualidade. Além disso, a factibilidade do método para a determinação do conteúdo da argamassa deve ser posta em dúvida. Pelas razões mencionadas anteriormente, a determinação da pasta de cimento deve ser usada preferencialmente para a caracterização dos agregados reciclados. Este parâmetro pode ser determinado através da dissolução seletiva usando-se ácido clorídrico. Este método se baseia na determinação do conteúdo de cimento de acordo com a norma DIN 52170-3: 02-1980 [26] e foi modificado por Weimann [27] para a avaliação do conteúdo de pasta de cimento dos agregados reciclados. Para reciclados que não contém grânulos ou pó de calcário, este método oferece valores confiáveis, como demonstrado pelas pesquisas do modelo com misturas de pedra pura de cimento e agregados silíceos.

Poon [29] estudou a influência da adição de água sobre a qualidade do concreto. Quando foram utilizados reciclados grossos secos ao forno, a adição de água resulta em uma melhora da consistência inicial em comparação com o uso de reciclados saturados de água. O “Slump loss”, ou seja, o endurecimento contínuo da mistura após a adição de água é maior do que quando são utilizados agregados saturados de água porque os agregados reciclados secos da mistura de concreto fresco retém a água. Poon recomenda o uso de agregados reciclados com um teor equilibrado de umidade, que alcança resistência à compressão mais elevada em comparação com os agregados reciclados saturados de água.

A consistência dos concretos reciclados pode ser controlada por meio de plastificantes análogos ao concreto feito com agregados naturais. Em geral, isso elimina a necessidade de qualquer adição posterior de água.

### 2.3 Influência das alterações no processo de mistura e de utilização de aditivos sobre a qualidade dos concretos reciclados

Tam [30] [31] [32] estudou algumas variações do processo de mistura. Os aumentos mais significativos na resistência foram obtidos quando o processo foi modificado misturando-se e umedecendo-se os agregados previamente com uma parte da quantidade de água requerida de acordo com a formulação da mistura. O cimento foi adicionado no



7 Proceso de mezcla con revestimiento integrado de acuerdo con Jiusu Li [34]

Processo de mistura com revestimento integrado de acordo com Jiusu Li [34]

continuo luego de la adición de agua - es mayor que cuando se utilizan áridos reciclados saturados de agua, porque los reciclados secos de la mezcla de concreto fresco retiene el agua. Poon recomienda la utilización de los áridos reciclados con un contenido equilibrado de humedad, con la que se logra una mayor resistencia a la compresión en comparación con los áridos reciclados saturados de agua.

La consistencia de concretos reciclados puede ser controlados por medio de plastificantes análogo al concreto con agregados naturales. En general, por lo tanto no hay necesidad de una adición de agua.

### 2.3 Influencia de los cambios en el proceso de mezcla y de la utilización de los aditivos sobre la calidad de los concretos reciclados

Tam [30] [31] [32] investigó algunas variaciones del proceso de mezcla. Los aumentos más significativos en resistencia fueron logrados, cuando el proceso fue modificado premezclando y humedeciendo los agregados previamente con una parte de la cantidad de agua requerida según la formulación de la mezcla. El cemento se agregó en el paso siguiente. La cantidad restante de agua se añadió en la siguiente etapa de mezcla. La proporción de áridos gruesos reciclados ascendió a un máximo de 30% en masa.

passo seguinte. A porção restante da água foi adicionada apenas após outro passo da mistura. A proporção de agregados grossos reciclados atingiu um máximo de 30 % m.

Outras modificações foram investigadas, incluindo a divisão da adição de cimento nas duas fases do processo de mistura ou a adição de microsilica na primeira etapa. No entanto, as melhorias resultantes foram de natureza menor.

Deyu Kong [33] comparou três processos diferentes de mistura:

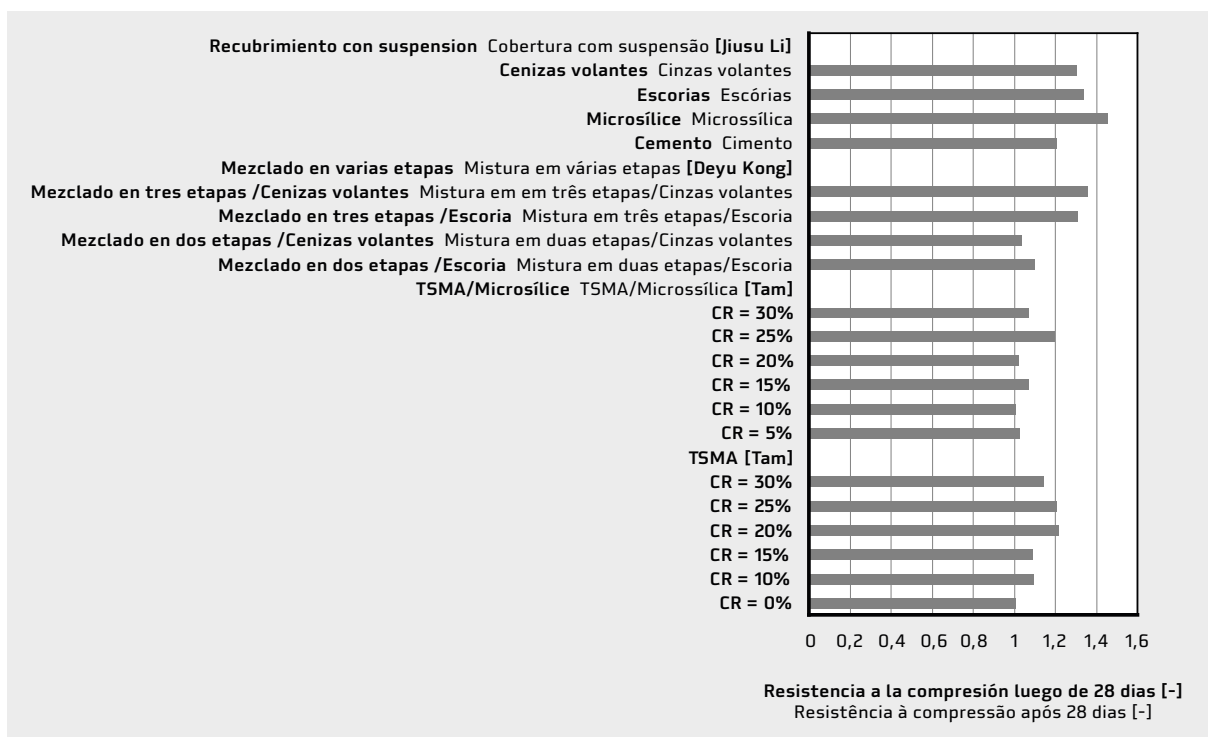
- » Um processo de mistura no qual todos os componentes são misturados previamente em condições secas, seguido pela adição de água
- » O processo de mistura, de acordo com Tam, no qual os agregados umedecidos previamente são misturados com cimento e, se necessário, com um aditivo para concreto, seguido pela adição da água restante no final do processo
- » Outro processo de mistura, no qual os aditivos são acrescentados antes da adição do cimento

Todos os agregados grossos foram substituídos por agregados reciclados. Aos 28 dias foi encontrado um aumento menor nas resistências na sequência de mistura de duas etapas em comparação com o processo de uma etapa única. Melhorias significativas foram encontradas ao se aplicar o método de mistura tripla.

8

Efectos de diversos procesos de mezcla sobre la resistencia a la compresión relativa, con concretos con áridos reciclados producidos en un proceso de mezcla convencional utilizados como una referencia [30] [31] [32] [33] [34]

Efeitos de diversos processos de mistura sobre a resistência da compressão relativa, com concretos contendo agregados reciclados produzidos em um processo de mistura convencional utilizados como uma referência [30] [31] [32] [33] [34]



Otras modificaciones fueron investigadas, incluyendo la división de la adición de cemento en las dos etapas del proceso de mezclado o la adición de microsílíce en la primera etapa. Sin embargo, las mejoras resultantes fueron de carácter menor.

Deyu Kong [33] comparó tres procesos de mezcla diferentes:

- » un proceso de mezcla en la cual todos los componentes se mezclan previamente en condiciones secas, seguido por la adición de agua
- » el proceso de mezcla de acuerdo a Tam, en el que los agregados prehumedecidos, son mezclados con el cemento y, si es necesario, con un aditivo para concreto, y un paso final con la adición del agua restante al final del proceso y
- » otro proceso de mezcla en la que los aditivos son añadidos antes de la adición del cemento

Todos los agregados gruesos fueron sustituidos por áridos reciclados. Un aumento menor en las resistencias a los 28 días fueron encontradas en la secuencia de mezcla de dos fases, en comparación con el proceso de una sola etapa. Mejoras significativas fueron halladas al aplicar el método de mezcla triple.

Jiusu Li [34] investigó un proceso de mezcla que comienza con un el sumergimiento de los áridos reciclados en una suspensión de aditivos (Figura 7). En este proceso, todos los agregados gruesos fueron sustituidos por áridos reciclados.

Microsílíce, cenizas volantes y escorias fueron utilizados como aditivos. El aumento de la resistencia del concreto aumentó considerablemente pero disminuyó significativamente al emplear mezclas con dos aditivos.

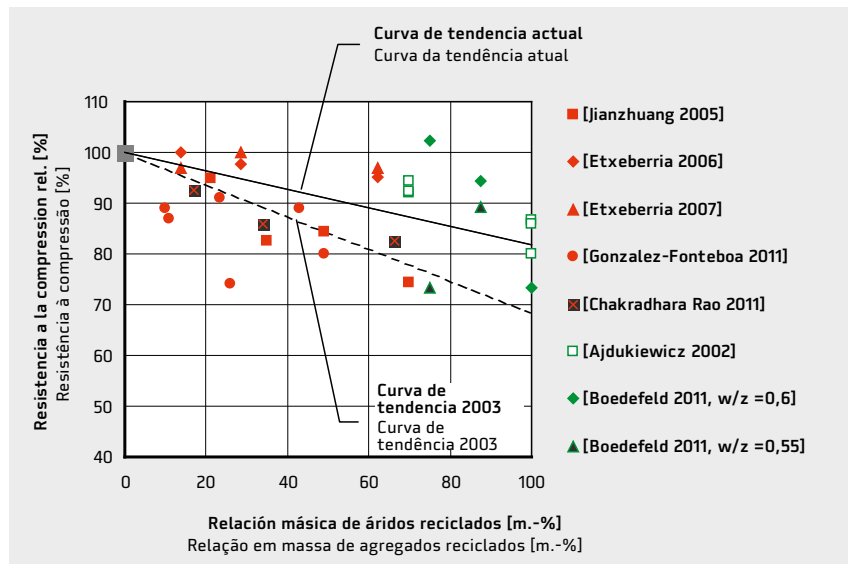
La Figura 8 muestra una comparación de los efectos de los diferentes procesos de mezcla sobre la resistencia a la compresión del concreto después de 28 días.

### Mejoras por medio del empleo de aditivos

Los aumentos de resistencia más significativos se encontraron con los procesos de mezcla en los que se añadió primero el aditivo y luego el cemento. Los investigadores están de acuerdo en cuanto a las razones por las que esto sucedió: los aditivos mejoran el área de la interfase entre el árido reciclado y la nueva pasta de cemento, mientras que las grietas son ocupadas por los árido reciclados. La microscopía electrónica se utiliza para demostrar este comportamiento en casos específicos.

En general, la adición de aditivos resulta en mejoras en comparación con el concreto reciclado sin aditivos. Cuando se añadieron además de los aditivos cemento, la resistencia del concreto reciclado mejoró proporcionalmente al incremento en la cantidad añadida. Este aumento, sin embargo, no fue mayor que el encontrado para el concreto sin áridos reciclados. La adición de cenizas volantes de carbón como un sustituto de cemento condujo a una disminución de la resistencia, la cual parece ser aún mayor en los concretos reciclados.

Al añadir otros aditivos en polvo complementarios, varias investigaciones encontraron un aumento en la densidad del concreto, que se atribuye a un aumento de la densidad de empaquetamiento [35] [36] [37].



Jiusu Li [34] estudou um processo de mistura que inicia com a imersão dos agregados reciclados em uma suspensão de aditivos (Figura 7). Neste processo, todos os agregados grossos foram substituídos por agregados reciclados.

Microsílíce, cinzas de carvão e escórias foram utilizados como aditivos. Os parâmetros de resistência do concreto aumentaram consideravelmente, porém diminuíram significativamente ao serem empregadas misturas com dois aditivos.

A Figura 8 apresenta uma comparação dos efeitos dos diferentes processos de mistura sobre a resistência à compressão do concreto depois de 28 dias.

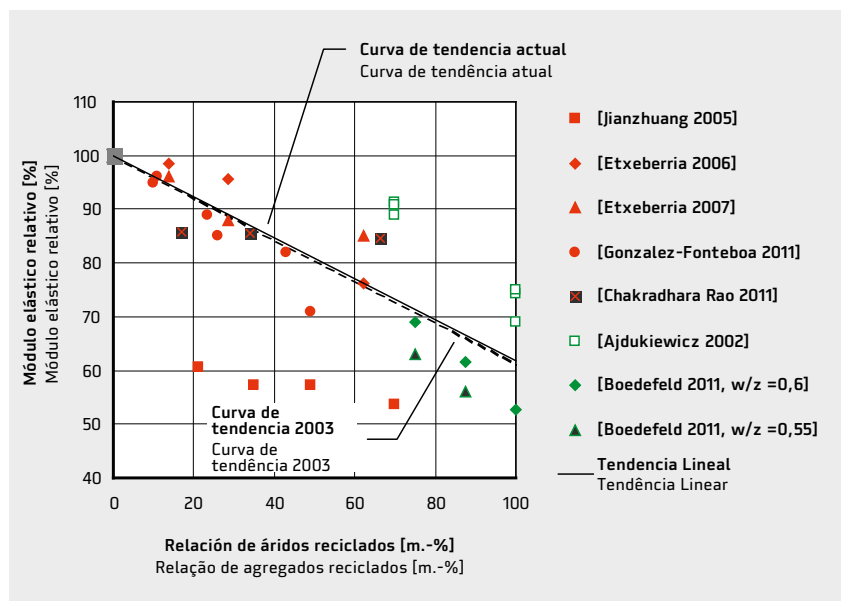
### Melhorias através do emprego de aditivos

Aumentos de resistência mais significativos foram encontrados com os processos de mistura nos quais se adicionou primeiro o aditivo e em seguida o cimento. Os pesquisadores estão de acordo quanto às razões pelas quais isso acontece: os aditivos melhoram a área de interface entre o agregado reciclado e a nova pasta de cimento, enquanto as fissuras são preenchidas pelos agregados reciclados. A microscopia eletrônica é utilizada para comprovar este comportamento em casos específicos. Em geral, a adição de aditivos resulta em melhora em comparação com o concreto reciclado sem aditivos. Quando, além dos aditivos, foi adicionado cimento, a resistência do concreto reciclado melhorou proporcionalmente ao aumento da quantidade adicionada. Este aumento, no entanto, não foi maior que o encontrado para o concreto sem agregados reciclados. A adição de cinzas volantes de carvão como substituto do cimento conduziu a uma diminuição da resistência, que parecia ser maior para os concretos de agregados reciclados.

Ao acrescentar outros aditivos complementares em pó, várias pesquisas encontraram um aumento na densidade do concreto, o que pode ser atribuído a um aumento da densidade de empacotamento [35] [36] [37]. Nenhum destes testes, no entanto, foi projetado para permitir a identificação de quaisquer características particulares dos agregados reciclados relacionados com a utilização de materiais minerais reativos como substitutos para o cimento. A questão de saber se o hidróxido de cálcio eventualmente

**9**  
Dependencia de la resistencia a la compresión relativa y el módulo elástico en la proporción de agregados reciclados después de 28 días [38] [39] [40] [41] [42] [43] [44][42] [43] [44]

Dependência da resistência à compressão relativa e ao módulo elástico na proporção de agregados reciclados após 28 dias [38] [39] [40] [41] [42] [43] [44]



**10**  
**Dependencia de la resistencia a la compresión sobre la densidad aparente de cemento al utilizar áridos reciclados [45]**

Dependência da resistência à compressão sobre a densidade aparente de cimento ao se utilizar agregados reciclados [45]

Ninguna de estas pruebas, sin embargo, fue diseñada para permitir la identificación de las características particulares de los áridos reciclados asociadas con el uso de materiales minerales reactivos como sustitutos del cemento. La cuestión de si el hidróxido de calcio eventualmente presente en la pasta de cemento de los áridos reciclados está implicado en las reacciones pozolánicas fue formulada, sin embargo no fue investigada de forma coherente.

### 2.4 Propiedades mecánicas del concreto reciclado

Los cambios en la resistencia a la compresión, módulo de elasticidad y los parámetros de deformación del concreto son objeto de muchas investigaciones. Se concentran principalmente en la proporción de áridos reciclados respecto a la cantidad total de agregados utilizada. En muchos casos, sólo los agregados gruesos son sustituidos.

Ya en 2003, Müller [7] intentó resumir y sistematizar la gran cantidad de hallazgos. Para este propósito, los valores medidos de los concretos reciclados fueron relacionados con el concreto de referencia con el fin de eliminar la influencia de los agregados nuevos y de la pasta de cemento. Al repetir el análisis utilizando los datos recientemente disponibles, se llega a la misma conclusión. Resistencias a la compresión relativas y disminución del módulo elástico disminuyen con el aumento de la proporción de áridos reciclados, mientras el módulo de elasticidad disminuye significativamente más que la resistencia a la compresión (Figura 9). Este fenómeno se produce porque la proporción de pasta de cemento aumenta a medida que se agrega más y más agregado reciclado. La influencia de esta pasta varía para la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad. Al considerar, por ejemplo, la resistencia a la compresión (para la cual la porosidad es el parámetro influyente más relevante), el aumento de la porosidad resultante de la mayor proporción de pasta de cemento es el factor principal que disminuye la resistencia del concreto. En contraste, la porosidad y la estructura de los hidratos de silicato de calcio en la pasta de cemento,

presentes en la masa del reciclado de los agregados está involucrado en las reacciones pozolánicas fue levantada, pero no consistentemente investigada.

### 2.4 Propiedades mecánicas do concreto reciclado

As mudanças na resistência à compressão, o módulo de elasticidade e os parâmetros de distorção do concreto têm sido objeto de muitas pesquisas. Elas se concentram principalmente na proporção dos agregados reciclados em relação à quantidade total de agregados empregados. Em muitos casos, apenas os agregados grossos são substituídos. Já em 2003, Müller [7] fez uma tentativa de resumir e sintetizar o grande número de resultados. Para isso os valores medidos dos concretos reciclados foram relacionados com o concreto de referência a fim de eliminar a influência dos novos agregados e da pasta de cimento. Ao se repetir a análise utilizando os dados recentemente disponíveis, chega-se à mesma conclusão. Resistências à compressão relativas e diminuição do módulo elástico diminuem com o aumento da proporção de agregados reciclados, enquanto o módulo de elasticidade diminui mais significativamente, do que se diminuindo a resistência à compressão (9). Este fenômeno é produzido porque a proporção da pasta de cimento aumenta à medida que se agrega maiores quantidades de agregados reciclados. A influência desta pasta varia de acordo com a resistência da compressão e com o módulo de elasticidade. Ao se considerar, por exemplo, a resistência da compressão (para a qual a porosidade é o parâmetro de influência mais relevante), o aumento da porosidade resultante da maior proporção de pasta de cimento é o fator principal que reduz a resistência do concreto. Ao contrário, a porosidade e a estrutura dos hidratos de silicato de cálcio na pasta de cimento, responsáveis pela resistência, são fatores importantes com efeito sobre o módulo elástico, o que resulta em uma influência mais intensa neste sentido.

### Intervalos de flutuação no aumento da resistência

Foi encontrada apenas uma fraca correlação entre resistência à compressão relativa e proporção de agregados reciclados, o que mostra consistência com análises anteriores. Uma pequena redução na força ocorre quando os agregados grossos são substituídos por agregados reciclados.

A curva de tendência para o módulo de elasticidade relativa se caracteriza por um coeficiente de regressão significativamente maior. Contudo, alguns achados citados na literatura divergem consideravelmente da curva de tendência, o que carece de elucidação. Uma das razões poderia ser a qualidade do concreto do qual provêm os agregados reciclados.

As estimativas para a redução da resistência e do módulo de elasticidade que constituem uma análise linear são, pelo menos para a dependência da resistência da porcentagem de agregados reciclados, somente uma aproximação.

A análise linear que constitui a base para a estimativa da diminuição da resistência e do módulo de elasticidade é apenas uma aproximação grosseira, pelo menos no que diz respeito à dependência da resistência em relação à proporção dos agregados reciclados. Comparado o uso de agregados finos e grossos, a diminuição da resistência é

responsables por la resistencia, son factores importantes con un efecto sobre el módulo elástico, el que resulta en una influencia más fuerte en este sentido.

### Intervalos de fluctuación en aumento de la resistencia

De acuerdo con informes anteriores la resistencia a la compresión y el porcentaje de áridos reciclados sólo correlaciona de manera débil. Con la sustitución de agregados gruesos por áridos reciclados es la disminución de la resistencia baja.

La curva de tendencia para el módulo de elasticidad relativo se caracteriza por un coeficiente de regresión significativamente mayor. Sin embargo, hay algunas desviaciones significativas de los datos encontrados en la referencias bibliográficas y la curva de tendencia, que requieren elucidación. Una de las razones podría ser la calidad del concreto del que provienen los áridos reciclados.

Las estimaciones para la reducción de la resistencia o del módulo de elasticidad que subyace un análisis lineal, es por lo menos para la dependencia de la resistencia del porcentaje de áridos reciclados sólo una aproximación. Al reemplazar solamente la gravilla por reciclados, la resistencia es menor que cuando se utilizan agregados finos y gruesos reciclados (Figura 10).

También se estableció un aumento significativo en la variabilidad de la resistencia del concreto con agregados naturales que con concreto con agregados gruesos y finos reciclados.

menos significativa nas ocasiões em que apenas os agregados grossos são substituídos por agregados reciclados (Figura 10).

Além disso, estabeleceu-se também um aumento significativo na variabilidade da resistência do concreto com agregados naturais do que com concreto com agregados reciclados grossos e finos.



Prof. Dr.-Ing. habil. Anette Müller; IAB - Instituto de Investigación Aplicada de la Construcción, Weimar

Nacida en 1946, estudió ingeniería de la construcción en HAB Weimar de 1964 a 1968; obtuvo su doctorado en 1974; obtuvo su cátedra postdoctoral y calificación de investigación en el campo de la química del cemento en 1988; de 1995 a 2011 trabajó como profesor para el procesamiento y reciclaje de los materiales de construcción en la Universidad Bauhaus en Weimar; desde 2011, es asociada de IAB Weimar con un enfoque en el reciclaje de los materiales de construcción.

Profª. Drª. Engª. Habilit. Anette Müller; IAB - Institute for Applied Construction Research (Instituto de Pesquisa Avançada para a Construção), Weimar. Nascida em 1946, estudou engenharia da construção em HAB Weimar de 1964 a 1968; obteve seu doutorado em 1974; obteve seu pós-doutoramento e qualificação em pesquisas no campo da química do cimento em 1988; de 1995 a 2011 trabalhou como professora para o processamento e reciclagem de materiais de construção na Universidade Bauhaus, em Weimar; desde 2011, é associada ao IAB Weimar com ênfase na reciclagem de materiais de construção.

# ALL IN PRECAST PRECAST ALL IN

Wesley Gomes  
Vollert do Brasil Ltda  
Telefone +55 31 3567 2021

Reviva a bauma 2016  
através de uma experiência  
especial em 360°!

**bauma 2016**

[www.precast-success.com](http://www.precast-success.com)

made in Germany

**Precast Success**

Como um parceiro internacional de vasta experiência, nós ofertamos soluções em equipamentos e instalações fabris sob medida para a produção de ponta de elementos pré-fabricados de concreto. Tudo que você precisa para um investimento lucrativo. Made in Germany. Desde 1925.

[www.vollert.de](http://www.vollert.de) | [info@vollert.com.br](mailto:info@vollert.com.br) | [www.YouTube.com/VollertPrecast](http://www.YouTube.com/VollertPrecast)

**Vollert**



## Gravimatic®: nueva generación de distribución de concreto totalmente automática

## Gravimatic®: a nova geração de distribuição de concreto totalmente automática

**Desde 1987, los distribuidores de concreto** automáticos desarrollados por Weckenmann han venido ofreciendo ventajas decisivas de productividad y costo para los fabricantes de elementos prefabricados de concreto. Además de tratarse de un proceso de hormigonado que no requiere casi operadores, son sobre todo los productores de producción masiva de losas relativamente finas como prelosas o muros dobles que se benefician de la dosificación exacta de la cantidad de este sistema. Por lo tanto, se aplica esta tecnología de vanguardia hoy en día en muchas plantas modernas de elementos prefabricados de concreto.

Dependiendo del usuario es posible ahorrar una cantidad de concreto de hasta 15 % del concreto aplicado. Esto llevó dentro de 1-2 años a la amortización de la nueva inversión del sistema de distribución de concreto.

La primera generación de distribución de concreto de operación automática transfiere los datos geométricos del concreto a un programa de proceso controlado por CAD / CAM y vierte la cantidad correcta de concreto con alta precisión en el molde (menos de 5 % de variación del peso nominal).

El sistema de control determina la exigencia individual del volumen de concreto del elemento respectivo, lo convierte en unidades de peso y compara este valor con la descarga de concreto, que se mide a través del cambio de peso en el recipiente de concreto. El recipiente de concreto reposa sobre cajas medidoras de peso y reporta continuamente el contenido actual del recipiente al control.

Este sistema es compatible con todos los principios de dosificación estándares usados por Weckenmann que han sido instalados según los requisitos y necesidades del cliente. Dentro de éstos se encuentran los rodillos de pásas con correderas, así como bandas transportadoras. Weckenmann favorece la dosificación con rodillos de pásas debido a las siguientes ventajas:

- » Amplia gama de consistencia del concreto aplicables
- » Bajo desgaste
- » El contenedor (de concreto) está cerrado herméticamente si los deslizadores están cerrados
- » Fácil de limpiar
- » Menos puntos de sellado, es decir menor manutención y reposición de piezas utilizadas

Todos los sistemas de transporte tienen algo en común: Es difícil de conseguir un flujo completamente constante del concreto.

Las razones para esto son múltiples y varían desde la insuficiente homogeneidad del concreto, que no puede ser completamente evitada, los largos tiempos de permanencia del concreto en el contenedor, hasta la modificación de la consistencia en caso de diferentes humedades del agregado. Cuanto más amplio sea el diseño del distribuidor, en otras palabras, cuanto más sistemas de dosificación estén instalados paralelamente, mayor es el peligro que la descarga de concreto resulte desigual a lo

Una nueva generación de distribución de concreto totalmente automática

A nova geração de distribuição de concreto totalmente automática

**Desde 1987, os distribuidores de concreto** automáticos desenvolvidos pela Weckenmann oferecem vantagens decisivas de produtividade e custo para os fabricantes de peças pré-moldadas de concreto. Além de um processo de concretagem sem necessidade de muitos operadores, principalmente os grandes produtores de produtos de concreto de lajes relativamente finas como pré-lajes ou paredes duplas beneficiam-se da dosagem exata deste sistema. Portanto, esta tecnologia avançada é utilizada em muitas usinas de peças pré-moldadas de concreto.

Dependendo do usuário é possível poupar uma quantidade de até 15 % do concreto aplicado.

Isso levou dentro de 1-2 anos em uma amortização do sistema de distribuição de concreto recém investido.

A primeira geração de distribuição de concreto de trabalho automaticamente transfere os dados geométricos do concreto em um programa de processo controlado de CAD / CAM e traz a quantidade certa de concreto com alta precisão para o molde

(menos de 5 % desvio da meta do peso objetivo).

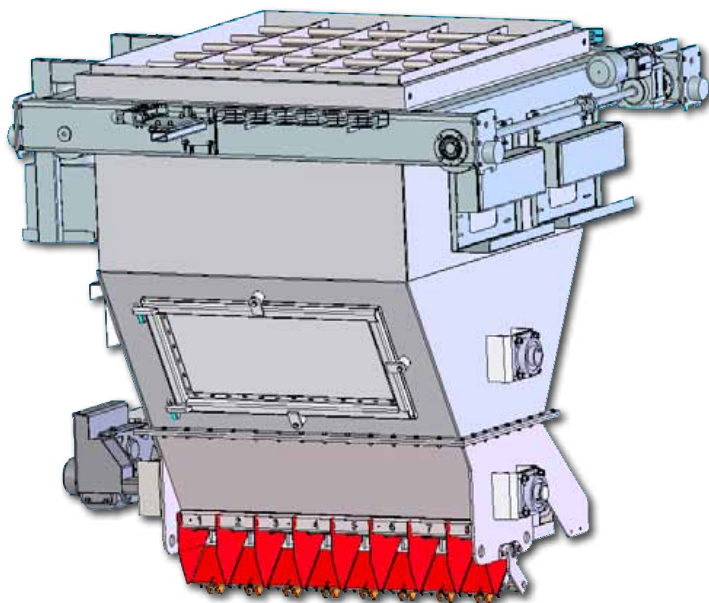
O sistema de controle determina a exigência individual do volume de concreto do elemento respectivo, converte-o em unidades de peso e compara esse valor com a descarga de concreto, que é medida através da mudança do peso do recipiente de concreto. O recipiente de concreto é reposta sobre uma mesa de peso que reporta continuamente o atual conteúdo ao controlador.

Este sistema é compatível com todos os princípios de dosagem padrão usados por Weckenmann que foram instalados segundo os requisitos e necessidades dos clientes. Isso inclui, cilindro de espinhos com deslizamentos, eixo helicoidal e, também correias transportadoras. Weckenmann favorece a dosagem de cilindros de espinhos devido as seguintes vantagens:

- » Ampla gama de consistência do concreto trabalhável
- » Baixo desgaste
- » Recipiente é (concreto) apertado se os controles deslizantes são fechados
- » Fácil para limpar
- » Menos pontos de vedação, ou seja menor manutención e peças de reposição utilizadas

Todos os sistemas de apoio acima têm uma coisa em comum: É difícil conseguir um fluxo completamente constante do concreto.

As razões para isto são múltiplas e variam desde a in-



largo. Esto conlleva al hecho que se consigue garantizar el objetivo de la dosificación de la cantidad exacta debido a la distribución automática de concreto, pero no necesariamente la distribución exacta de la cantidad de concreto dentro de la geometría de las piezas prefabricadas. Esto puede exigir ajustes manuales.

Si se le aplica a la capa de concreto recién vertida otro tratamiento, entonces es extremadamente importante cumplir con las tolerancias del espesor. Esto incluye por ejemplo la producción de fachadas arquitectónicas de alta calidad, donde hay que tratar de usar las mezclas de concretos que requieren mucho trabajo y gasto de la manera más económica posible. En el caso de paneles sándwich, donde hay que utilizar un material aislante, se requiere igualmente una capa de concreto igual y precisa.

El siguiente ejemplo de cálculo ilustra las posibilidades potenciales de ahorro con una dosificación y distribución del concreto que se puede regular con exactitud.

Suposiciones:

- » Fabricante de fachadas de alta calidad, con superficies de concreto arquitectónico (capacidad anual de 20.000 m<sup>2</sup>)
- » Uso de concreto estructural con aditivos correspondientes (costo de 200 €/ m<sup>3</sup>)
- » Consumo de concreto anual de un espesor nominal de 60 mm: 1.200 m<sup>3</sup>
- » Mejoría del consumo de concreto al menos un 10 %

Posibilidades de ahorro (1.200 m<sup>3</sup> x 200 €/m<sup>3</sup> X 10%): 24.000 €/ año.

En Weckenmann se lleva trabajando varios años en lograr una mejora en la dosificación automática y regulable de concreto fresco. Después de una extensa investigación básica, desarrollos y tests con un prototipo de sistema que fue construido específicamente para esta finalidad, el concepto patentado de Gravimatic® ya está listo para el mercado

suficiente homogeneidad de concreto que não pode ser completamente evitada, os longos tempos de permanência do concreto no recipiente, até modificar a consistência em caso de diferentes humedades agregada.

Quanto maior o recipiente em execução, em outras palavras, quanto mais esses sistemas de dosagem são localizados lado a lado, maior o perigo de que a descarga de concreto resulte em desigualdade em toda a largura.

Isto leva ao fato de que, embora o objetivo da quantidade exata de dosagem possa ser garantida pelo distribuidor automático de concreto, mas não necessariamente a distribuição exata da quantidade de concreto na geometria da peça acabada. Isso pode exigir ajustes manuais.

Se a camada de concreto gerada é seguida por um outro processo, o cumprimento das tolerâncias de espessura é extremamente importante. Isto inclui, por exemplo, a produção de alta qualidade de fachadas arquitetônicas, onde onerosos recipientes de concreto devem ser utilizados da maneira mais econômica possível, ou no caso de painéis de sanduiche um material de isolamento é utilizado e uma estrutura mais precisa é requerida. O exemplo a seguir ilustra o cálculo das potenciais economias com uma dosagem ajustável e distribuição de concreto que pode ser exatamente ajustada

Pressupostos:

- » Fabricante de fachada de alta qualidade, com superfície de concreto arquitetônico (capacidade anual de 20.000 m<sup>2</sup>)
- » Uso de superfície de concreto com agregados correspondientes (custo de 200 €/ m<sup>3</sup>)
- » Consumo do concreto por ano em uma espessura alvo de 60 mm: 1.200 m<sup>3</sup>
- » Melhoria do consumo de concreto em 10 %

Economias possíveis (1.200 m<sup>3</sup> x 200 €/m<sup>3</sup> x 10 %): 24.000 €/ano.

Weckenmann vem trabalhando ha alguns ano com uma melhoria de dosagem automática

## Sensores de Humedad Hydronix

# Ahorre Dinero

Los sensores de humedad digitales por microondas brindan una medición exacta y rentable de la humedad en el hormigón y áridos.

### Hydro-Probe: para silos de áridos



Nuestros productos líderes en el mundo son diseñados y fabricados en el Reino Unido. Son los sensores más rentables de la industria del hormigón y ayudan a asegurar la calidad del producto, maximizar su rendimiento y ahorrar energía.

Las características de los sensores incluyen:

- Medición de humedad precisa, consistente y a tiempo real
- Salida lineal y precisa
- Calibración y configuración a distancia
- Integración en sistemas nuevos o existentes
- Estabilidad total a la temperatura

### Hydro-Mix: para mezcladoras de hormigón



Los sensores Hydronix:

- Están contruidos para soportar ambientes severos
- Son adecuados para silos, mezcladoras y transportadores

[enquiries@hydronix.com](mailto:enquiries@hydronix.com)

[www.hydronix.es](http://www.hydronix.es)



**Hydronix**

# MAESTRO EN PROYECCIÓN

## CONCRETE PRO LA PLANTILLA LASER PARA SU PRODUCCIÓN DE PREFABRICADOS HORMIGÓN



[www.LAP-LASER.com](http://www.LAP-LASER.com)

### SERVICIO → Productos

y puede ser usado para diversos sistemas de descarga, tales como rodillos de púas, sinfin o cintas transportadoras.

Gravimatic® de Weckenmann permite la medición continua del volumen de descarga de cada elemento de descarga (corredera, sinfin, sección de la cinta transportadora). De esta forma, el respectivo elemento de descarga se ajusta automáticamente, lo cual resulta en una descarga de concreto homogénea. Gravimetric ofrece adicionalmente una mayor ganancia de productividad con periodos mínimos de amortización y también se puede instalar en distribuidores de concreto ya existentes. En cada caso, debe ser verificado si el esfuerzo de una instalación posterior se justifica.

#### Conclusiones

Gravimatic® es una solución automatizada única a nivel internacional para distribuidores de concreto potentes de alto rendimiento, ya que ofrece un control de flujo constante en todos los elementos de descarga individuales de un distribuidor de concreto. Para los usuarios se presentan los siguientes beneficios:

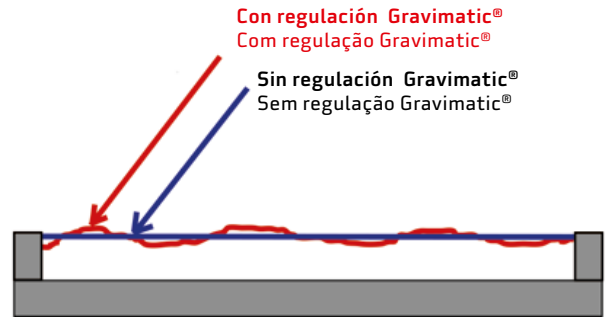
- » Reducción del consumo de concreto en 10 % o más
- » Ahorro en la mano de obra
- » Aumento de la calidad del producto gracias al espesor exacto
- » Aceleración de los procesos de trabajo
- » Prevención de residuos de concreto
- » Posible reequipamiento del sistema de distribución de concreto existente

La solución Gravimatic® es adecuada para equipos nuevos, como para la modernización de instalaciones existentes y es adaptada en términos de los requisitos individuales de ingeniería.

#### CONTACTO

Weckenmann Anlagentechnik GmbH+Co.KG  
Birkenstraße 1  
72358 Dormettingen  
Alemania/Alemanha

+49 7427 9493-0  
[info@weckenmann.de](mailto:info@weckenmann.de)  
[www.weckenmann.com](http://www.weckenmann.com)



El control del flujo constante permite una descarga de concreto homogénea a lo largo de toda la descarga

O controle de fluxo constante permite uma descarga de concreto homogêneo em toda a largura da descarga

e ajustável de concreto fresco. Por vários anos após uma extensa elaboração da base, desenvolvimentos e testes com um prototipo de sistema que foi construído especificamente para esta finalidade, o conceito de patente concedida, da Gravimatic® já esta pronto para o mercado e pode ser usado para diversos sistemas de descarga, tais como cilindro de espinhos com deslizamentos, eixo helicoidal e, também correias transportadoras.

Gravimatic® de Weckenmann permite a medição contínua do volume de descarga do segmentos de descarga a nível individual (cilindro de espinhos com deslizamentos, eixo helicoidal e, também correia transportadoras.)

Desta forma, o segmento de descarga respectivo é automaticamente reajustado, que resulta em uma descarga de concreto absolutamente homogêneo. Gravimatic® permite um ganho de produtividade mais elevado, com periodos de amortização mínimo e, em princípio, também é possível adaptar posteriormente em distribuidores existentes de concreto. Deve aqui ser verificado em cada caso, que a realização de adaptadores pode ser implementado com um esforço razoável.

#### Conclusões

Gravimatic® é uma solução única automatizada de alto desempenho de distribuição de superfície de concreto, pois eles fornecem um controle de fluxo constante em todos os elementos de descarga individuais de um distribuidor de concreto. Para os usuários os seguintes benefícios são oferecidos:

- » Redução do consumo de concreto em 10 % ou mais
- » Economia de mão de obra
- » Aumento da qualidade do produto pela exata espessura
- » Aceleração dos processos de trabalho
- » Prevenção de resíduos de concreto
- » Possível reequipamento da distribuição do concreto existente

A solução Gravimatic® é adequada para novos, bem como para a modernização das instalações existentes e é adaptada em termos dos requisitos individuais da engenharia.

**Totally Concrete Expo**

09.05.-11.05.2016

Johannesburgo → Sudáfrica

[www.totallyconcrete.co.za](http://www.totallyconcrete.co.za)

**CTT Moscow**

31.05.-04.06.2016

Moscú → Rusia

[www.ctt-moscow.com](http://www.ctt-moscow.com)

**ICCS 2016**

13.06.-15.06.2016

Madrid → España

[www.iccs16.org](http://www.iccs16.org)

**Concrete Show São Paulo**

24.08.-26.08.2016

São Paulo → Brasil

[www.concreteshow.com.br](http://www.concreteshow.com.br)

**Concrete Show South East Asia**

14.09.-16.09.2016

Yakarta → Indonesia

[www.concreteshowseasia.com](http://www.concreteshowseasia.com)

**Concrete Show Mexico**

12.10.-14.10.2016

Ciudad de México → México

[www.concreteshowmexico.mx](http://www.concreteshowmexico.mx)

**Saudi Build 2016**

17.10.-20.10.2016

Riad → Arabia Saudita

[www.saudibuild-expo.com](http://www.saudibuild-expo.com)

**IAB Wissenschaftstage**

16.11.-17.11.2016

Weimar → Alemania

[www.iab-weimar.de](http://www.iab-weimar.de)

**The Big 5 Dubai**

21.11.-24.11.2016

Dubai → Emiratos Árabes Unidos

[www.thebig5.ae](http://www.thebig5.ae)

**bau | | verlag**

We give ideas room to develop

H1741

**BFT Planta de concreto + tecnología de piezas prefabricadas de concreto**  
**BFT Planta de concreto + elementos de concreto pré-moldado**  
 ISSN 0373-4331

Bauverlag BV GmbH [www.bauverlag.de](http://www.bauverlag.de)  
 Avenwedder Straße 55  
 Apartado de Correos 120/Caixa postal 120  
 33335 Gütersloh/Alemania  
 USt-IdNr.: DE 813 38 24 17

**Redactor jefe/Redator-chefe**  
 Christian Jahn (cj) ☎ +49 5241 80-89363  
[christian.jahn@bauverlag.de](mailto:christian.jahn@bauverlag.de)

**Redactor/Redação**  
 Silvio Schade (sis) ☎ +49 5241 80-89103  
[silvio.schade@bauverlag.de](mailto:silvio.schade@bauverlag.de)

**Oficina de redacción/Escritório de redação**  
 ☎ +49 5241 80-89364  
 Monika Kämmerer Fax +49 5241 80-94114  
[monika.kaemmerer@bauverlag.de](mailto:monika.kaemmerer@bauverlag.de)  
 Sabine Anton ☎ +49 5241 80-89365  
[sabine.anton@bauverlag.de](mailto:sabine.anton@bauverlag.de)

**Director de publicidad/Director de publicidade**  
 Jens Maurus ☎ +49 5241 80-89278  
[jens.maurus@bauverlag.de](mailto:jens.maurus@bauverlag.de)  
 (Responsable de publicidad/Responsável pela publicidade)

Lista de precios para publicidad no 55 del 1.10.2015/  
 Lista de preços de publicidade n.º 55 de 1.10.2015

**Representaciones/Representantes**  
**Italia:**  
 Vittorio C. Garofalo ☎ +39 0185 590143  
 CoMediA di Garofalo Cell +39 335 346932  
 Piazza Matteotti, 17/5, 16043 Chiavari/Italia  
[vittorio@comediasrl.it](mailto:vittorio@comediasrl.it)

**Director general/Director Geral**  
 Karl-Heinz Müller ☎ +49 5241 80-2476

**Director de ventas de publicidad/Director de Venda de Publicidade**  
 Markus Gorisch ☎ +49 5241 80-49504

**Atención a suscriptores y servicio a lectores**  
 Cada número de la revista puede encargarse directamente a la editorial o en cualquier librería.

**Bauverlag BV GmbH**  
 Postfach 120,  
 33311 Gütersloh/Alemania  
 El servicio al lector está disponible de lunes a viernes de 9.00 a 12.00 h y de 13.00 a 17.00 h (viernes hasta las 16.00 h)  
 Servicio al lector ☎ +49 5241 80-90884  
[leserservice@bauverlag.de](mailto:leserservice@bauverlag.de)  
 Fax +49 5241 80-690880

**Mercaado y Ventas/ Comercialização e Vendas**  
 ☎ +49 5241 80-2167  
 Michael Osterkamp Fax +49 5241 80-2167  
[michael.osterkamp@bauverlag.de](mailto:michael.osterkamp@bauverlag.de)

**Literatura y litografía/Composição e litografia**  
 Mohn Media Mohndruck GmbH  
 33331 Gütersloh/Alemania

**Tasas y periodo de suscripción de los números regulares de BFT**  
 Una edición regular de la revista BFT se publica en alemán e inglés con 12 números por año. Suscripción anual (incluidos costes de envío):

Alemania	237,00 €
Estudiantes	150,00 €
(acreditación del acment de estudiante actualizado)	
Extranjero	256,00 €
(envío por correo aéreo contra sobrecargo)	
Número unitario	26,00 €
(más costes de envío)	

La suscripción es válida por 12 meses tras los cuales puede ser cancelada dando el aviso correspondiente por escrito no después de 4 semanas antes del final de un cuarto.

**Publicaciones**  
 Según la Ley, los editores adquieren los derechos de elaboración y publicación sobre los artículos e ilustraciones aceptados para su publicación. Revisiones y recortes quedan a discreción de los editores. Los artículos presentados en esta revista no pueden haber sido publicados con anterioridad en Alemania o fuera del país. Excepciones a esta norma pueden tener lugar únicamente mediante acuerdo escrito entre el autor y los editores. La redacción y la edición no aceptan ninguna responsabilidad sobre manuscritos no solicitados. El autor asume la responsabilidad del contenido de los artículos identificados con su nombre. Los honorarios de publicación sólo pueden ser entregados al depositario de los derechos. La revista y todos los artículos e ilustraciones contenidos en ella están sujetos a copyright. Con la excepción de los casos permitidos por la Ley, la utilización o copia sin el consentimiento de los editores está castigada por la Ley. Esto último también se aplica a la copia y transmisión en forma de datos. Los términos y las condiciones generales de Bauverlag se pueden encontrar impresas adentro por completo en [www.bauverlag.de](http://www.bauverlag.de).

**Atenção a subscritores e serviço a leitores**  
 Cada número de revista pode ser encomendado directamente à editora ou em qualquer livraria.

**Bauverlag BV GmbH**  
 Postfach 120,  
 33311 Gütersloh/Alemania  
 O serviço do leitor pode ser contactado, pessoalmente, de 2a a 6a, entre às 9.00 às 12.00 e entre às 13.00 às 17.00 h (às sextas-feiras até às 16.00)  
 Serviço do leitor ☎ +49 5241 80-90884  
[leserservice@bauverlag.de](mailto:leserservice@bauverlag.de)  
 Fax +49 5241 80-690880

**Preços e período de subscrição dos números regulares da BFT**  
 A edição regular da revista BFT é publicada em alemão e inglês, com 12 números por ano. Subscrição anual (incluindo custos de envio):

Alemanha	237,00 €
Estudantes	150,00 €
(contra apresentação de atestado lectivo)	
Estrangeiro	256,00 €
(envio por correio aéreo contra sobretaxa)	
Número unitário	26,00 €
(acrescido de custos de envio)	

A subscrição é válida inicialmente por 12 meses, podendo ser cancelada por escrito, depois disso, com um pré-aviso de 4 semanas no final de cada trimestre.

**Publicações**  
 No âmbito das disposições legais, os editores adquirem os direitos de publicação e processamento sobre os artigos e as ilustrações aceites para publicação. As revisões e abreviações ficam ao critério dos editores. Os artigos apresentados nesta revista não podem ter sido publicados anteriormente noutro local, nem na Alemanha, nem no estrangeiro. As exceções a esta regra requerem o acordo correspondente entre o autor e a redação. Os editores e a redação não assumem qualquer responsabilidade pelos artigos não solicitados. O autor assume a responsabilidade pelo teor dos artigos identificados com o seu nome. Os honorários de publicações só serão pagos ao titular dos direitos. A revista e todos os artigos e ilustrações aí contidos estão protegidos pelos direitos de autor. Exceptuando os casos permitidos pela lei, a utilização ou reprodução sem o consentimento dos editores é punida por lei. Isto também se aplica ao registo e transmissão sob a forma de dados. As condições negociando gerais e os termos da Bauverlag encontram-se completamente sob [www.bauverlag.de](http://www.bauverlag.de).

**Editores/Editores**  
 Merkur Druck, 32758 Detmold/Alemania

H 1741



Audited by IWV German Audit Bureau of Circulations

"Never miss important information again - register to our BFT newsletter"

[www.bft-international.com/newsletter](http://www.bft-international.com/newsletter)