

# 02 2015 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

**Prefabricados de concreto de alta eficiencia en Brasil**  
**Pré-Fabricados de concreto de alta eficiência no Brasil**

**ELEMENTOS PREFABRICADOS** → Visita de la fábrica 02

# BFT

## INTERNATIONAL



**08 TECNOLOGÍA DE CONCRETO** → Ciencia e investigación

Calidad de concreto autocompactable SCC  
Qualidade de concreto auto-compactável BAC

**18 INGENIERÍA DE SISTEMAS** → Informe de proyecto

Construcción para centros penitenciarios  
Construção para centros penitenciários

**24 TECNOLOGÍA DE REFUERZO** → Ciencia e investigación

Construcciones prefabricadas para zonas sísmicas  
Pré-fabricados em Áreas de Abalos sísmicos

**36 SERVICIO** → Productos

Pequeña pinza, gran impacto  
Pequena garra, grande impacto



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

Visita de la fábrica  
Visita á fábrica

- 02 Prefabricados de concreto de alta eficiencia en el Sur de Brasil  
Pré-Fabricados de Concreto de alta eficiência no Sul do Brasil

**TECNOLOGÍA DE CONCRETO  
TECNOLOGIA DO CONCRETO**

Ciencia e investigación  
Ciência e investigação

- 08 Fabricacion y control de calidad de concreto autocompactable SCC  
Fabricação e controle de qualidade de concreto auto-compactável BAC

**INGENIERÍA DE SISTEMAS  
ENGENHARIA DE SISTEMAS**

Noticias  
Notícias

- 16 Nueva linea de producción de bloques para una planta belga  
Nova linha de produção de blocos para uma planta belga

Informe de proyecto  
Relatório de projeto

- 18 Construcción prefabricada usada para centros penitenciarios brasilenos  
Construção pré-fabricada utilizada para centros penitenciários brasileiros

**TECNOLOGÍA DE REFUERZO  
TECNOLOGIA DE REFORÇO**

Ciencia e investigación  
Ciência e investigação

- 24 Idoneidad de la construcción de edificios prefabricados para zonas sísmicas  
Uso de Pré-fabricados em Áreas de Abalos sísmicos

**SERVICIO  
SERVIÇOS**

- 33 Productos  
Produtos

- 37 Pie de imprenta  
Impressão



02 Prefabricados de concreto en Brasil  
Pré-Fabricados de concreto no Brasil



16 Nueva línea de producción de bloques  
Nova linha de produção de blocos



18 Construcción para centros penitenciarios  
Construção para centros penitenciários



36 Pequeña pinza, gran impacto  
Pequena garra, grande impacto

La empresa Rotesma con sede en el sur de Brasil, produce desde hace más de 35 años piezas prefabricadas de concreto de todos los tipos para la construcción de obras de ingeniería civil. La tecnología de equipos fue suministrada por WCH.

A empresa Rotesma com sede no sul do Brasil, produz há mais de 35 anos peças pré-fabricados de concreto de todos os tipos para a construção e para a engenharia civil. A Usina fornecida para utilização é da WCH.

# Prefabricados de concreto de alta eficiencia en el Sur de Brasil

## Pré-Fabricados de Concreto de alta eficiência no Sul do Brasil

Texto: Dipl.-Ing. (FH) Silvio Schade



Figura: Rotesma

Vista aérea de la fábrica de Rotesma en Marialva/PR

Vista aérea da fábrica da Rotesma em Marialva/PR

Después de 12 horas de vuelo transatlántico desde Alemania y un poco menos de dos horas de conexión doméstica desde la metrópoli económica de Sao Paulo hasta el estado de Paraná, cerca de la frontera Brasil-Argentina-Paraguay, los editores de BFT se sorprendieron: en la pequeña ciudad del sur del Brasil, llamada Marialva, está localizada una de las más eficientes fábricas de prefabricados de concreto de América Latina. Con la fabricación de concreto prefabricado, Rotesma atiende un inúmero de clientes de la construcción y de la ingeniería civil. Con su sede en Chapecó, ciudad localizada en Santa Catarina, la empresa ofrece todo tipo de piezas, desde pequeñas como escaleras, vigas y pilares hasta piezas grandes, como viaductos, puentes y graderías.

Desde su fundación, en 1977, Rotesma ya ha ejecutado más de 5 millones de metros cuadrados en obras nacionales e internacionales, una producción mensual de 30.000 – 40.000 m<sup>2</sup> que corresponde a 520 cargas de carretas. Para ello, los 275 empleados de la fábrica

Após 12 horas de vôo transatlântico da Alemanha e com um pouco menos de duas horas de conexão doméstica desde a metrópole econômica de São Paulo até o estado do Paraná, perto da fronteira Brasil-Argentina-Paraguai, os editores da BFT ficarão surpresos: Na pequena cidade do sul do Brasil, chamada Marialva, está localizada uma das mais eficientes fábricas de pré-fabricados de concreto da América Latina. Produzindo soluções em pré-fabricados de concreto, a Rotesma atende seus inúmeros clientes da construção e engenharia civil. Com sede em Chapecó em Santa Catarina a empresa oferece peças de todos os tipos, desde pequenas como escadas, vigas e pilares até grandes peças, como viadutos, pontes e arquibancadas.

Desde a sua fundação, em 1977, a Rotesma já executou mais de 5 milhões de metros quadrados em obras nacionais e internacionais, uma produção mensal de 30.000–40.000 m<sup>2</sup> o que corresponde a 520 cargas de carretas. Para isso, os 275 funcionários da fábrica de Chapecó e 55 funcionários da fábrica de Marialva utilizam mensalmente uma média de 5.000 m<sup>3</sup> de concreto fresco. Hoje, a empresa está entre os 20 maiores produtores de concreto pré-fabricados do Brasil.

### A WCH forneceu a Usina para a fábrica Rotesma

A produção moderna e eficiente da fábrica de pré-fabricados, foi fornecida e instalada pela empresa WCH Weiler C. Holzberger Ind. Ltda, com sede em Rio Claro/São Paulo. Entre os equipamentos fornecidos estão o misturador, moldadora, máquina preparadora de pistas, máquina de corte, assim como muitos outros pré-equipamentos.

José Antônio Tessari, sócio presidente da Rotesma Indústria de Pré-Fabricados de Concreto Ltda., enfatiza especialmente a relação de confiança e a parceria existente desde sua fundação: “Em 1977 Helmut estava como





Figura: WCH

de Chapecó y 55 empleados de la fábrica de Marialva utilizan mensualmente una media de 5.000 m<sup>3</sup> de concreto fresco. Hoy, la empresa está entre las 20 mayores productoras de prefabricados de concreto del Brasil.

### **WCH suministra la tecnología de planta para la fábrica Rotesma**

La moderna y eficiente fábrica de producción de prefabricados, con sede en Marialva/Paraná fue suministrada e instalada por la empresa WCH Weiler C. Holzberger Ind. Ltda, con sede en Rio Claro/São Paulo. Entre los equipos suministrados están el mezclador, la moldeadora, la máquina preparadora de pistas, la máquina de corte, así como muchos otros equipos de pretensado.

José Antônio Tessari, socio presidente de Rotesma Industria de Prefabricados de Concreto Ltda., enfatiza especialmente la relación de confianza y la cooperación existente desde su fundación: “En 1977 Helmut estaba como nosotros en Brasil, en el inicio de su empresa y Rotesma fue uno de sus primeros clientes. Además de este destino particularmente común nos unió la producción de alta calidad así como también el excelente servicio prestado. La producción de aquel tiempo era bastante modesta y comenzó con productos simples como tubos y postes, entretanto fueron fabricados de esta manera varios millones de m<sup>2</sup> de piezas de con-

nós, no inicio da sua empresa e a Rotesma foi um de seus primeiros clientes. Este curso particularmente comum ficou ligado não só pela produção de alta qualidade como também através do excelente serviço prestado. A produção daquele tempo era bastante modesta e começou com produtos simples como tubos e postes, entretanto desta maneira foram fabricados vários milhões de m<sup>2</sup> de peças de concreto, sendo que na unidade industrial de Marialva toda a usina foi fornecida pela WCH.”

Helmut Holzberger, Diretor Sênior da WCH Weiler C. Holzberger Ind. Ltda. acrescenta com muito orgulho: “A Rotesma é um cliente muito importante como produtor de concreto pré-fabricado, e também como construtora,

**Moldeadora (foto), máquinas de corte, mezcladoras, silos y el sistema de pre-tensado también fueron suministrados por WCH Weiler C. Holzberger**

Os slipformers (foto), máquinas de corte, misturadores, silos e sistema de protensão foram fornecidos pela WCH Weiler C. Holzberger



Figura: BFT International

**En el encofrado, el agente deaglomerante es pulverizado para la producción de losas alveolares**

Na fôrma, o agente desmoldante é pulverizado para a produção de lajes alveolares





Figura: Rotesma

El silo de agregados (izquierda) y de cementos (a la derecha) en la fábrica Marialva/PR fueron suministrados por WCH

O silo de agregados (à direita) e cimentos (esquerda) também foram fornecidos pela WCH

creto, siendo toda la planta de la unidad industrial de Marialva suministrada por WCH.”

Helmut Holzberger, Director Senior de WCH Weiler C. Holzberger Ind. Ltda. añade con mucho orgullo: “Rotesma es un cliente muy importante como productor de concreto prefabricado y también como constructora, con referencias significativas no solo aquí en el sur, sino también en el centro de Brasil y en países vecinos como Paraguay.

Rotesma se ha especializado en la construcción de frigoríficos y ya han ejecutado más de 80 obras en este segmento. Además de esto, la empresa también trabaja en la construcción de edificios residenciales y comerciales, predios para las industrias de alimentos, mobiliaria, metalmecánica, supermercados, centros comerciales, escuelas, centros de eventos, hospitales, estadios y puentes. Estamos muy satisfechos con la cooperación existente entre Weiler y Rotesma, y feliz por ver a esta empresa producir desde el inicio, productos de calidad con nuestro sistema de tecnología.”

#### La moldeadora es el corazón de la producción de Marialva

El corazón de la producción de concreto prefabricado de Rotesma en Marialva es la moldeadora para la fabricación de losas alveolares, con una longitud de hasta 10 m. El consultor de ventas de WCH Eduardo Mucillo explicó a BFT: “A pesar de que nuestros sistemas han estado ya algún tiempo en uso, no ha habido ningún motivo de reclamación por parte de los clientes de Rotesma. Desde la aplicación del molde, pasando por el hormigonado actual hasta el desencofrado, la producción de losas alveolares y otros prefabricados funciona muy bien. La calidad del producto final también es muy buena, lo que demuestra el bajo nivel de error en relación a descamación de los bordes, grietas y defectos semejantes”. Ligia Lavratti, asesora de comunicación y mercadeo de Rotesma complementa: “Hoy las losas

com referências significativas não só aqui no sul, mas também no centro do Brasil e em países vizinhos como o Paraguai. Além de edificios residenciais e comerciais, prédios para as indústrias de alimento, moveleira, metalomecânica, supermercados, shoppings centers, escolas, centros de eventos, hospitais, estádios e pontes, a Rotesma também é especializada na construção de frigoríficos já tendo executado mais de 80 obras deste segmento. Estamos muito satisfeitos com a parceria existente entre a Weiler e a Rotesma, e feliz por ver esta empresa produzir desde o início, produtos de qualidade com a nossa tecnologia de sistema.”

#### Slipformers são o coração da produção de Marialva

O coração da produção de concreto pré-fabricado da Rotesma em Marialva são os slipformers para a fabricação de lajes alveolares, com extensão de até 10 m. O consultor de vendas da WCH Eduardo Mucillo explicou ao BFT: “Apesar dos nossos sistemas estarem há a algum tempo em uso, não houve nenhum motivo de reclamação por parte dos clientes da Rotesma. Desde a aplicação do molde sobre a atual betonagem até o desmoldamento, a produção de lajes alveolares e outros pré-fabricados funciona muito bem. A qualidade do produto final também é muito boa, o que demonstra o baixo nível de erro em relação à descamação da borda, rachaduras e semelhantes”. Sorrindo, complementa Ligia Lavratti assessora de comunicação e marketing da Rotesma: “Hoje as lajes produzidas pela Rotesma são aplicadas especialmente como solução para pisos de obras industriais que necessitam vencer grandes vãos e suportar alta sobrecarga, assim como os edificios garagens. Produzimos lajes que podem chegar a uma sobrecarga de até 4500 kg/m<sup>2</sup>.”

#### Longa lista de projetos bem sucedidos

Da longa lista de projetos bem sucedidos da Rotesma destacam-se particularmente as construções para fins educacionais como é o caso da “Universidade Federal Fronteira do Sul”, onde foram construídos seis edificios

producidas por Rotesma son aplicadas especialmente como solución para pisos de obras industriales y garajes que necesitan soportar luces amplias y una alta sobrecarga. Producimos losas que pueden soportar una sobrecarga de hasta 4500 kg/m<sup>2</sup>.”

**Una larga lista de proyectos bien ejecutados**

Entre los proyectos con fines educacionales realizados por Rotesma se destacan proyectos de construcciones como la de la “Universidade Federal Fronteira do Sul”, donde fueron construidos seis edificios en cinco campus, uno de ellos en la ciudad de Erechim/RS. Otro ejemplo es el parque tecnológico “Fundação Parque Tecnológico Itaipu” en las inmediaciones de las mundialmente famosas Cataratas de Iguazú/PR y el Centro de Cultura y Eventos de Chapecó/SC, que conforma el mayor y más bien equipado teatro del sur del país. También espectaculares son los puentes de concreto prefabricados y construidos en Chapecó, Guarapuava y Xanxerê con vigas de luces libres de 30 m, que fueron montadas en apenas 10 horas.

**Concreto autocompactante para todos los productos**

Rotesma colabora actualmente con varias organizaciones de investigación, incluyendo la Universidad Federal de Santa Catarina, que en conjunto realizan investigaciones para el mejoramiento del prefabricado



Figura: BFT International

Losas alveolares almacenadas en las instalaciones en Marialva

Lajes alveolares armazenadas nas instalações em Marialva/PR

em cinco campus, sendo um deles na cidade de Erechim/RS, o parque tecnológico “Fundação Parque Tecnológico Itaipu” nas imediações da mundialmente famosa Cataratas do Iguazú/PR ou o Centro de Cultura e Eventos de Chapecó/SC, que comporta o maior e mais bem equipado teatro do sul do país. Também espetaculares são as pontes de concreto pré-fabricadas construídas em Chapecó, Guarapuava e Xanxerê com vigas de vão livre de 30m, montadas em apenas 10 horas.

**Concreto autoadensável para todos os produtos**

Rotesma colabora atualmente com várias organizações de investigação, incluindo a Universidade Federal de Santa Catarina, que em conjunto realizam pesquisas de



**BETOCARB®**

La ventaja son nuestros minerales

**Soluciones innovadoras para problemas complejos.**

Omya es un fabricante mundial de carbonato cálcico. Con más de 120 años de experiencia en extracción y producción de minerales, los conocimientos en carbonato cálcico ultrafino de Omya y su utilización en aplicaciones de hormigón son incomparables. Los servicios de tecnología aplicada de Omya le ayudarán a mejorar su rendimiento. Conocemos sus necesidades. En todo el mundo.



[www.omya.com](http://www.omya.com)  
[info.construction@omya.com](mailto:info.construction@omya.com)





Figura: Rotesma

El presidente de ventas de WCH Eduardo Mucillo, el sócio presidente de Rotesma José Antônio Tessari y el redactor de BFT Silvio Schade (de derecha a izquierda) visitan la unidad de producción en Marialva/PR

O consultor de vendas da WCH Eduardo Mucillo, o presidente da Rotesma José Antônio Tessari e o BFT redator Silvio Schade (da direita para a esquerda) visitam a unidade de produção em Marialva/PR

desde la materia prima hasta la aplicación. Rotesma es el único fabricante con pre-moldeadora del país en aplicar el Concreto Autocompactante (CAA) en el 100% de sus productos, además de actuar dentro de la plataforma BIM, Building Information Modeling, a través del programa Nemetschek, el cual congrega todas las disciplinas de proyectos permitiendo mayor eficiencia a la hora de crear soluciones en productos pre-fabricados. Como un modelo de gestión empresarial integrada, que acompaña desde la comercialización hasta la entrega de la obra, y con la implementación continua de nuevas tecnologías que asisten el proceso de mejoría de los productos cumplen las exigencias de los órganos reguladores; Rotesma está certificada con el sello de Excelencia de Abcic y la ISO 9001.

#### Bien equipados para el futuro

A mediados de los años 1990 la empresa Rotesma casi tuvo que cerrar sus puertas, debido a los momentos económicamente turbulentos por los cuales pasaba el país, fue a partir de 2008 que la empresa se consolidó con significativo aumento de la producción. Además de los equipos WCH, también fueron importados equipos de Italia, Bélgica y Asia, mientras se mantuvieron los contactos con proveedores principales de muchos años, como Gerdau, Arcelor, Votorantin, Cia. de Cimento Itambé y Grace entre otros.

En mayo de este año entró en funcionamiento la nueva industria en Paraná, que deberá atender las demandas de los estados de Paraná, Mato Grosso do Sul y São Paulo. La expectativa es que en los próximos años sea posible doblar la capacidad productiva. Otras inversiones están siendo planeadas, entre ellas la creación de una nueva planta en Paraguay, que extenderá las actividades de la empresa en el MERCOSUR.

mejoramiento del pre-fabricado, desde la materia prima hasta la aplicación. Rotesma es el único fabricante del país en aplicar el Concreto Autoadensable (CAA) en 100% de sus productos, además de actuar dentro de la plataforma BIM, Building Information Modeling, a través del programa Nemetschek, el cual congrega todas las disciplinas de proyectos permitiendo mayor eficiencia a la hora de crear soluciones en productos pre-fabricados. Con un modelo de gestión empresarial integrada, que acompaña desde la comercialización hasta la entrega de la obra, y con la implementación continua de nuevas tecnologías que ayudan al proceso de mejora de los productos y atienden a las exigencias de los órganos reguladores, Rotesma es certificada por el Sello de Excelencia de Abcic e ISO 9001.

#### Bem equipados para o futuro

Em meados dos anos 1990 a empresa Rotesma quase fechou suas portas, devido à alguns momentos economicamente turbulentos por qual passava o país, foi a partir de 2008 que a empresa se consolidou com significativo aumento da produção. Além de importar tecnologia da Alemanha através dos equipamentos da WCH, a Rotesma também conta, em seu sistema produtivo, com tecnologia da Itália, Bélgica e Ásia, e mantém uma parceria duradoura com seus fornecedores, como Gerdau, Arcelor, Votorantin, Cia de Cimento Itambé, Grace entre outros.

Em maio deste ano entrou em funcionamento a nova indústria no Paraná, que deverá atender as demandas dos estados do Paraná, Mato Grosso do Sul e São Paulo. A expectativa é que nos próximos anos seja possível dobrar a capacidade produtiva. Novos investimentos estão sendo cogitados, também quanto a criação de uma nova unidade industrial no Paraguai que ampliará a atuação da empresa no MERCOSUL.

#### CONTACT

**Rotesma**  
**Indústria de Pré-Fabricados de Concreto Ltda.**  
 Rua Alfredo Wagner, 858  
 CEP 89804-430  
 Bairro Alvorada, Chapecó-SC/Brazil  
 ☎ +55 44 3232 8770  
 info@rotesma.com.br  
 ➔ [www.rotesma.com.br](http://www.rotesma.com.br)

**WCH Weiler C. Holzberger Ind. Ltda.**  
 Rua Alfa, 400  
 Distrito Industrial  
 CEP 13505-620  
 Rio Claro-SP/Brazil  
 ☎ +55 19 3522 5904  
 wch@wch.com.br  
 ➔ [www.wch.com.br](http://www.wch.com.br)



**CONCRETESHOW**  
SOUTH AMERICA • BRAZIL

**26<sup>th</sup> to 28<sup>th</sup>**  
**AUGUST**  
**2015**

ORGANISER



IMIGRANTES EXHIBITION CENTER | SÃO PAULO | 9<sup>th</sup> EDITION

[CONCRETESHOW.COM.BR](http://CONCRETESHOW.COM.BR)

KEY SPONSORS:



**MEP**

**Putzmeister**

**LIEBHERR**



# BE PART OF THE LEADING EVENT FOR THE CONSTRUCTION INDUSTRY IN LATIN AMERICA



**NEW AREA:  
SUPPLY & MAINTENANCE  
ZONE**

Technology and solutions  
for fleet management and  
maintenance of  
construction machinery

**STAND OUT  
FROM YOUR  
COMPETITORS**



Expand your business to the Latin America construction market



Do business with more than 30,000 decision makers



Find the right partners for your business

[facebook.com/ConcreteShow](https://facebook.com/ConcreteShow)

[concrete@concreteshow.com.br](mailto:concrete@concreteshow.com.br)

+ 55 11 4878 5990



La composición química de la mezcla optimizada con el software BétonLab Pro de un concreto autocompactante sostenible resulta en tiempos de mezcla más largos, que pueden ser reducidos significativamente por el régimen de mezcla en etapas en un mezclador intensivo de cono. Además, las propiedades reológicas del concreto en el mezclador pueden ser determinadas para el aseguramiento de la calidad.

A composição química de uma mistura otimizada com o software BetonLab Pró de betão auto-compactável sustentável resulta em tempos de mistura mais longos, que podem ser significativamente reduzidos através do regime de mistura em etapas em um misturador intensivo de cone. Além disso, as propriedades reológicas do betão no misturador mecânico podem ser determinadas para a garantia da qualidade.

# Fabricación y control de calidad de concreto autocompactable SCC

## Fabricação e controle de qualidade de concreto auto-compactável BAC

TEXTO: Prof. Dr.-Ing. Harald Garrecht, Dipl.-Ing. Dipl.-Ing. (FH) Christian Baumert

### En el desarrollo de nuevas formulas de composición

para el diseño de mezclas de concreto se suman a los requisitos clásicos con creciente importancia la durabilidad del concreto y la demanda de energía primaria para su producción. Así, las etapas de clinker de cemento Portland y de plastificante en la composición de la mezcla determinan el resultado del análisis del ciclo de vida. Esto requiere inevitablemente una reducción en la cantidad de cemento Portland con un contenido bajo de plastificante. Para cumplir los requisitos con respecto a la durabilidad, una reducción del valor promedio de agua-aglutinante es esencial, lo cual conduce a una reducción adicional de la cantidad de pasta. Debido al aumento de las exigencias de concretos modernos sobre la fluidez que van hasta la auto-compactación, relleno debe ser utilizado. Para ello se consideran entre otros materiales, cenizas volátiles y sílice, que son actualmente evaluados como materiales de desecho o polvo de piedra caliza, cuyo procesamiento tiene un menor consumo de energía. Tales concretos de plastificante reducido como concreto de desempeño ultra alto (del inglés: UHPC) pertenecen a la categoría de materiales de alto rendimiento que requieren un control de calidad [1].

### Efectos de la composición de la mezcla en el mezclado

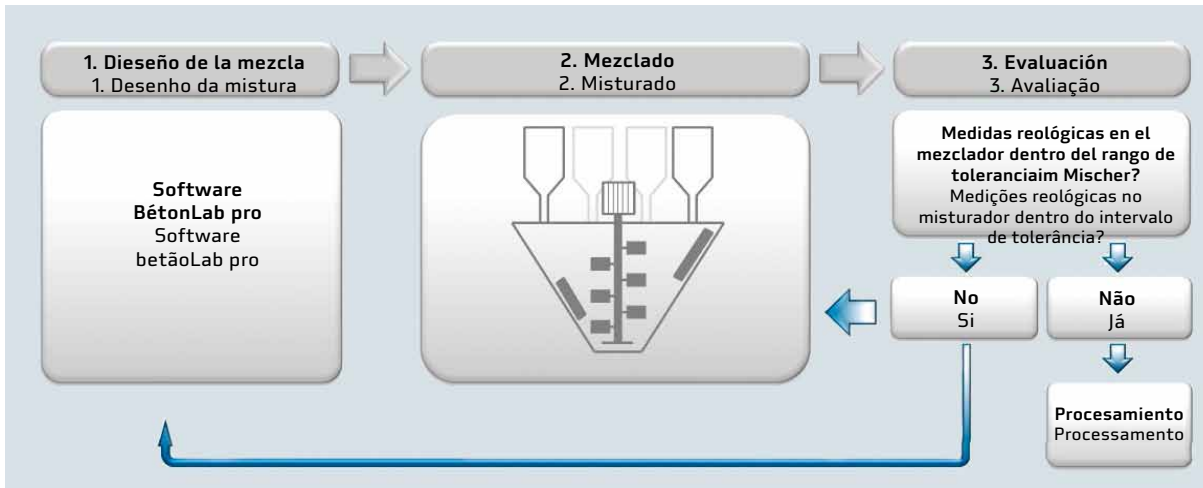
El proceso de mezclado se puede dividir en los procesos individuales de finos y gruesos. En el mezclado de gruesos, la herramienta de mezclado desplaza agrupaciones de partículas gruesas entre ellas. De acuerdo con [2] con un bajo contenido de agua, este proceso se retarda considerablemente y por lo tanto se prolonga el tiempo de mezclado. En contraste, un contenido de agua bajo en la mezcla de finos con alta densidad de

### Ao desenvolver novos projetos de misturas de betão,

além dos requisitos clássicos do projeto a durabilidade do betão e o aumento da quantidade de energia primária consumida no processo de produção estão se tornando cada vez mais importante. Assim, os níveis de clínquer de cimento Portland e de plastificante na composição da mistura determinam os resultados da análise do ciclo de vida. Isto inevitavelmente requer uma exigência de redução da quantidade de cimento Portland com um baixo teor de plastificante. Para satisfazer aos requisitos em respeito à durabilidade, uma redução da proporção de água em relação ao aglutinante é essencial, o qual adicionalmente reduz a quantidade de pasta. Devido as exigências cada vez maiores em relação a fluidez do betão moderno incluindo suas propriedades auto-adensável, materiais de enchimento devem ser utilizados. Para isso, entre outros materiais são considerados as cinzas voláteis e a sílica, que são atualmente avaliadas como materiais de resíduos ou pó de calcário, cujo processamento tem um consumo de energia inferior. Tais betões com uma quantidade reduzida de aglutinante fazem parte da categoria de materiais de alto desempenho (do inglês: UHPC) que necessitam controle de qualidade [1].

### Efeitos da composição de mistura para o processo de mistura

O processo de mistura pode ser dividida em etapas individuais de mistura fina e grossa. Na última etapa, os aglomerados de partículas são movidos em relação um ao outro por meio de uma ferramenta de mistura. De acordo com [2] com um baixo teor de água, é possível diminuir a velocidade deste processo consideravelmente,



1  
Concepto de desarrollo de 3 etapas para el desarrollo, la fabricación y el aseguramiento de la calidad del concreto de alto desempeño

Concepto de desenvolvimento de 3 fases para o desenvolvimento, a fabricação e a garantia de qualidade do betão de elevado desempenho

empaque favorece el cambio de lugar de las partículas debido a las colisiones. Si la mezcla tiene un contenido elevado de material fino, la cantidad mayor de partículas y por tanto el número creciente de espacios requeridos para el cambio de posición conlleva así mismo a un duración mayor de mezcla. Aglomerados de partículas influyen de manera desfavorable la formación de la microestructura y las propiedades reológicas del concreto fresco. Para la desaglomeración, una intensidad mínima de los procesos de colisión es requerida, la cual no es alcanzada por mezcladores estándar.

#### Medidas para reducir el tiempo de mezclado

En el mezclado con herramientas mezcladoras horizontales, el tiempo de mezclado se puede acortar mediante el aumento de la velocidad de la herramienta y el aumento en forma desproporcionada de la potencia de accionamiento. Sin embargo, la velocidad requerida para la suficiente desaglomeración no es alcanzada y el desgaste de las herramientas y las carcasas del mezclador aumenta. En mezcladores con herramientas mezcladoras verticales el aumento de la velocidad de la herramienta podría conducir a la segregación de la mezcla. Para aumentar la intensidad de la mezcla, por lo tanto, agitadores son instalados, los cuales mueven una parte del material a ser mezclado con la herramienta de alta velocidad. Mediante el uso de un mezclador intensivo, el régimen de mezcla se puede adaptar según

o que resulta en el prolongamiento del tiempo de mezcla. No obstante, durante la mezcla fina un bajo teor de agua con elevada densidad de acondicionamiento facilita o rearranjo das partículas devido às colisões. Se a mistura contém uma quantidade elevada de material fino, o aumento do número de partículas e, portanto, o aumento do número de espaços necessários para a mudança de posição, também resulta em tempos mais longo de mistura. As partículas de aglomerados afetam de maneira desfavorável a formação da microestrutura e as propriedades de reologias do betão fresco. O processo de desaglomeração requer uma intensidade de colisão mínima que não é alcançada por misturadores normais.

#### Medidas para reducir o tempo de mistura

Em misturadores com ferramentas horizontais, os tempos de mistura podem ser reduzidos através do aumento da velocidade reduzindo o aumento desproporcionado no disco. No entanto, a velocidade necessária para uma ampla desaglomeração não é atingida, aumentando o desgaste das ferramentas e da carcaça do misturador. Em misturadores com ferramentas verticais o aumento da velocidade da ferramenta pode conduzir à segregação da mistura. Para aumentar a intensidade da mistura, os misturadores são equipados com agitadores, os quais mexem uma parte do material a ser misturado com alta velocidade. Através do uso de um misturador de alta intensidade é possível ajustar o regime da mistura de

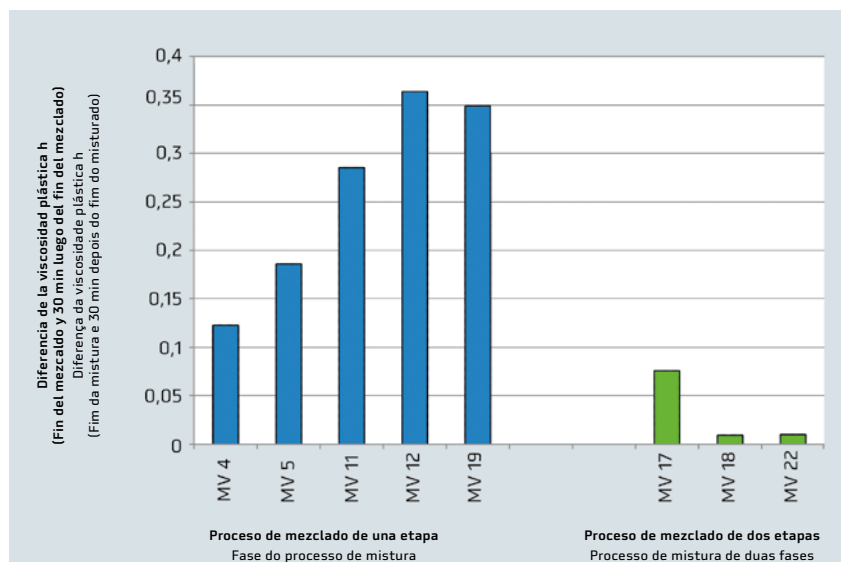
		Contenido alto de cenizas volátiles (concreto)	Contenido alto de cenizas volátiles (mortero)
CEM I 52.5 N HS/NA	kg/m <sup>3</sup>	180	180
Baumineral Cenizas volátiles KM/C Baumineral cinzas voláteis KM/C	kg/m <sup>3</sup>	309	309
Plastificante Sika 20 HE Plastificante Sika 20 HE	kg/m <sup>3</sup>	4,5	4,5
Agua Agua	kg/m <sup>3</sup>	113	113
Arena 0-2 Areia 0-2	kg/m <sup>3</sup>	577	577
Agregado mineral 2-8 Agregado mineral 2-8	kg/m <sup>3</sup>	245	-
Agregado mineral 8-16 Agregado mineral 8-16	kg/m <sup>3</sup>	955	-
Tiempos de mezclado calculados con BêtonLab Pro Tempos de misturado calculados com betão Lab Pró	s	210	166

Tab. 1

Composición de la mezcla de concreto HVFA y mortero HVFA, así como los tiempos de mezclado calculados con BêtonLab Pro

Composição da mistura de concreto HVFA e argamassa HVFA, bem como os tempos de mistura calculados com BetãoLab Pró





## 2 Cambio de la viscosidad plástica en los primeros 30 minutos después del final del mezclado para regímenes de mezcla de cinco y tres etapas en un mezclador intensivo de cono

Alterando a viscosidade plástica, nos primeiros 30 minutos após o final do misturado para regimes de mistura de cinco e três fases em um misturador intensivo de cone

la mezcla. Así una herramienta más pequeña de mezcla es instalada con una velocidad de rotación variable y es utilizada principalmente para la mezcla fina y la desaglomeración. Dependiendo de la construcción, la mezcla gruesa y el suministro del material a mezclar en la herramienta más pequeña de mezclado se lleva a cabo en un recipiente de mezcla giratoria o en un recipiente de mezclado con raspador de bordes.

Una separación técnica de equipos es requerida debido al uso de un mezclador de suspensión, el cual logra introducir una energía de mezclado a velocidades de herramienta muy altas selectivamente en los materiales finos de menos de 1 mm y alcanza un grado muy alto de homogeneidad. Una desventaja es el requisito de un segundo mezclador para los componentes gruesos.

### Determinación de las propiedades reológicas en la mezcladora

Para la determinación de la mezcla final de concretos vibrados se evalúa el consumo de energía del la unidad del mezclador. Si se aproxima este valor asintóticamente a un valor final, el proceso de mezclado se termina debido a que las propiedades reológicas del concreto fresco pueden llegar a cambiar sólo marginalmente a través de la continuación del mezclado. Además, el consumo de energía al final del mezclado correlaciona con la consistencia del concreto fresco, lo que permite una evaluación reológica del hormigón fresco en el mezclador. Con concreto de propiedades autocompactantes, este método según [3] es inadecuado. Las propiedades reológicas de un hormigón autocompactante se puede determinar, por lo tanto, a través de métodos alternativos, como por ejemplo el de Consolis o el de la muestra viscosa para una variedad de herramientas y velocidades de cizallamiento. Por medio de la relación de valores velocidad/par, los parámetros reológicos  $g$  (límite de elasticidad) y  $h$  (viscosidad plástica) son determinados según el modelo Bingham utilizando regresiones lineales en unidades relativas y a partir de ellos la fluidez de asentamiento es derivada. El límite de elasticidad no es un valor medido sino un valor extrapolado según el modelo de Bingham.

acordo com a composição da mistura. Em tal sistema, uma ferramenta relativamente menor de mistura é operada com uma velocidade de rotação variável e é principalmente utilizada para a mistura fina e para desaglomeração. Dependendo da concepção do misturador, a mistura grossa e o fornecimento do material a ser misturado na ferramenta menor são garantidos em um recipiente de mistura giratório ou em um recipiente de misturado com raspador de bordes. A separação dos sistemas de mistura é necessária devido à utilização de um misturador de suspensão, o qual através de altas velocidades consegue introduzir energia de mistura em materiais de tamanhos menores do que 1 mm, atingindo assim um elevado grau de homogeneidade. A desvantagem deste sistema é a exigência de um segundo misturador para os componentes grossos.

### Determinação das propriedades reológicas no misturador

O consumo de energia da unidade do misturador é analisado para determinar o fim do processo de mistura de betão vibrados. Se este consumo de energia aproxima-se assintoticamente a um valor final, o processo de mistura é interrompido isso porque as características reológicas do betão fresco irão variar marginalmente com a continuação do processo de mistura. Além disso, o consumo de energia até final da mistura é proporcional à consistência do betão fresco, o que permite uma avaliação reológica do betão fresco no misturador. De acordo com [3] este método é inadequado para betões com propriedades auto-compactáveis. Por esta razão, as características reológicas do betão auto-compactável são determinadas utilizando processos alternativos, tais como os desenvolvidos por Consolis ou Viscoprobe, em diversas velocidades e taxas de cisalhamento. Através da relação dos valores velocidade/torque, os parâmetros reológicos  $g$  (limite de elasticidade) e  $h$  (viscosidade plástica) são determinados de acordo com o modelo de Bingham usando regressões lineares em unidades relativas, e a partir deste se deriva a fluidez do betão. O limite de elasticidade não é um valor medido e sim um valor determinado de acordo com o modelo de Bingham.

### Conceito integrado em três fases para o desenvolvimento, fabricação e controle de qualidade de grandes volumes de cinzas voláteis de betão

Graças à fusão do desenho da mistura, fabricação e controle de qualidade é possível produzir betões com pouco aglutinante e ótimas propriedades reológicas utilizando quantidades significativamente menores de energia de mistura. A determinação do limite de elasticidade e da viscosidade no misturador permite também a possibilidade da avaliação de cada lote. Em caso de desvios as características reológicas da mistura podem ser ajustadas com precisão através de uma dosagem automatizada de pequenas quantidades de aditivos para betão. A seção seguinte deste artigo descreve o conceito de três etapas (Figura 1) para um grande volume de cinzas voláteis de betão. Este cimento com baixo teor de clínquer é composto por preços relativamente baixos de matérias-primas

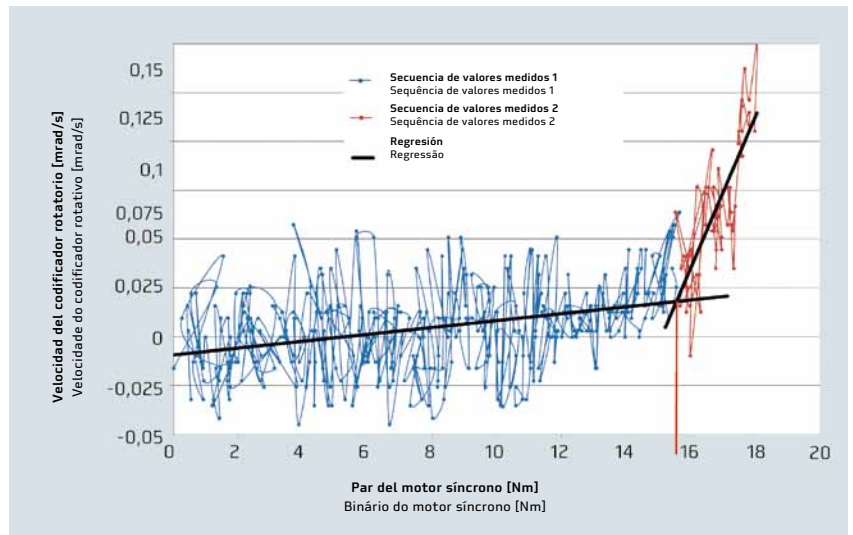
**Concepto de desarrollo de 3 etapas integrado de 3 para el desarrollo, fabricación y control de calidad para un concreto de alto volumen de cenizas volátiles**

Gracias a la fusión del diseño de la mezcla, fabricación y control de calidad se pueden producir concretos con aglutinante reducido con propiedades reológicas optimizadas y con una reducción significativa de los requerimientos de energía de mezclado. La determinación del punto de fluidez y la viscosidad en el mezclador como valores de medición posibilita la evaluación de cada lote y en el caso de desviación el ajuste de la reología a través de la dosificación automática de aditivos de concreto. Posteriormente, el enfoque de 3 pasos (Fig. 1) se ejemplifica con un concreto de alto volumen de cenizas volátiles. Este concreto de bajo contenido en clinker con materiales de partida económicos dispone de una durabilidad excelente bajo una resistencia a la compresión de hasta 130 N/mm<sup>2</sup>.

**Desarrollo de mezclado con BétonLab Pro**

El software BétonLab Pro se basa en el modelo de empaque compresible de acuerdo a Larrard [4] y utiliza los siguientes parámetros para su modelo de optimización físico-matemático de densidad de empaque:

- » la curva granulométrica de las materias primas individuales
- » la composición mineralógica
- » la demanda de agua y plastificante
- » y la compatibilidad de la materia prima gruesa



e fornece uma excelente durabilidade com resistência à compressão de até 130 N/mm<sup>2</sup>.

**Desenvolvendo a mistura com o uso do BétonLab Pro**

O software BétonLab Pro é baseado no modelo de embalagem compressível de acordo com Larrard [4], e para a otimização do seu modelo matemático/físico de densidade da embalagem os seguintes parâmetros são utilizados

- » a curva granulométrica das matérias primas individuais
- » a composição mineralógica
- » a demanda de água e plastificante
- » e a compatibilidade da matéria prima grossa

**3**  
**Determinación del par controlado del límite de elasticidad como valor medido [Nm] en el mezclador intensivo de cono**

Determinação do torque controlado e do limite de elasticidade como valor medido [Nm] no misturador intensivo de cono



“Desde 1925 a indústria de pré-fabricados de concreto do mundo inteiro confia nos equipamentos e nas máquinas da Vollert.

É simplesmente a melhor tecnologia para a produção de pré-moldados construtivos e planos para a construção civil, residencial e industrial.”

Wesley Gomes  
Vollert do Brasil Ltda  
Telefone +55 31 3567 2021  
wesley.gomes@vollert.com.br



made in Germany  
**Precast Success**

**9 YEARS**  
1925-2015

**Vollert**



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



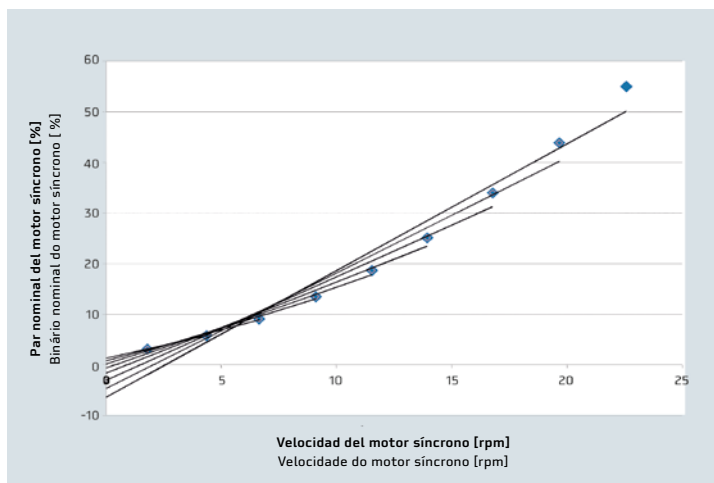
[www.YouTube.com/VollertPrecast](http://www.YouTube.com/VollertPrecast)



4

Representación de los nueve pares de valores de velocidad/par, que se determinaron en el mezclador intensivo de cono. Dependiendo del número de pares de valores considerados en el modelo Bingham el límite de elasticidad y la viscosidad plástica varían

Representação dos nove pares de valores de velocidade/torque, que foram determinados no misturador intensivo de cone. Dependendo do número de pares de valores considerados no limite do modelo de Bingham a elasticidade e viscosidade plástica variam

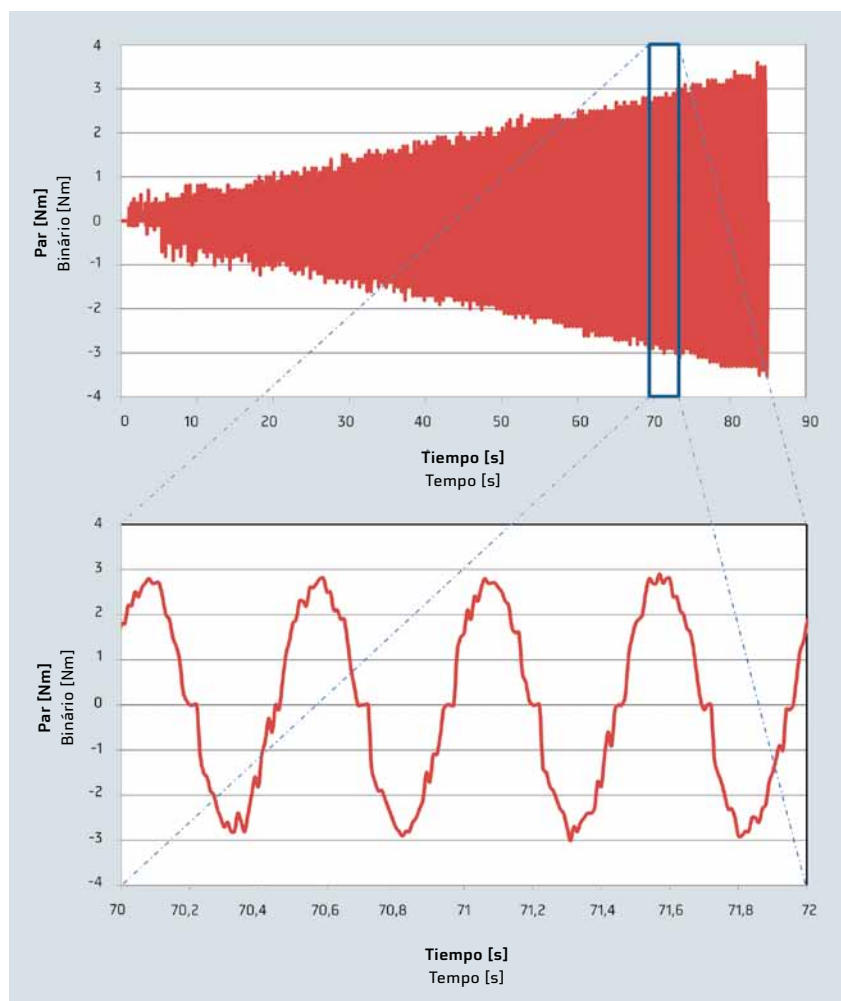


Con la especificación de los materiales primas, la composición de la mezcla puede ser optimizada, por ejemplo, en la resistencia a la compresión, la durabilidad o las propiedades reológicas. De gran importancia es que las propiedades reológicas como la resistencia a la fluidez y la viscosidad plástica sean pronosticadas en unidades absolutas y como medida de dispersión. Así, ya en el ordenador, se logra evaluar la idoneidad del diseño de la mezcla para conseguir las propiedades predeterminadas del concreto fresco y endurecido. El software también puede calcular a partir de la concentración relativa de los sólidos la duración prevista del mezclado. La con-

Após a determinação das matérias-primas, a composição da mistura pode ser otimizada, em relação a resistência, a compressão, a durabilidade ou as propriedades reológicas. É fundamental que as propriedades reológicas, tais como o limite de elasticidade e a viscosidade plástica estejam previstas como características reológicas, tanto em unidades absolutas como em medida de dispersão. Este método faz com que seja possível simular a idoneidade do desenho da mistura no computador com o objetivo de atingir as propriedades pré-definidas de betão fresco e endurecido. Além disso, o software é capaz de calcular a prevista duração de mistura com base na concentração relativa dos sólidos. Este parâmetro é obtido em definidas condições de compressão a partir da razão entre o conteúdo de sólidos atual por unidade de volume com a máxima concentração de sólidos

**Produção multifase em um misturador intensivo de cono**

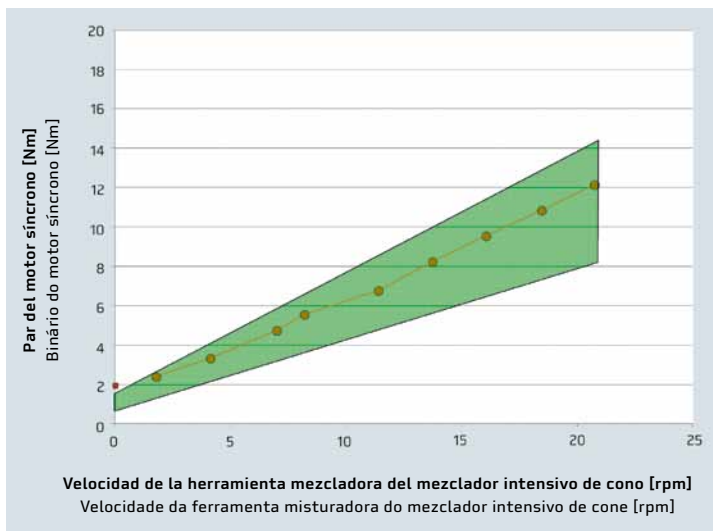
A duração do processo de mistura calculada com software Betonlab Pro é de 210 segundos para betão com um elevado teor de cinzas voláteis (tabela 1). A preparação do betão em múltiplas fases em um misturador intensivo de cono, tem como vantagem que a tecnologia de mistura de suspensões pode ser feita em um único misturador. Para este propósito, na primeira etapa é produzida a argamassa de elevada fluidez à uma velocidade de ferramenta muito elevada no interior do misturador. Neste arranjo, atuam os pivôs exteriores da ferramenta regular modificada como os componentes efetivos do sistema. Na segunda fase, a velocidade da ferramenta é significativamente reduzida e o agregado mineral grosso é misturado com as pás inclinadas no interior do misturador. Para a preparação da argamassa o software BétonLab Pro calculada apenas 166 segundos em um misturador padrão. Se o agregado grosso logra ser misturado com sucesso dentro de um período inferior a 44 segundos, o tempo total de mistura é reduzido. A utilização de um misturador intensivo possibilita reduzir significativamente o tempo de mistura prognosticada de 166 segundos para argamassa, e conseqüentemente o tempo total do processo de mistura. Os experimentos validam os cálculos realizados com BétonLab Pro. O método de duas fases, reduz o tempo de mistura em até 50% quando comparado ao processo convencional de fase única. Além disso, para alcançar uma viscosidade comparável à do betão fresco a energia inicial de mistura (kWh/m<sup>3</sup>) é reduzida a menos de 40% da quantidade original. No caso que o processo multifase não resulte em benefícios para outros tipos de betão devido à sua composição de mistura, um



5

Representación de los valores de par sinusoidal para el barrido de amplitud en el mezclador intensivo de cono

Representação dos valores de torque sinusoidal para o varrimento de amplitude no misturador intensivo de cone



6

Límite de elasticidad medido en el mezclador intensivo de cono (velocidad 0) y nueve pares de valores de velocidad/par para describir la reología de un concreto con un contenido muy alto de cenizas volátiles HVFA. El valor de límite de elasticidad se encuentra fuera del rango aceptable

Límite de elasticidade medido no misturador intensivo de cono (velocidade 0) e nove pares de valores de velocidade/torque para descrever a reologia de um betão com um alto teor de cinzas voláteis HVFA. O valor do limite de elasticidade está fora do intervalo aceitável

centración relativa de sólidos se obtiene de la relación entre el contenido de sólidos actual por unidad de volumen y la concentración máxima de sólidos bajo una compresión definida.

#### Producción multietapa en un mezclador intensivo de cono

La duración de mezclado calculado con BétonLab Pro para un concreto con un contenido muy alto de cenizas volátiles (HVFA = High Volume Fly. Ash) es de 210 segundos (tabla 1). Por medio de la preparación del concreto en múltiples etapas, en un mezclador intensivo de cono, las ventajas de la tecnología de mezclado de suspensiones se utiliza en un único mezclador. Adicionalmente se produce en la primera etapa el mortero de alta fluidez a una velocidad de herramienta muy alta en el interior del mezclador. En este arreglo, actúan los pivotes exteriores de la herramienta estándar modificada como los componentes efectivos del sistema.

En la segunda etapa, la velocidad de la herramienta se reduce en gran medida y el granulado de rocas grueso se entremezcla gracias a las correspondientes palas mezcladoras del interior del mezclador. Para la preparación del mortero de BétonLab Pro sólo 166 segundos son calculados en un mezclador estándar. Si el granulado grueso logra entremezclarse en menos de 44 segundos, se reduce el tiempo de mezcla total. Mediante el uso de un mezclador intensivo, la duración del mezclado pronosticada de 166 segundos para el mortero – y con ello el tiempo de mezcla total – se puede acortar de manera significativa. Los experimentos confirman los cálculos realizados con BétonLab Pro. El tiempo de mezclado se reduce por medio de la aplicación en dos etapas hasta en un 50% en comparación con el procedimiento tradicional de una sola etapa. La energía de mezclado requerida por una viscosidad comparable del concreto fresco dada en kWh/m<sup>3</sup> se reduce hasta en un 40%.

Un procedimiento de mezclado de una sola etapa puede ser implementado sin restricciones, si un régimen de mezclado multi-etapas no resulta ventajoso para otros tipos de concreto, como UHPC, debido a la composición de mezcla de los mismos.

## 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**



### **Evaluación reológica del concreto en un mezclador intensivo de cono**

La determinación de las propiedades reológicas del mezclador sólo tiene sentido, cuando éstas cambian sólo ligeramente después del final del mezclado. El proceso de producción de dos etapas es también ventajoso a este respecto (Fig. 2). Para registrar el límite de elasticidad y la viscosidad como valores medidos, el tren de transmisión del mezclador intensivo de cono ha sido rediseñado.

La unidad del motor reductor asíncrono del accionamiento interno fue reemplazado por una transmisión de alta torsión síncrona para lograr la precisión de la velocidad requerida y la rigidez del tramo de accionamiento. El control del accionador se lleva a cabo a través de un variador de frecuencia, el cual opera de acuerdo con el método de control de par directo (Direct Torque Control). Así, la aceleración controlada de la transmisión síncrona de la parada y el funcionamiento a bajas velocidades será posible. Además, el convertidor de frecuencia dispone de un modo de control de par (esfuerzo de cizallamiento controlado) favorito en la reología. Con ello, existen las siguientes posibilidades para la determinación de la reología en el mezclador:

#### **Determinación del límite de elasticidad de acuerdo al método tangente**

Con el control directo de par del convertidor de frecuencia (DTC), el par del motor síncrono – sobre la base de 0,5% del par nominal – aumenta linealmente. El codificador rotatorio montado sobre el eje del motor desencadena una revolución con 0.192 mrad. En la figura 3 la velocidad del codificador dada en [mrad/s] y el par nominal del motor en [Nm] son visibles. Por encima de 15 Nm aumenta la velocidad del codificador desproporcionadamente y abandona el intervalo lineal elástico. La determinación del límite de elasticidad y el par asociado son proporcionados por medio del método de la tangente.

#### **Determinación de la curva de elasticidad en el rango bajo de velocidad**

Gracias a la unidad interna modificada, la herramienta de mezclado del mezclador intensivo de cono a puede ser utilizada una velocidad muy baja con muy buena concentricidad. En primer lugar, la mezcla se cizalla con la velocidad especificada por el usuario con el fin de eliminar los efectos tixotrópicos. Por medio de la operación en el rango de velocidad desde 20,78 hasta 1,73 rpm 9 pares de velocidad/par pueden ser determinados. Una representación de los valores determinados se muestra en la Figura 4. El controlador lógico programable (PLC) calcula los parámetros reológicos g (límite de elasticidad) y h (viscosidad plástica). Dependiendo del número de valores de pares considerados velocidad/par varía considerablemente el límite elástico extrapolado especialmente a partir de los valores medidos de acuerdo al modelo Bingham.

#### **Pruebas de oscilación: barrido de amplitud**

La baja masa y la rigidez de la unidad de transmisión directa y el control directo del par del convertidor de

proceso de mezcla de fase única puede ser implementado sem restricciones, tais como o UHPC.

### **Avaliação reológica do betão em um misturador intensivo de cone**

A determinação das propriedades reológicas do misturador unicamente faz sentido, quando estas sofrem alterações muito menores após o final do processo de mistura. O processo de produção de duas fases também é vantajoso a este respeito (Figura 2). Para possibilitar o registro de quantidade e de viscosidade, o trem de transmissão do misturador intensivo do cone foi redesenhado. A unidade do motor reductor assíncrono do accionamento interno foi substituída por uma transmissão de elevado torque síncrono para alcançar a precisão da velocidade exigida e a rigidez do trecho de accionamento. A unidade é controlada através de um inversor de frequência que utiliza o princípio de controle direto de torque. Permitindo assim a aceleração controlada da transmissão síncrona da unidade e o funcionamento a baixas velocidades. Além disso, o conversor de frequência dispõe de um modo de controle de torque (esforço de cisalhamento controlado) que é preferível para as avaliações reológicas. Com isso, existem as seguintes possibilidades para a determinação da reologia no misturador:

#### **Determinação do limite de elasticidade, segundo o método da tangente**

O controle direto de torque do inversor de frequência garante um aumento linear no torque do motor síncrono, a partir de 0,5% do torque nominal. O codificador rotativo montado sobre o eixo do motor permite rotações com acréscimos de 0,192 mrad. A figura 3 ilustra a velocidade do codificador em [mrad/s] e o torque nominal do motor, em [Nm]. Acima de 15 Nm, a velocidade do codificador rotativo mostra um aumento desproporcional e abandona o intervalo linear elástico. A determinação do limite de elasticidade e o torque associado são fornecidas pelo método da tangente.

#### **Determinação da curva de elasticidade na gama baixa de velocidade**

Graças a alteração da unidade interna, a ferramenta de mistura do misturador intensivo de cone pode ser usada a uma velocidade muito baixa e com um alto grau de precisão de rotação. Em primeiro lugar, a mistura é submetida a cisalhamento a uma velocidade determinada pelo operador, a fim de eliminar os efeitos tixotrópicos. A operação na faixa de 20,78 a 1,73 rotações por minuto determina nove pares de velocidade/torque. Uma representação dos valores determinados são ilustrados na figura 4. O controlador lógico programável (CLP) calcula os parâmetros reológicos g (limite de elasticidade) e h (viscosidade plástica). Dependendo do número de valores de pares considerados a velocidade/torque varia consideravelmente o limite elástico extrapolado especialmente a partir dos valores medidos de acordo com o modelo de Bingham.

#### **Prova de oscilação: amplitude de varredura**

A baixa massa e a baixa rigidez da unidade de transmissão direta e o controle direto do torque do conversor

frecuencia permiten realizar por primera vez pruebas oscilatorias en el mezclador. Así el par será variado sinusoidalmente con una amplitud linealmente creciente (Figura 5) y la posición del eje del motor detectado a través del codificador giratorio. En condiciones ideales elásticas, la curva del par es coincidente con el trayecto del codificador rotativo. Bajo condiciones ideales viscosas se ajusta un desplazamiento de fase de 90°. Por definición, el límite de flujo es alcanzado con un desplazamiento de fase de 45°.

### Control selectivo de las propiedades del concreto fresco

La evaluación reológica de cada lote individual en el mezclador por mediciones hace posible detectar desviaciones y rectificarlas. Si los valores medidos del límite de elasticidad y la curva de elasticidad se encuentran fuera de un intervalo aceptable predeterminado (Fig. 6), la viscosidad del fluido y las propiedades del concreto son corregidas a través de la dosificación automática de plastificante.

### Resumen

Mediante el concepto de 3 etapas se reduce significativamente el esfuerzo experimental para el desarrollo del concreto. El ajuste de la técnica de mezclado de acuerdo al concreto respectivo conlleva a menores tiempos de mezclado, mejores propiedades del concreto fresco y una menor demanda de energía eléctrica para el proceso de mezclado. Por medio de la determinación del límite de elasticidad y la viscosidad plástica en el mezclador como valor medido se puede evaluar reológicamente cada lote individualmente. En el caso de desviaciones muy altas del valor de referencia se puede intervenir específicamente mediante la adición de otros aditivos para concreto.

### REFERENCIAS · BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Haist, M., Müller, H. S.: Nachhaltiger Beton - Betontechnologie im Spannungsfeld zwischen Ökobilanz und Leistungsfähigkeit, 9. Symposium Baustoffe und Bauwerkserhaltung, KIT, ISBN 978-3-86644-820-9
- [2] Jézéquel, P. H., Collin, V.: Mixing of concrete or mortars: Distributive aspects, Cement and Concrete Research, 678-686, Vol. 39(8), Elsevier, 2009
- [3] Nordenswan, E., Käppi, A.: A new online method of measuring the workability of self-compacting concrete, RILEM Symposium of SCC, 2007
- [4] de Larrard, F., Sedran, T.: Une nouvelle approche de la formulation des betons, Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, Centre de Nantes

de frequência permitem pela primeira vez a execução de testes oscilatórios no misturador. Durante esses testes, o torque é variado sinusoidalmente com uma amplitude linearmente crescente (Figura 5) e a posição do eixo do motor é detectado através do codificador rotativo. Em condições elásticas ideais, a curva de torque é coincidente com o curso do codificador rotativo. Em caso de condições de viscosidade ideal ocorre um deslocamento da fase de 90°. Por definição, o limite de fluxo é atingido com um deslocamento da fase de 45°.

### Controle Seletivo das propriedades do betão fresco

É possível detectar e corrigir desvios através da avaliação reológica para cada lote individual na misturadora. A avaliação reológica de cada lote individual na misturadora por medições torna possível detectar e corrigir desvios. Se os valores dos limites de elasticidade medidos e a curva de elasticidade se encontram fora de um intervalo predeterminado aceitável (Figura 6), a viscosidade do fluido e as propriedades do betão são corrigidas através da dosagem automática de plastificante.

### Resumo

O conceito de 3 fases, reduz significativamente o esforço experimental para o desenvolvimento da mistura do betão. A adaptação do equipamento de mistura ao betão respectivo conduz a um menor tempo de mistura, melhores propriedades do betão fresco e uma menor demanda de energia elétrica para o processo de mistura. Através da determinação do limite de elasticidade e a viscosidade plástica no misturador como valor medido se pode avaliar reologicamente cada lote individualmente. Em caso de desvios muito altos do valor de referência se pode intervir especificamente pela a adição de outros aditivos para betão.

**Prof. Dr.-Ing. Harald Garrecht** estudió ingeniería civil en la Universidad de Karlsruhe. En 1992 culminó su doctorado en la Universidad de Karlsruhe. Desde 04/2012 es profesor en la Universidad de Stuttgart, director del Instituto de Materiales de Construcción (IWB) y director científico del centro de investigación de materiales MPA.



**Dipl.-Ing. Dipl.-Ing. (FH) Christian Baumert** estudió ingeniería civil en la Universidad Politécnica de Münster. Después de trabajar durante dos años en la planificación, estudió ingeniería civil en la Universidad Técnica de Braunschweig con enfoque en construcción. Desde 06/2012 ha sido investigador en el Instituto de Materiales de Construcción (IWB) de la Universidad de Stuttgart, en el campo del trabajo de desarrollo de tecnología para aplicaciones de concreto.





JANSSENS BOUWMATERIALEN

# Nueva línea de producción de bloques para una planta belga

## Nova linha de produção de blocos para uma planta belga



Hess RH2000-3 MA con unidad de molde

Hess RH2000-3 MA com a unidade de molde

La empresa Janssens fue fundada en 1928 como un edificio comercial de material y empresa de transporte Jos Janssens Heymans y hoy produce como NV J. Janssens en Zonen en el Brecht principalmente bloques de concreto huecos y macizos y concreto premezclado, con una facturación anual de cerca 45 millones de euros. En los últimos tres años, las principales inversiones se realizaron en la flota de camiones y maquinaria, así como en una planta de concreto. Después de haberse tomado la decisión a favor de una nueva planta de producción, se mantuvieron conversaciones con varios fabricantes posibles. Después de estudios intensivos y comparaciones de los diferentes conceptos de planta, el Grupo Hess fue comisionado como proveedor de la planta. La razón principal de esta elección fue la adaptación óptima del diseño con la planta existente en conjunción con la ejecución tecnológica del sistema de bloques.

**Sistema de estantería Rotho con descensor y transportador de trinquete**

Sistema de estantes Rotho com elevador e transportadora com trava trinquete

### Nueva planta de producción de bloques

El suministro de concreto seguirá siendo garantizado por el equipo de dosificación y de mezclado existente. El mezclador Schlosser alimenta el concreto sobre una banda transportadora de la empresa VHV. Esta banda dosifica directamente en el silo de almacenamiento de la planta de fabricación de bloques de Hess RH 2000-3 MA, un producto emblemático de la paleta de productos de Hess. El tamaño del tablero es de 1.400 x 1.300 mm, con una superficie

A empresa Janssens foi fundada em 1928 como um edifício comercial de materiais e empresa de transporte Jos Janssens Heymans e hoje produz como NV J. Janssens em Zonen na cidade de Brecht, principalmente blocos de concreto ocos e sólidos e concreto pré-misturado, com um faturamento anual de cerca de 45 milhões de euros. Nos últimos três anos, os investimentos principais foram feitos na frota de caminhões e máquinas, assim como em uma planta de concreto. Depois de ter tomado a decisão em favor de uma nova planta de produção, se iniciaram as conversações com diversos fabricantes em potencial. Depois de intensos estudos e comparações de diferentes conceitos de plantas, o grupo Hess foi contratado como fornecedor da planta. A principal razão para esta escolha foi a ótima adaptação do desenho da planta existente em conjunção com a execução tecnológica do sistema de blocos.

### Nova planta de produção de blocos

O fornecimento de concreto seguirá sendo garantido pela equipe de dosificação e de mistura já

existente. O misturador Schlosser alimenta o concreto sobre uma esteira transportadora da empresa VHV. Esta esteira dosa diretamente no silo de armazenamento da planta de fabricação de blocos da Hess RH 2000-3 MA, o principal produto da paleta de produtos da Hess. O tamanho da placa é de 1.400 x 1.300 milímetros, com uma área de produção de 1.300 x 1.250 mm que permite a produção por ciclo de 18 blocos, cada um de 200 x 400 x 200 mm. O tempo do ciclo da máquina para a fabricação destes produtos é de cerca de 13,5 segundos.

Os blocos são produzidos sobre as placas de apoio DuroBOARD da empresa Assyx. A máquina entrega os produtos para a esteira transportadora de correia trapezoidal, que os transporta ao elevador. O primeiro tem uma capacidade de carga de até 14 toneladas e foi concebido com base na altura do edifício, para mais de nove andares e pilha dupla.

### Movimentos de rastreamento a laser

O grupo de veículos com rotor transporta os produtos para o sistema de prateleiras Rotho.



Figura: Janssens

Figura: Janssens

de produção de 1.300 x 1.250 mm, que possibilita a produção por ciclo de 18 blocos cada um de 200 x 400 x 200 mm. O tempo de ciclo da máquina para a fabricação de estes produtos é de aproximadamente 13,5 segundos.

Os blocos são produzidos sobre as placas de assento Du-roBOARD da empresa Assyx. A máquina entrega os produtos a uma transportadora de correia trapezoidal, que os transporta ao elevador. O anterior tem uma capacidade de carga de até 14 toneladas e está projetado, baseado na altura do edifício, para mais de nove andares e dupla pilagem.

### Seguimiento láser de movimientos

O grupo de veículos com rotor transporta os produtos para o sistema de estanterias Rotho. Todos os movimentos do grupo de veículos são monitorados por laser. Para assegurar a boa visibilidade em qualquer condição, o sistema é operado manualmente através de um controle remoto manual, semelhante ao utilizado para as gruas nas obras de construção.

Depois do curado, as peças dos blocos são transportadas para o elevador. A separação das placas no elevador é executada por meio de uma elevação paralela. Um transportador de corrente controlado eletricamente transporta os produtos para o empacotador. As placas vazias são desde ali levadas para limpá-las, rociá-las e girá-las e depois para a estanteria da máquina.

Uma unidade de deslocamento das placas, seguida por um transportador de corrente está conectada a uma reserva de placa.

O empacotador servo controlado toma os produtos dos documentos de fabricação e os coloca sobre a correia. Os movimentos de elevação, condução e de rotação do empacotador são controlados por servomotores. A pinça é ac-



Figura: Janssens

Panel de control con visualización de Hess

Painel de controle com visualização da Hess

cionada hidráulicamente e logra girar os blocos vazios 180°, de modo que os produtos não precisam ser girados manualmente durante o processamento.

O transportador de barras transporta os pacotes de blocos em uma máquina flejadora horizontal Cyklop. A seguir, os pacotes de blocos prontos são transferidos para a área de carga.

### Início puntual de la producción permitido

O sistema de controle encontra-se em uma sala de controle central, a caixa de energia encontra-se acima em um segundo andar. Controladores Siemens S7 são utilizados e para a visualização foram implementados Siemens WIN CC. Para a fácil operação manual, um painel móvel encontra-se no equipamento. Através de um tele-serviço via Internet, torna-se possível, um diagnóstico em caso de falhas ou de manutenção remota do sistema.

O projeto demonstrou que uma boa relação de trabalho entre o cliente e o provedor é muito importante. Ambas partes estão muito satisfeitas com o fato de que, apesar das condições climáticas, todos os prazos foram cumpridos. Portanto, foi possível a entrega do sistema para o cliente dentro do prazo e o início pontual da produção foi possível.

Apesar da atual crise no setor da construção, os proprietários atuais da NV J. Janssens em Zonen olham esperançosos para o futuro e definiram como meta continuar expandindo esta empresa familiar.

Após a cura, as peças dos blocos são transportadas para o elevador. A separação das placas no elevador é executada por meio de uma elevação paralela. Um transportador trava, eletricamente controlado, transporta os produtos para o empacotador. Placas vazias são a partir daí transportadas para a limpeza e depois pulverizadas e rodadas para a prateleira da máquina.

Uma unidade de deslocamento das placas, seguida por um transportador de corrente está ligada a uma placa de apoio. O empacotador servo controlado pega os produtos dos documentos de fabricação e os coloca sobre a esteira. Os movimentos de elevação, condução e de rotação do empacotador são controlados por servomotores. A pinça é acionada hidráulicamente e pode girar o bloco em 180°, de modo que os produtos não precisam ser girados manualmente durante o processamento.

O transportador de barras transporta os pacotes de blocos em uma máquina de cintar horizontal Cyklop. Em seguida, os pacotes com blocos prontos são transferidos para a área de carregamento.

O sistema de controle encontra-se em uma sala de controle central, a caixa de energia está localizada acima, no segundo andar. Controladores Siemens S7 são utilizados para a visualização e foram implementados pela Siemens WIN CC. Para a fácil operação manual, um painel móvel está localizado no equipamento. Através de um tele-serviço via Internet, torna-se possível, um diagnóstico em caso de falhas ou de manutenção remota do sistema.

O projeto demonstrou que uma boa relação de trabalho entre o cliente e o fornecedor é muito importante. Ambos os lados estão muito satisfeitos com o fato de que, apesar das condições climáticas, todos os prazos foram cumpridos. Portanto, foi possível a entrega do sistema para o cliente dentro do prazo e o início pontual da produção foi possível.

### Início puntual da produção permitida

O sistema de controle encontra-se em uma sala de controle cen-

tral, a caixa de energia está localizada acima, no segundo andar. Controladores Siemens S7 são utilizados para a visualização e foram implementados pela Siemens WIN CC. Para a fácil operação manual, um painel móvel está localizado no equipamento. Através de um tele-serviço via Internet, torna-se possível, um diagnóstico em caso de falhas ou de manutenção remota do sistema.

O projeto demonstrou que uma boa relação de trabalho entre o cliente e o fornecedor é muito importante. Ambos os lados estão muito satisfeitos com o fato de que, apesar das condições climáticas, todos os prazos foram cumpridos. Portanto, foi possível a entrega do sistema para o cliente dentro do prazo e o início pontual da produção.

Apesar da atual crise no setor de construção, os proprietários atuais da NV J. Janssens em Zonen olham esperançosos para o futuro e definiram como meta continuar a expandir os negócios da família.

### CONTACTO

Janssens Bouwmaterialen

Heihoefke 1

2960 Brecht/Bélgica

+32 3 313 85 81

info@josjanssens.be

[www.janssensbouwmaterialen.be](http://www.janssensbouwmaterialen.be)

Hess Maschinenfabrik GmbH & Co. KG

Freier-Grund-Str. 123

57299 Burbach-Wahlbach

Alemania/Alemanha

+49 2736 497-60

info@hess-maschinenfabrik.de

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



Brasil es un país lleno de contradicciones. Aunque todavía se considera en Europa un país en vías de desarrollo, la mayor nación de Sudamérica sorprende con un crecimiento anual de su economía del 4-6%, sustanciales índices de crecimiento industrial y más de dos millones de nuevos trabajos al año.

O Brasil é um país cheio de contradições. Contudo, ainda é considerado na Europa como um país em desenvolvimento, e a maior nação do Sul da América surpreende com um crescimento anual de 4-6%, de substancial industrial e mais de dois milhões de novos empregos por ano.

## Construcción prefabricada usada para centros penitenciarios brasileños

## Construção pré-fabricada utilizada para centros penitenciários brasileiros

Texto: Dr.-Ing. Barbara Janorschke, Dr.-Ing. Ulrich Palzer

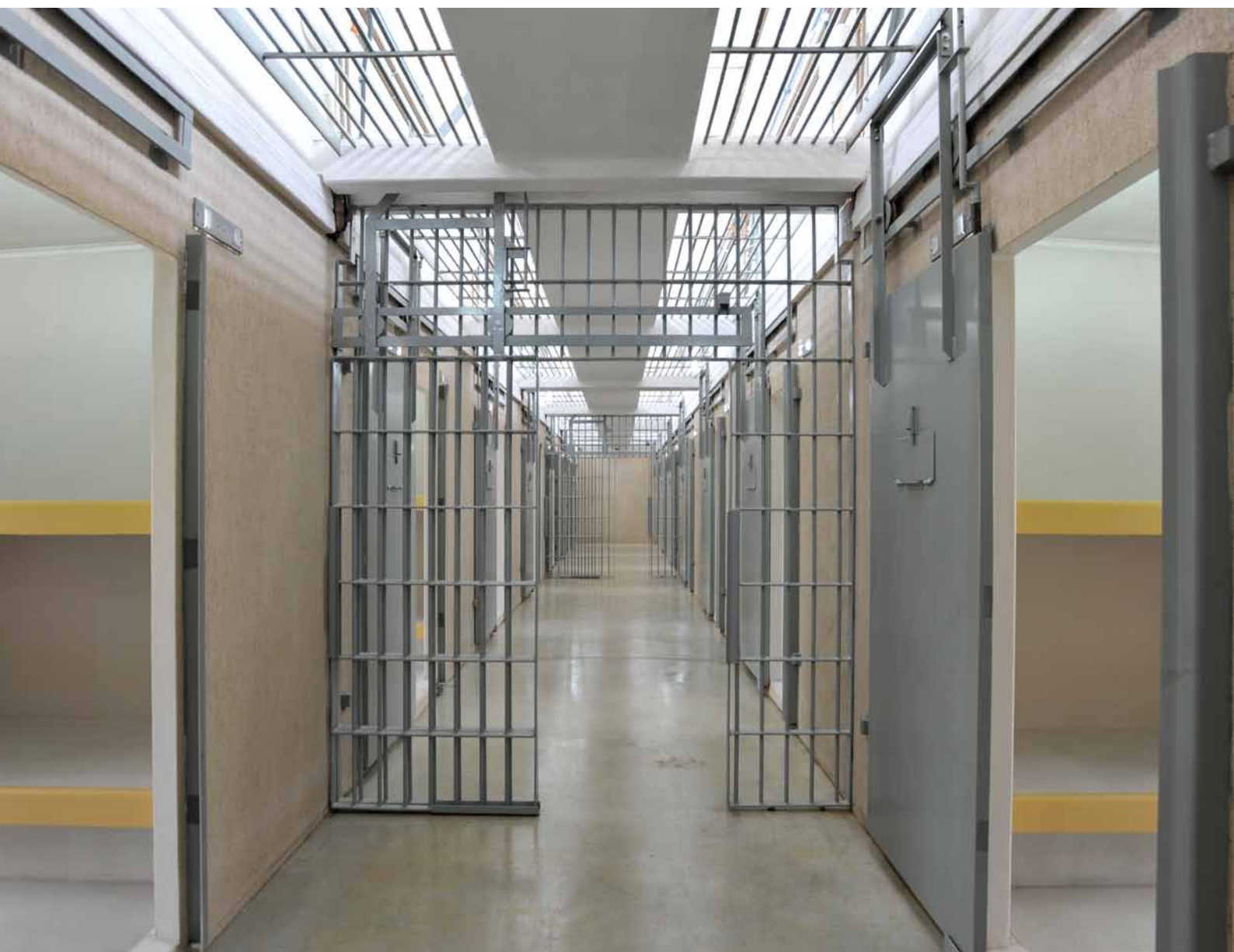
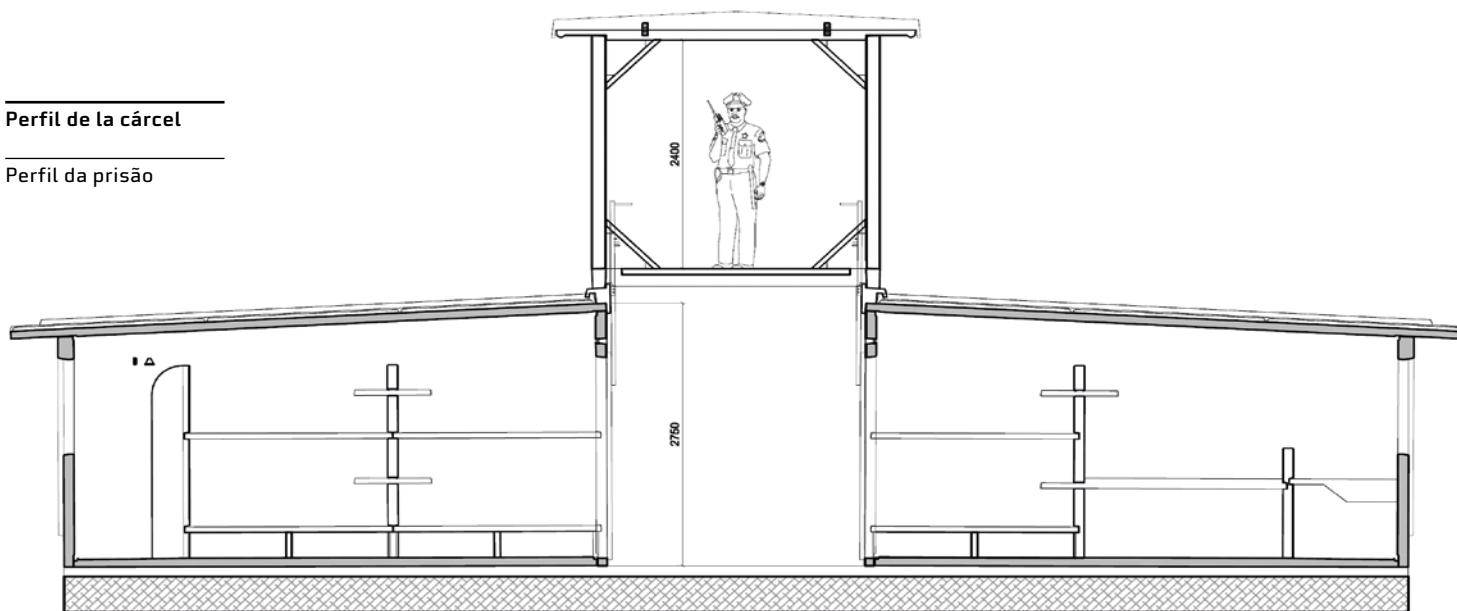
**Brasil tiene el mayor nivel de industrialización de todas las economías de Latinoamérica**, y es una de las diez mayores economías con una orientación de economía de mercado desde 1990 [1]. El país continúa desarrollándose todo el tiempo. El producto interior bruto suma más de 750.000 millones de dólares estadounidenses. El 24% de la población trabaja en agricultura, el 56% en el sector servicios, y el 20% en el sector de la industria y la construcción [2]. La organización industrial de los procesos de planificación y construcción es un factor esencial para incrementar la productividad de la producción de la construcción hoy en día. Solo unas pocas grandes corporaciones dominan la industria de la construcción en Brasil. Para llegar a la posición de poder cumplir con la demanda, la prefabricación juega un importante papel en estas empresas de construcción. Esto no se aplica al mercado de viviendas, que avanzó hacia mercados más interesantes en el resto del mundo. También se aplica, entre otras cosas, al penitenciario. Según cálculos del “Instituto interamericano de derechos humanos” (IIDH), hay en la actualidad un millón de personas en custodia en las prisiones abarrotadas de Latinoamérica (casi una séptima parte de ellas en Brasil [3]. Las prisiones de Brasil tienen una capacidad de 74.000 personas. De hecho, hay actualmente unos 170.000 prisioneros en centros de detención y comisarías de policía. Por lo tanto, faltan unos 96.000 puestos para ellos [4]. De ahí que la industria de la construcción afronte una gran demanda. La empresa de construcción SISCOBRAS (Sistemas Construtivos do Brasil S.A., Avenida Farroupilha 8001, 92425-900 Canoas, RS, Brasil) ha asumido esta tarea. Además de sus oficinas centrales en Canoas, la compañía tiene una subsidiaria en Ivoti.

**O Brasil tem o mais alto nível de industrialização de todas as economias da América Latina** e tem sido uma das dez maiores economias com uma orientação de economia de mercado desde 1990 [1]. O país continua a desenvolver-se a toda a hora. O produto interno bruto equivale a mais de 750,000 milhões de dólares. 24% da população trabalha na agricultura, 56% no setor de serviços e 20% na indústria e setor de construção[2].

A organização industrial de processos de planeamento e construção é um fator essencial para o aumento da saída de produtividade de construção dos dias de hoje. Apenas umas corporações maiores dominam a indústria de construção no Brasil. Para estar em posição de resposta à procura, a pré-fabricação tem um papel distinto nessas empresas de construção. Isto aplica-se não só ao mercado imobiliário que avançou para mercados com maior interesse em todo o mundo. Aplica-se também, entre outras coisas às penitenciárias. Segundo as estimativas do “Instituto Inter-Americano dos Direitos Humanos” (IIDH), um milhão de pessoas encontram-se atualmente custodiadas nas prisões da América Latina – quase um sétimo delas no Brasil [3]. As prisões Brasileiras têm capacidade para 74,000 lugares. De momento, existem contudo cerca de 170,000 prisioneiros em centros de detenção e estações de polícia. Com isto, existe uma falta de 96,000 lugares [4]. Por isso, a indústria de construção é vista com um alto nível de procura. A empresa de construção SISCOBRAS (Sistemas Construtivos do Brasil S. A., Avenida Farroupilha 8001, 92425-900 Canoas, RS, Brasil) assumiu esta tarefa. Além da sua sede em Canoas, a empresa tem uma filial em Ivoti. Em 2009, a SISCOBRAS foi fundada como uma empresa afiliada da VERDI – Construções S.A. A empresa concentra-se na sua maioria numa construção industrializada de prédios

Perfil de la cárcel

Perfil da prisão



**1**  
El interior del centro penitenciario completamente prefabricado en Brasil

O interior do centro penitenciário completamente pré-fabricado no Brasil





## 2

### Un sistema modular de marcos de aceros y de elementos de hormigón preformados

Um sistema modular de estruturas de aço pré-moldado e elementos de betão

SISCOBRAS se fundó en 2009 como empresa afiliada de VERDI – Construções S.A. La compañía se concentra principalmente en la construcción industrializada de edificios para penitenciarias. Aquí, el objetivo principal son los sistemas modulares prefabricados hechos de hormigón de alto rendimiento (llamado: hormigón “CAD” – Concreto de Alto Desempenho) compuesto de elementos de hormigón planos preformados. El sistema SISCOPEN – SISTema CONstrutivo PENitenciário – fue patentado y domina el mercado sudamericano hoy en día. La compañía ofrece centros penitenciarios de diferentes dimensiones para prisioneros masculinos y femeninos, adaptando de forma óptima el concepto funcional a las condiciones imperantes en Brasil. La gama básica incluye edificios de prisiones para 600 arrestados. El sistema de construcción modular se utiliza exclusivamente para el área donde se mantienen a personas bajo custodia y la sección comercial se había construido de forma tradicional hasta ahora. Sin embargo, la empresa tuvo que replantearse debido a la situación del negocio en los últimos años. Para estar en la posición de satisfacer la creciente demanda de centros penitenciarios, era necesario racionalizar las secciones de construcción de los centros penitenciarios construidos de forma tradicional. Para este propósito, la compañía se propuso cooperar con fabricantes alemanes de sistemas modulares de acero. Se alcanzó un acuerdo con la empresa alemana Graeff Container & Hallenbau GmbH para la fabricación de contenedores de acero para la sección comercial de las penitenciarias. Fruto de esta colaboración se desarrolló el producto FastFlex, un proyecto conjunto de las compañías Graeff Container & Hallenbau GmbH/Mannheim y SISCO-

para penitenciarias. Aquí, o foco principal da empresa baseia-se em sistemas modulares pré-fabricados feitos de betão de alto-desempenho (chamados: betão “CAD” – Betão de alto-desempenho) montados com elementos pré-moldados de betão. O sistema SISCOPEN – Sistema Construtivo Penitenciário – foi patentado e domina hoje o mercado Sul-Americano. A empresa oferece centros penitenciários em dimensões diferentes para prisioneiros femininos e masculinos, onde o conceito funcional é adaptado às condições que prevalecem no Brasil de uma maneira otimizada. A variedade básica inclui edifícios prisionais para 600 pessoas detidas. Considerando que o sistema de construção modular é utilizado exclusivamente na área onde as pessoas se encontram em custódia, a secção comercial foi construída até hoje de forma tradicional. Contudo, a empresa foi forçada a repensá-la devido à situação negocial dos últimos anos. De forma a estar em posição para fazer face à procura de centros penitenciários, foi necessário racionalizar as secções do edifício dos centros de penitenciária tradicionalmente construídas. Para este efeito, a empresa focou-se em cooperar com os fabricantes Alemães dos sistemas modulares de aço. Foi alcançado um acordo com a empresa Alemã Graeff Container & Hallenbau GmbH para a fabricação de recipientes de aço para a secção comercial das penitenciarias. O produto FastFlex desenvolvido a partir desta colaboração é um projeto conjunto das empresas Graeff Container & Hallenbau GmbH/Manheim e SISCOBRAS. A base é uma estrutura de apoio feita de perfis de aço. A produção é realizada na fábrica das Construções Verdi em Canoas (SISCOBRAS). A equipa Brasileira foi formada na Alemanha para esta finalidade. No entanto, já são tomados vários protótipos na produção. São usa-

BRAS. La base es un marco de soporte fabricado en secciones de acero. La producción se lleva a cabo en la fábrica de Verdi Construcciones S.A. en Canoas (SISCO-BRAS). Para este fin, el personal brasileño fue formado en Alemania.

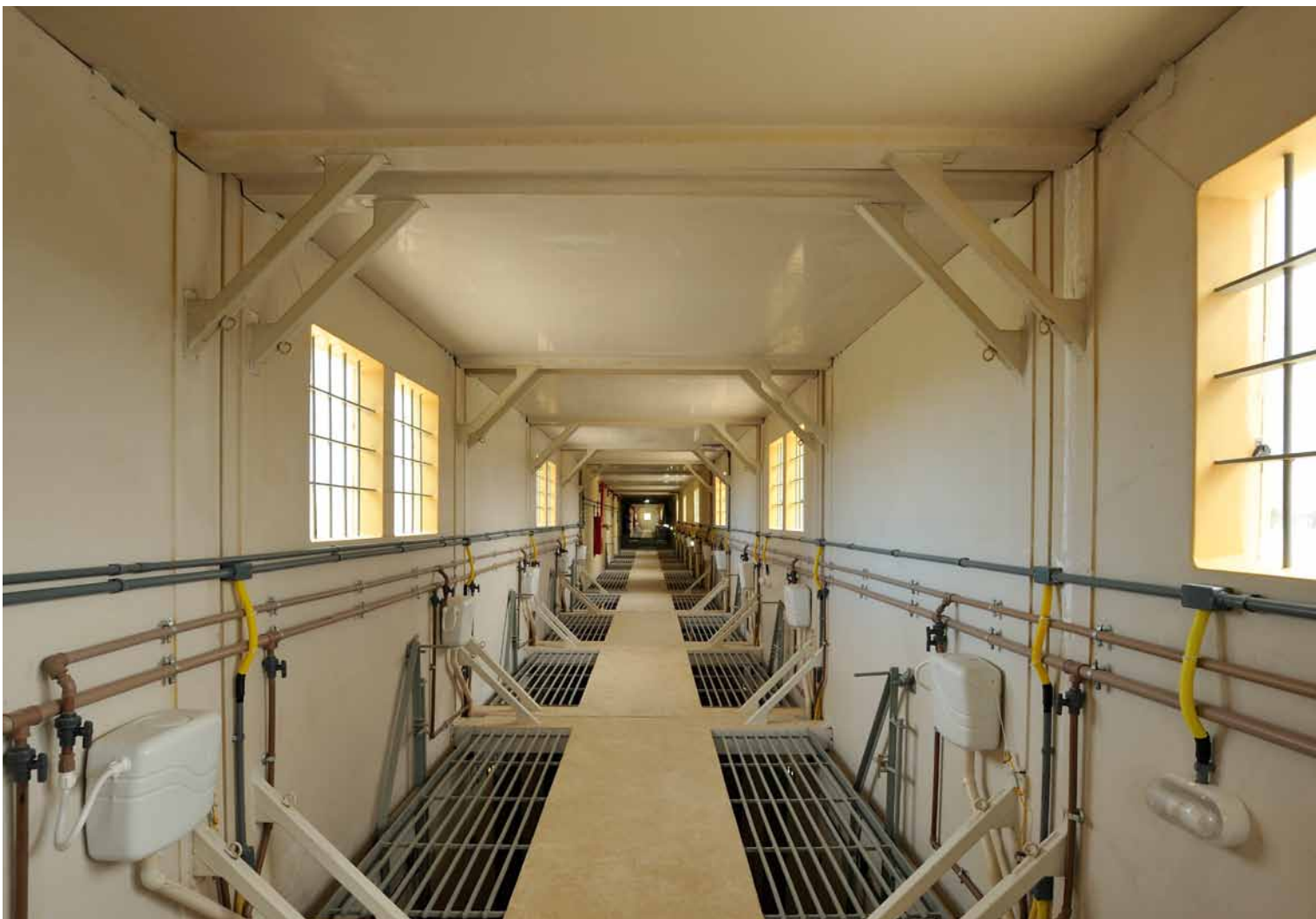
Sin embargo, varios prototipos ya se han llevado a producción. Se utilizan diferentes diseños como paneles de relleno, como por ejemplo elementos GFRP (polímero reforzado de fibra de vidrio) en toda la superficie, elementos de “bocadillo de acero” con espuma de poliuretano y/o lana mineral, bloques de cemento para suelos y/o salas estancas, platos trapezoidales hechos de acero o aluminio como cubierta del tejado. Ha sido posible llevar con éxito al mercado los módulos de hormigón CAD al igual que los módulos FastFlex. En la actualidad, hay una gran demanda de componentes de alta calidad, que se utilizan, entre otras cosas, para edificios en el campo del cuidado de la salud, escuelas, policía y sistemas de seguridad. Las unidades modulares hechas de hormigón CAD se producen en Ivoti. La compañía ha adquirido ahí un área de aproximadamente 30 hectáreas con edificios de producción de una antigua curtiduría y a largo plazo se propone reubicar en este lugar toda la producción de módulos “GRC” reforzados con fibra de vidrio (hormigón reforzado con fibra de vidrio) y de módulos FastFlex. Han pasado unos 12 meses desde la planificación preliminar hasta el funcionamiento de la subsidiaria en Ivoti. La fábrica comenzó a operar a principios de 2011 y se calculan otros 12 meses hasta que la fábrica funcione a su pleno nivel de producción. La fábrica crea para almacenar,

dos diversos diferentes diseños em painéis de enchimento, tais como elementos de superfície total de GFRP, elementos de painel de sandwich de aço com espuma de poliuretano e/ou lã mineral, lajes de cimento para pisos e/ou salas com chão aquecido, placas feitas de aço ou alumínio trapezoidais como cobertura de telhado, etc. Foi possível colocar com êxito os módulos de betão CAD no mercado assim como os módulos FastFlex. Atualmente, há uma grande procura de componentes de alta qualidade, que, entre outras coisas, são também utilizados em sistemas de edificios do domínio da saúde, escolas, polícia e segurança. As unidades modulares feitas com betão CAD são produzidas em Ivoti. A empresa adquiriu uma área de aproximadamente 30 hectares com edificios de produção de um antigo curtume e pretende transferir toda a produção de módulos de fibra de vidro reforçada “GRC” (betão reforçado com fibra de vidro) e FastFlex a longo prazo para este mesmo local. Passaram 12 meses desde o planeamento preliminar até ao início da filial em Ivoti. A fábrica começou a funcionar no início de 2011 e estão programados mais 12 meses para que a fábrica esteja a funcionar em pleno nível de produção. A fábrica produz para armazenamento, portanto, está em posição de erigir as instalações estando preparada para ocupação dentro de 6 meses. O betão CAD de alto grau tendo uma força de compressão de 80 Mpa (N7mm<sup>2</sup>) é utilizado para realizar o sistema de construção modular. As unidades modulares são montadas a partir de elementos pré-moldados de betão. Estes elementos são produzidos em posição horizontal. De momento, a fábrica contém 3 linhas diferentes de produção em paralelo. O período de circun-

3

Incluso los pasillos de mantenimiento son de hormigón CAD prefabricado

Até as passagens de manutenção são pré-fabricadas em betão CAD





por lo que está en posición de erigir las instalaciones preparadas para su ocupación en 6 meses. El hormigón CAD de alto nivel tiene una fuerza de compresión de 80 Mpa (N/mm<sup>2</sup>) y se utiliza para el sistema de construcción modular. Las unidades modulares se componen de elementos planos de hormigón premontado. Estos elementos planos se producen en posición horizontal. Actualmente, la fábrica posee 3 líneas diferentes de producción funcionando en paralelo. El periodo de circulación del encofrado es uno por día. El encofrado

se retira de los elementos del suelo, la pared y el techo que son fabricados en 12 horas y luego almacenados. Después de aproximadamente una semana, los elementos planos preformados se montan en módulos con la ayuda de plantillas, y se sueldan las conexiones. Luego, comienza la finalización del interior, donde incluso el mobiliario se hace con GRC. La superficie del sistema modular se termina con un recubrimiento a la entrega.

Los sistemas de muros a prueba de fugas solo se realizan tras el montaje de las unidades modulares individuales en el edificio: el panel interior hecho de hormigón CAD tiene un grosor máximo de pared de 45 mm. Las tablas entre dos sistemas modulares crean el encofrado requerido para un grosor de muro total de 100 mm entre las unidades estructurales. Los espacios de los módulos se vacían en el lugar tras su montaje. La construcción del tejado se diseña con armazones dobles. El armazón superior se proporciona como hormigón blanco impermeable, con una superficie finalizada con un aislamiento térmico incrustado. Se aplica una capa de hormigón blanco con fibras ASR sobre el encofrado, tres láminas con un grosor total de 12mm. Después se insertan las tablas aislantes y las uniones son lechadas. El hormigón CAD es autocompactante: la superficie no tiene poros y es indestructible cuando se endurece. Es similar al mármol pulido.

Los pasos individuales de procesamiento de la fábrica están sujetos a un control de calidad constante. Sin embargo, la "sostenibilidad" tiene un papel importante también. Se desechan los residuos por separado y los materiales de reciclaje se utilizan de forma razonable. Los cementos blancos se utilizan exclusivamente para la producción para poder cumplir con los estándares de alta calidad de la penitenciaría. El cemento de clase ASI (alta graduación) se importa de diferentes países (Egipto, México y otros), ya que no hay productos apropiados disponibles en Brasil. Los añadidos consisten en piedra caliza blanca disponible localmente. Se utiliza fibra de vidrio alcali resistente como refuerzo, importada de Europa o Asia. El hormigón de fibra de vidrio reforzado tiene un índice de arena-cemento de 1:1 y no contiene añadidos toscos. La pasta de cemento se premezcla en la mezcladora, se mezcla con fibras de vidrio y se vierte en moldes o se bombea mediante una pistola pulverizadora para su aplicación. La pistola pulverizadora está provista de una unidad de corte para cortar los sobrantes de fibra de vidrio con una longitud definida que se añaden a la pasta de cemento. Las fibras cortadas y la pasta de cemento se combinan al aplicarlas a la superfi-

lação de cofragem é de um por dia, a cofragem é removida dos elementos fabricados de chão, parede e teto após 12 horas, e estes são então armazenados. Cerca de uma semana após, os elementos pré-moldados são montados aos módulos com a ajuda de modelos e as ligações são soldadas. Após isto, é então iniciada a conclusão do interior, onde a mobília é feita de GRC. A superfície do sistema modular é finalizado com um revestimento aquando da entrega. Os sistemas de parade anti-fuga são apenas realizados após montagem das unidades modulares no local: O painel interno feito de betão CAD tem uma parede de espessura máxima de 45mm. As placas entre dois sistemas modulares criam a cofragem necessária para uma espessura de parede de 100mm entre as unidades estruturais. Os espaços dos módulos são simplesmente fundidos no local após a montagem. A construção do telhado é projetada com estruturas curvas duplas. A estrutura curva superior é fornecida com uma superfície de betão branco de estanque tendo um acabamento em isolamento térmico. É pulverizada sobre a cofragem uma camada de betão branco com fibras ASR, com três camadas, tendo uma espessura total de 12mm. Após isto, são inseridas as placas de isolamento e rebocadas as articulações. O betão CAD é auto-compacto; a superfície não é porosa e é indestrutível quando endurecida. É semelhante a mármore polido. Os passos individuais do processo são objeto de um controlo de qualidade constante. Contudo, o tópico "sustentabilidade" desempenha um papel também importante. Os resíduos são compostos de materiais posteriormente separados e reciclados e utilizados de forma razoável. Os cimentos brancos são utilizados exclusivamente para produção com a finalidade de serem capazes de satisfazer a elevada qualidade segundo as normas da penitenciária. O cimento de classe ARI (alta qualidade) é importado de diferentes países (Egipto, México e outros), pois não existem produtos apropriados disponíveis no Brasil. Os agregados são compostos de calcário branco localmente disponíveis. As fibras de vidro resistentes Alkali são utilizadas como reforço, importadas da Europa ou Ásia. O betão reforçado com fibra de vidro tem uma relação de 1:1 e não contém quaisquer agregados graúdos. A pasta de cimento é previamente misturada na misturadora com fibras de vidro e vertida ou bombeada em moldes através de uma pistola de pulverização para a respetiva aplicação. A pistola de pulverização é equipada com uma unidade de corte para cortar as longas mechas de fibra de vidro num comprimento



4

Los elementos planos de la pared son fabricados con hormigón de alto rendimiento (hormigón CAD)

Os elementos completos de parede são feitos de um betão de alto-desempenho (betão CAD)



cie del encofrado. Se optimiza la mezcla con aditivos para lograr que las inclusiones de aire se desaireen sin compactación y una distribución óptima de la fibra. El método de producción del GRC fue desarrollado y optimizado por la fábrica. El equipo habitual se utilizó para la estación de hormigón, las grúas, las carretillas elevadoras, los palets, los aparatos de soldadura y herramientas de mano. La producción de los módulos CAD está funcionando a toda capacidad en el presente, con un solo turno. La fábrica crea unas 30 unidades al mes de los módulos FastFlex, que son relativamente nuevos en el mercado. La producción, sin embargo, se extenderá a unas 800 unidades al año. También hay planeada una producción mensual del sistema SISCO-PEN para 600 puestos más de prisión. El incremento en la producción necesario se puede realizar de forma relativamente fácil implementando un sistema de dos o tres turnos. SISCOBRAS se considera una empresa líder e innovadora en Brasil y Sudamérica en el campo de la construcción de centros penitenciarios. A medio plazo, la compañía planea fábricas adicionales en Brasil, preferiblemente en las regiones del norte y del nordeste, al igual que en el centro de Brasil. Al desarrollar redes con universidades, institutos de investigación, expertos industriales, oficinas de consultoría, etc., SISCOBRAS ya estaba en la posición de establecer una base sólida nacional e internacional para la empresa. La cooperación con la empresa alemana es nueva, y ciertamente un hito adicional en la historia de la empresa.

definido que é adicionado à pasta de cimento. As fibras cortadas e a pasta de cimento combinam-se quando aplicadas na superfície da cofragem. Os aditivos otimizam a mistura com o resultado que as inclusões de ar desidratam sem compactação e otimizam a distribuição da fibra. O método de produção para o GRC foi desenvolvido e otimizado pela própria fábrica. Foi utilizado o equipamento habitual para a estação de betão, grua amovíveis, empilhadores de paletes, aparelhos de solda e ferramentas manuais. A produção de módulos de CAD está atualmente a funcionar em capacidade total. A fábrica encontra-se a produzir cerca de 30 unidades de módulos FastFlex por mês, que são relativamente novos no mercado. Contudo, a produção irá ser estendida para cerca de 800 unidades por ano. Ainda está planeada a produção mensal de sistema SISCO-PEN para 600 lugares de prisão. O aumento necessário de produção é de fácil realização através da implementação de uma divisão de três turnos por sistema. A SISCOBRAS está a ser considerada para ser uma companhia líder no Brasil e América do Sul no domínio da construção de centros penitenciários. A empresa está a planear fábricas adicionais a médio termo no Brasil de preferência nas regiões do norte e nordeste assim como no centro do Brasil. Ao desenvolver redes de trabalho com universidades, institutos de pesquisa, especialistas da indústria, escritórios de consultoria, etc, a SISCOBRAS já se encontrava n a posição de estabelecer uma base sólida a nível nacional e internacional para a empresa. A cooperação com a empresa Alemã é nova, e, certamente um marco adicional na história da empresa.

#### REFERENCIAS · LITERATURA PARA CONSULTA

- [1] [www.wiwi.uni-frankfurt.de](http://www.wiwi.uni-frankfurt.de)
- [2] [www.abipur.de/referate/stat/668594680.html](http://www.abipur.de/referate/stat/668594680.html)
- [3] [www.ln-berlin.de/?/artikel/2571.html](http://www.ln-berlin.de/?/artikel/2571.html)
- [4] [brasilienetzwerk.amnesty.at/berichte/haeftlinge.htm](http://brasilienetzwerk.amnesty.at/berichte/haeftlinge.htm)



Dos grandes empresas finlandesas que ofrecen soluciones para la industria de la construcción, Elematic Oy Ab y el Grupo Peikko han llevado a cabo conjuntamente un proyecto de investigación para evaluar las posibilidades del uso de la tecnología de prefabricados en zonas sísmicas. El enfoque se centro en la tecnología y la viabilidad.

Elematic Oy Ab e Grupo Peikko Corporation, duas das principais empresas finlandesas que oferecem soluções na área da construção civil, realizaram, em conjunto, um projeto de pesquisa para avaliar as possibilidades do uso de estruturas pré-fabricadas na construção de edifícios em áreas de atividade sísmica. O foco do estudo abrangeu questões referentes à tecnologia e viabilidade.

# Idoneidad de la construcción de edificios prefabricados para zonas sísmicas

## Uso de Pré-fabricados em Áreas de Abalos Sísmicos

Texto: Olli Koriander



1 Proyecto del bloque residencial

Projeto do bloco residencial

Las construcciones de edificios prefabricados son adecuadas para las regiones sísmicas. En estas regiones, lo esencial es la planificación correcta de la técnica de las conexiones durante el proceso de diseño y construcción. Dos grandes empresas finlandesas que ofrecen soluciones para la industria de la construcción, Elematic Oy Ab y el Grupo Peikko han llevado a cabo conjuntamente un proyecto de investigación para evaluar las posibilidades del uso de la tecnología de prefabricados en zonas sísmicas. El enfoque se centro en la tecnología y la viabilidad. Para la investigación práctica se seleccionaron dos áreas en China con diferentes niveles marcados de actividad sísmica. El resultado de este proyecto ya culminado es un ejemplo de cómo las ventajas de este diseño pueden ser utilizadas en zonas propensas a terremotos con un sistema completo de prefabricados para viviendas.

### Ventajas de la construcción con concreto prefabricado

La construcción de prefabricados es adecuada como un proceso industrial de bajo costo para una variedad de proyectos de construcciones altas y bajas. Las principales ventajas de este tipo de construcción incluyen un mejor control y seguimiento del proceso de producción, una ejecución del proyecto más rápida, una mayor eficiencia en la producción – tanto en términos del número

Estruturas pré-fabricadas para a construção civil podem ser utilizadas em regiões que apresentam atividade sísmica. Nessas áreas, o planejamento técnico das conexões é o ponto crucial no processo de concepção do projeto e em sua construção. Duas das principais empresas dinamarquesas, que oferecem soluções na área da construção civil, Elematic Oy Ab e Grupo Peikko Corporation, têm realizado em conjunto um projeto de pesquisa para avaliar as possibilidades referentes à construção em áreas de atividade sísmica, fazendo uso de pré-fabricados. O foco do estudo abrangeu questões referentes à tecnologia e viabilidade. Para a pesquisa prática, foram escolhidas, na China, duas áreas específicas, de diferentes níveis de atividade sísmica entre si. O resultado do estudo, já concluído, é um exemplo de como um completo sistema, de pré-fabricado de habitação, pode se beneficiar das vantagens do uso de estruturas pré-fabricadas na construção em áreas de atividade sísmica.

### Benefícios da Utilização de Pré-fabricados na Construção Civil

A construção a partir de pré-fabricados é um método econômico de escala industrial voltado à uma gama de projetos de arquitetura e engenharia civil. Sobre os principais benefícios desse método, podemos citar um maior controle no processo de construção, a rápida execução

2 Plano del piso

Layout do piso



3 Arquitectura de la vista sur  
Arquitetura da vista sul



de empleados, así como el uso de materias primas -, y adicionalmente un producto de mayor calidad.

La construcción con piezas prefabricadas de concreto está muy extendida en todo el mundo. Para diversas aplicaciones en la construcción existen diferentes sistemas estructurales. Estos varían de acuerdo a los requerimientos locales, la experiencia y el nivel de conocimiento, así como las soluciones ofrecidas por la industria de los prefabricados de cada país. En el pasado, algunos países de Europa, incluidos los países escandinavos, lideraban el desarrollo de la construcción industrial.

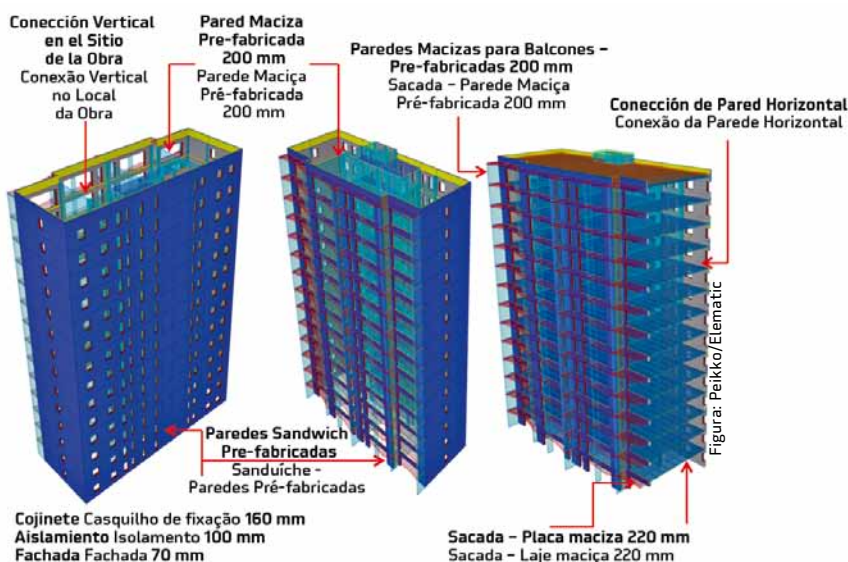
Hoy en día, los mayores mercados de la industria de la construcción se encuentran principalmente en regiones donde la actividad sísmica es tenida en cuenta durante la planificación y el diseño. Incluso en Europa aumenta el número de regiones con mayores requisitos de seguridad anti-sísmica. En estos lugares, la construcción prefabricada ha sido utilizada en menor medida debido a la falta de experiencia o falta de procedimientos de diseño adecuados y normas. Sin embargo, estos métodos han sido utilizados con éxito en países con alta actividad sísmica, incluyendo Nueva Zelanda, Japón, Italia y Estados Unidos. Las normas para el diseño sísmico también están evolucionando rápidamente. Las lecciones aprendidas de los terremotos anteriores, la investigación y las pruebas se han incorporado a la práctica del diseño dentro de un corto periodo de tiempo. Así, cada proyecto debe ser planificado de forma individual en base a las condiciones locales, los requisitos y los reglamentos y normas aplicables.

**Soluciones para la vivienda en el mercado chino**

Elematic Oy Ab y el Grupo Peikko iniciaron conjuntamente un proyecto para investigar soluciones para la vivienda en el mercado chino. El proyecto cubrió toda la construcción desde la planificación urbana hasta la actividad real en la obra de construcción. La atención se centró en el diseño arquitectónico y de ingeniería estructural. En este último campo, las principales actividades se relacionaron con los cálculos sísmicos y las soluciones de las estructuras portantes correspondientes y la técnica de conexión. La investigación se concentró en el mercado chino y los requisitos allí válidos, sin embargo los resultados son transferibles a otras regiones. El proyecto fue apoyado por Tekes, el organismo de financiación finlandés para la Tecnología y la Innovación.

El objetivo del proyecto fue el desarrollo de un sistema de construcción industrial de edificios de viviendas de varios pisos que cumpla con los requisitos de seguridad anti-sísmicos. Una gran parte de la responsabilidad del trabajo fue asumida por la empresa líder de la industria de los prefabricados Sweco Structures Finland. Profesionales de seguridad sísmica de China y Nueva Zelanda evaluaron los resultados.

En primer lugar, las normas y reglamentos aplicables para el diseño arquitectónico y de ingeniería estructural y las exigencias del mercado fueron estudiados. Como resultado, se originó un edificio virtual, que correspondía a los principios generales de diseño aplicables en China y aprovechó las ventajas de la tecnología de

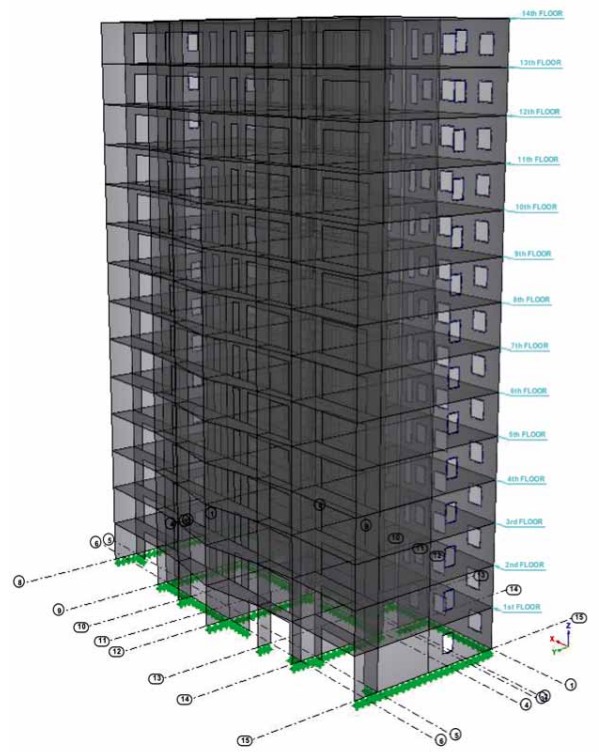


que o sistema possibilita, uma maior eficiência na produção - tanto em termos de recursos humanos quanto à utilização de matérias-primas -, e a melhoria da qualidade do produto final.

pré-fabricados são amplamente utilizados em construções no mundo inteiro. Existem diversos tipos de sistemas estruturais direcionados a diferentes segmentos na área da construção civil. Os sistemas pré-fabricados podem variar de um país para outro, de acordo com as necessidades locais, a disponibilidade de mão de obra experiente nessa metodologia e a oferta da indústria. Historicamente, alguns países europeus - os países escandinavos, em especial - foram os precursores no desenvolvimento da construção industrializada.

Nos dias de hoje, os maiores mercados de construção do mundo estão localizados principalmente em áreas onde a atividade sísmica deve ser levada em conta na hora

**4**  
**Sistema estructural**  
Sistema estrutural



**5**  
**Modelo MEF utilizado em cálculos sísmicos**  
Modelo MEF utilizado em cálculos sísmicos



6

**Ejemplo de comparación de actividades sísmicas con aceleración máxima (PGA) de 0,05 g y 0,20 g and 0.20 g**

Exemplo de comparação de atividades sísmicas com aceleração máxima (PGA) de 0,05 g e 0,20 g

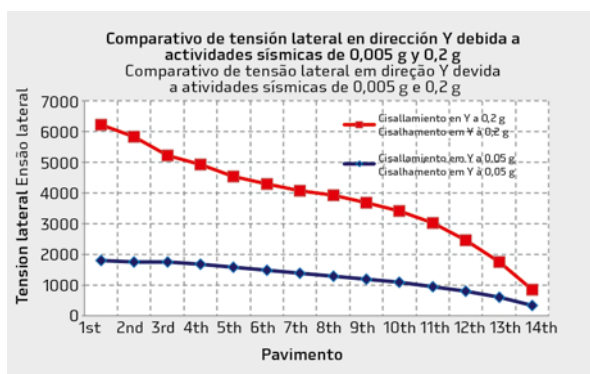


Figura: Peikko/Elematic

prefabricados moderna de los países escandinavos. El edificio no sólo tiene en cuenta los principios de la producción industrial y los beneficios de costo asociados, sino también permite una arquitectura moderna adaptada a las necesidades específicas. Los parámetros físicos de construcción y el aislamiento térmico fueron mejorados significativamente en comparación con la práctica anterior. El objetivo del estudio fue determinar las respuestas a las siguientes preguntas:

- » ¿Es el sistema de construcción seguro de acuerdo a las normativas locales bajo la influencia de actividad sísmica?
- » ¿Cómo puede ser realizadas la planificación detallada y las conexiones?
- » ¿Existen ya para tales sistemas referencias?
- » ¿Qué tan rápido avanza el proceso de construcción?
- » ¿Que tan altos son los costos? (En cuanto a la eficacia de la planificación de los planos, los empleados necesarios en la fábrica y la obra de construcción, el consumo de materias primas)
- » ¿Cuáles son los parámetros relacionados con la construcción sostenible?

7

**Ejemplo de análisis de las conexiones**

Exemplo de análise das conexões

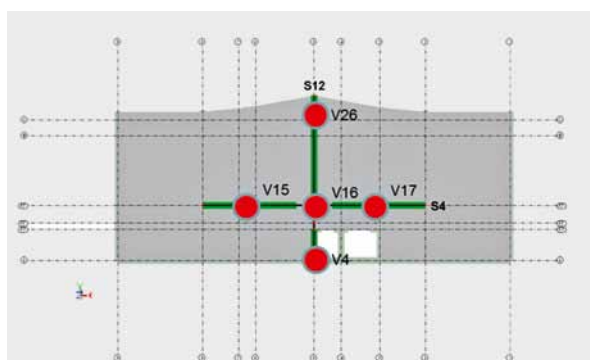


Figura: Peikko/Elematic

Vertical	h	Nxy - 1 <sup>st</sup> Floor	
		AEdx (kN/m)	AEdy (kN/m)
V4	2,8	-15.73	-35.01
		+20.79	+28.29
V15	2,8	-17.52	-22.63
		+38.29	+43.40
V16	2,8	-31.77	-48.89
		+27.52	+44.65
V17	2,8	-14.10	-45.43
		+37.66	+37.32
V26	2,8	-26.06	-49.63
		+47.26	+70.82

de se conceber um projeto de engenharia. Na Europa, o número de áreas em que se requer maior segurança com relação à atividade sísmica, vem aumentando cada vez mais. Em áreas sísmicas, estruturas pré-fabricadas tem sido utilizadas em menor escala devido à falta de experiência com o método e à escassez de instruções apropriadas sobre como se beneficiar deste sistema de construção. No entanto, pré-fabricados têm sido utilizados com sucesso em países de alta atividade sísmica, como a Nova Zelândia, o Japão, a Itália e os Estados Unidos. As normas relativas à concepção de projetos a serem construídos em áreas sísmicas também estão evoluindo rapidamente. As lições tomadas com os últimos terremotos, assim como, novas pesquisas e testes, foram rapidamente aprendidas e incorporadas aos projetos de construção nestas áreas. Portanto, cada projeto de construção deve ser concebido de acordo com as condições locais, requisitos, normas e legislação vigente.

**Soluções de Habitação Para o Mercado Chinês**

Elematic Oy Ab e o Grupo Peikko Corporation decidiram criar um projeto para estudar soluções, referentes à habitação, para o mercado chinês. O projeto abrangeu o processo de construção como um todo, desde o planejamento urbano até as atividades de trabalho no local da construção. A ênfase foi no projeto arquitetônico e no projeto de engenharia estrutural. Sobre esse último, as principais atividades foram aquelas relacionadas aos cálculos sísmicos e às suas correspondentes soluções quanto ao design da estrutura e das conexões. A investigação incidiu sobre o mercado chinês com base em suas regulamentações, porém os resultados podem ser aplicados à qualquer outra localidade. O projeto foi apoiado por Tekes, a Agência Finlandesa de Financiamento para assuntos ligados à Tecnologia e Inovação. O objetivo do projeto foi desenvolver um sistema de construção industrial para um edifício de apartamentos residenciais de diversos andares que atenda aos requisitos de segurança contra terremotos. Grande parte da responsabilidade deste trabalho foi assumida pela Sweco Structures Finland, companhia finlandesa líder no segmento de estruturas pré-fabricadas para construção civil. Profissionais da área de segurança sísmica, da China e da Nova Zelândia, avaliaram os resultados.

O trabalho iniciou com um estudo de códigos já existentes e exigências de mercado, tanto para projetos arquitetônicos quanto para projetos de engenharia estrutural. O resultado foi um edifício virtual que seguindo princípios básicos de concepção de projetos na China, pôde se fazer valer da moderna tecnologia de pré-fabricados utilizada nos países escandinavos. O edifício conta não apenas com os princípios da produção industrializada e o custo-benefício à ela relacionado, mas também com uma arquitetura moderna e customizada às necessidades específicas desse tipo de construção. As propriedades físicas e o isolamento térmico do edifício foram melhorados significativamente em comparação com a forma que vinham sendo feitos. O objetivo do estudo foi encontrar respostas para as seguintes perguntas:

- » O sistema de construção é seguro em áreas de atividade sísmica, de acordo
- » com as regulamentações locais?

La planificación urbana (es decir, la planificación de una zona residencial) y el diseño de la arquitectura fueron creados por los arquitectos líderes en Finlandia Oy JKMM. El énfasis estuvo en la utilización efectiva del terreno (índice de espacio en el piso), en una apariencia especial del edificio y en el uso flexible del espacio. Durante el desarrollo del diseño, el equipo también recibió varios contactos y comentarios de expertos chinos de la Universidad de Tongji y otras instituciones.

### La planificación urbana

El plan urbano fue desarrollado para una zona residencial típica. Este está integrado en un parque grande, situado en el centro, que ofrece buenas oportunidades para la interacción social (Fig. 1). En la planeación de las ciudades chinas, los arreglos (las distancias) de los edificios están estrictamente regulados y la exposición de luz del día está controlada por los reglamentos de diseño pertinentes. Sin embargo, otro factor de diseño importante es la eficiencia del uso de la tierra (índice de espacio en el piso).

Los parqueaderos para vehículos se encuentran sobre la calle debajo del parque. Los vehículos y los peatones están separados verticalmente para que los residentes puedan utilizar la zona de parqueo sobre los parqueaderos. Los parqueaderos subterráneos son accesibles directamente desde la calle.

### Proyecto Arquitectónico

El proyecto arquitectónico (planos de la planta-baja, en particular), siguió rigurosamente la regulación y las prácticas chinas, pero también integró algunos aspectos del diseño escandinavo. En la concepción china, la orientación solar y la localización de los espacios, así como la posición de las ventanas, deben seguir especificaciones rigurosas (Figura 2). Por otro lado, se implementó la idea de largos espacios, una vez que estos permiten mucha mayor flexibilidad dentro de los apartamentos en comparación con el método tradicional, donde los espacios vacíos son típicamente de 4 a 5 metros.

La estructura de base de la armazón es bastante simple, pero permite una vasta variación en la apariencia del edificio con diferentes balcones, texturas, colores, y otras características (Figura 3).

### Proyecto Estructural

Las otras etapas del proyecto (parte estructural, modelación, climatización, sustentabilidad y estimaciones de costo) fueron realizadas por Sweco Structures Finland y sus empresas asociadas.

El análisis estructural y sísmico fue concluido en base a dos clases de PGA distintos (baja actividad sísmica, con aceleración máxima de 0,05 g y media actividad sísmica con aceleración máxima de 0,20 g). El proyecto principal fue concebido de acuerdo con la legislación y los estándares chinos. En los casos donde no había especificaciones disponibles chinas, el diseño fue realizado de acuerdo a los códigos europeos. En la ejecución de la ingeniería estructural, fueron utilizados cálculos de modelación 3D, a partir de los cuales se crearon todos los detalles, así como los diseños técnicos estructurales de los diferentes elementos que componen el proyecto.

# REKERS

## Maschinen- u. Anlagenbau

REKERS - um parceiro forte para:

- Máquinas para fazer blocos e paver
- Sistemas de mistura de cor
- Movimentação de materiais e sistemas de embalagem
- **Manipulação da tubulação e poços**
- **Transporte do concreto interno**
- Controle de mistura e dosificação

REKERS - un socio fuerte para:

- Máquinas de bloques y adoquines
- Sistemas de transporte y empaque
- **Manejo de equipos de tubos y pozos**
- **Transporte de hormigón interno**
- Sistemas para instalaciones de mezcladoras y dosificadoras



made  
 in  
 Germany



**REKERS GmbH**  
 Maschinen- und Anlagenbau  
 Postfach 1165,  
 D - 48478 Spelle  
 Tel. 05977/936-0  
 Fax. 05977/936-250  
 www.rekers.de  
 info@reakers.de

**REKERS IBERIA**  
 Ulf Boyer  
 Calle Damaso Calvet 6  
 07011 Palma de Mallorca  
 Tel: 0034 9712211 16  
 Fax: 0034 9712211 17  
 Mobile: 0034 600 054 530  
 ulf.boyer@reakers.de



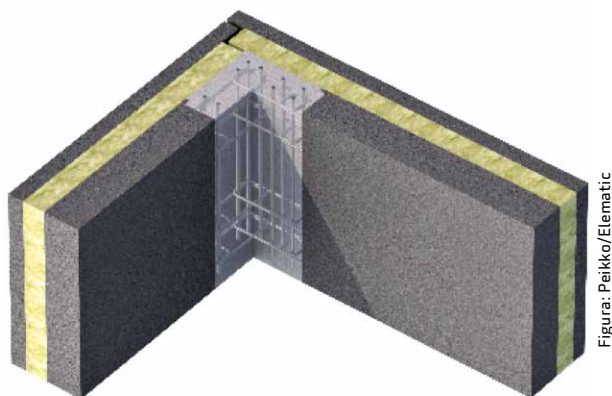


Figura: Peikko/Elematic

- » Como o detalhamento do projeto e as conexões podem ser realizadas?
- » Existem referências para sistemas como esse?
- » Quão rápida a construção pode ser?
- » Quais são os custos (com relação à eficiência do projeto, à mão-de-obra tanto na fábrica como no local da obra e o consumo de matérias-primas)?
- » Quais relações é possível estabelecer no âmbito da construção sustentável?

El edificio, objeto de este estudio, se trata de una estructura pre-fabricada de concreto armado reforzado, localizada en China. El edificio tiene 14 pisos encima del nivel del mar (Figura 4) con una altura total de aproximadamente 40 m. El sistema estructural consiste en muros portantes pre-fabricados ubicadas en las dos direcciones principales. Para el sistema de los techos, fueron utilizadas elementos pre-fabricado (lozas) de concreto pretensados, con 120mm de espesor y reforzadas por una capa de concreto armado de 100 mm de espesor, fraguada en el sitio de la obra de construcción.

El análisis estadístico fue realizado utilizando el Método de Elementos Finitos (MEF) en 3D (Figura 5). El sistema de tensión lateral del edificio está compuesto por paredes pre-fabricadas, resistentes a la tensión de cizallamiento, capaces de sostener la estructura en las dos direcciones principales. Para el piso fueron utilizados, tanto placas pre-fabricadas como placas de concreto armado, producidas directamente en el sitio de la obra. La modelación del mismo fue conducida de tal forma que las placas sirvan de membrana rígida la cual transfiera la tensión lateral. El efecto sísmico es representado por la respuesta elástica de espectros, de acuerdo con la norma EN 1998-1, en determinadas condiciones de suelo. Posteriormente, en la fase de inspección, los especialistas de China y de Nueva Zelanda verificaron los efectos sísmicos. La verificación confirmó los cálculos.

Los efectos sísmicos fueron comparados entre dos fases de aceleración (PGA 0,05 g y 0,2 g) y, como esperado, los efectos significativamente más elevados fueron las fases con PGAs de valores, también, más elevados (Figura 6).

Los requisitos de la planeación de estructuras en áreas sísmicas son mucho más exigentes que en regiones sin estos peligros. En el estudio de este caso, todas las fases primordiales, incluyendo la regularidad estructural, el espectro de respuesta modal, y los desplazamientos, fueron analizados en su totalidad con precisión. Integraron este análisis, 29 casos con diferentes cargas de tensión entre sí. El resultado más importante de estos cálculos es la intensidad de la tensión en las conexiones (Figura 7). El planeamiento técnico de las conexiones es el aspecto más importante del diseño de las estructuras pre-fabricadas en áreas de actividad sísmica. Las conexiones deben cumplir plenamente todos los requisitos de

O planejamento urbano (ou seja, o planejamento de uma área residencial) e o projeto arquitetônico foram assinados por um dos mais renomados escritórios de arquitetura da Finlândia, o JKMM Oy. A ênfase foi no uso eficaz da área útil do terreno, na aparência específica do edifício e na flexibilidade da utilização do espaço. Durante o seu desenvolvimento, a equipe responsável pelo projeto recebeu diversos contatos e comentários oriundos de especialistas chineses da Universidade de Tongji e também de outras instituições.

### Planejamento Urbano

O planejamento urbano foi desenvolvido visando um típico bloco residencial integrado a um grande parque central, o que oferece ótimas oportunidades para a interação social (Figura 1). No planejamento urbano de cidades chinesas, os locais (distâncias) dos edifícios são estritamente regulamentados e a exposição à luz solar é regulada por regras especiais que devem ser aplicadas no desenvolvimento do projeto. No entanto, a eficácia do aproveitamento da área útil do terreno também é um fator importante a ser considerado na elaboração do mesmo.

O estacionamento foi projetado de forma subterrânea, abaixo do parque. Dessa forma, carros e pedestres estão separados verticalmente, permitindo que os transeuntes utilizem a área do parque, situada acima do estacionamento. As garagens são acessadas diretamente da rua.

### Projeto Arquitetônico

O projeto arquitetônico (layouts da planta-baixa, em particular), seguiu rigorosamente a regulamentação e as práticas chinesas, mas também fez se valer de alguns aspectos do design escandinavo. Na concepção chinesa, a orientação solar e a localização dos espaços, assim como a posição das janelas, devem seguir especificações rigorosas (Figura 2). Por outro lado, implementou-se a ideia de longos vãos, uma vez que estes permitem maior flexibilidade ao projeto – comparado ao método tradicional onde os vão são tipicamente de 4 a 5 metros.

A estrutura de base da armação pode parecer bastante simples, mas permite uma vasta variação na aparência do edifício com diferentes sacadas, texturas, cores e outras características (Figura 3).

### Projeto Estrutural

As outras etapas do projeto (parte estrutural, modelagem, AVAC, sustentabilidade e estimativas de custo) foram feitas pela Sweco Structures Finland e suas empresas associadas.

A análise estrutural e sísmica foi concluída com base em duas classes de PGA distintos (baixa atividade sísmi-

tensión y además ser lo suficiente dúctiles como para soportar todas las deformaciones.

El planeamiento de las conexiones combina la técnica china con la experiencia de los países escandinavos. En los estándares chinos, las conexiones están especificadas con detalle en un grado relativamente alto. A menudo, éstas acostumbran a seguir los principios usados en las estructuras producidas en el sitio de la obra y son bastante complejas. No obstante, estos principios pueden ser también utilizados en la construcción con pre-fabricados (Figura 8). El edificio en su totalidad fue modelado utilizando el programa Tekla Structures. Los diseños de producción y las demás fueron generadas con el mismo software (Figura 9).

### Eficiencia de los Recursos en la Construcción

El sistema de construcción propuesto cumple con los estrictos requisitos de la norma Green Building Evaluation Standard. El concepto de edificio flexible y adaptable puede ser implementado en todas las zonas climáticas de China. Este concepto puede también ser adaptado, a partir de una solución de habitación simple para ciudades pequeñas hasta para un hábitat de alta tecnología en una ciudad moderna.

El concepto de construcción eficiente en términos de optimización de recursos se refiere a la minimización del uso de materiales en la construcción civil, utilizando materiales producidos localmente, productos de largos ciclos de vida, de fácil mantenimiento y el reciclaje de materiales y componentes que puedan ser reciclados al final del ciclo de vida útil de un edificio. Vidas útiles prolongadas y materiales altamente resistentes son las características esenciales para la construcción eficiente en cuanto a los recursos. Estas características reducen la necesidad de adquirir nuevos materiales y de la constante renovación de los mismos. Al mismo tiempo, la construcción, en términos de eficiencia de recursos, requiere la anticipación de la futura demanda de edificios para asegurar que estos permanezcan asequibles y adecuados para las necesidades futuras.

El sistema de construcción de concreto pre-fabricado sugerido es un método de construcción eficiente energéticamente. Los niveles de ahorro de energía pueden variar de acuerdo con las preferencias del proyecto. El nivel de ahorro de energía puede variar de 50% a 80% en edificios residenciales dependiendo de las preferencias de diseño, en comparación con el promedio de consumo en 1980. Un buen aislamiento térmico es fácil de incluir en el diseño y de instalar en el ambiente de una fábrica.

### Economía del sistema de construcción

La economía en cualquier sistema de construcción debe ser calculada en base a todo el ciclo de vida útil del edificio. Esto significa que el consumo de energía es uno de los principales factores a tener en cuenta. El segundo aspecto de importancia es la capacidad de adaptación en la fase de utilización. Para ello, el uso de luces amplias con el menor número posible de paredes masivas portantes es el factor clave. El interior del apartamento es fácilmente modificable según las necesidades del usuario.

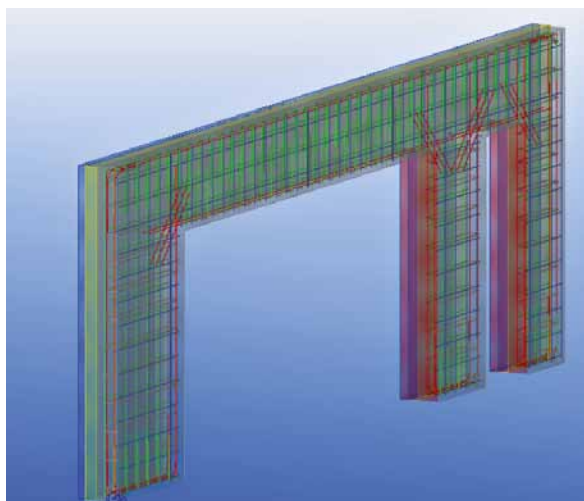


Figura: Peikko/Elematic

9  
Modelaje del edificio  
Modelagem do edificio

ca, com aceleração máxima de 0,05 g e média atividade sísmica com aceleração máxima de 0,20 g). O projeto principal foi concebido de acordo com a legislação e os padrões chineses. Quanto aos aspectos em que não há especificação disponível, referente à construções na China, utilizou-se códigos europeus para tais práticas. Na parte de engenharia estrutural, foram utilizados cálculos e modelagem 3D, a partir dos quais foi criado todo o detalhamento, assim como os desenhos técnicos estruturais dos diferentes elementos que compõem o projeto.

O edifício, objeto desse estudo, trata-se de um prédio de estrutura pré-fabricada com concreto armado reforçado, localizado na China. O edifício tem 14 andares acima do nível do mar (Figura 4) com altura total de aproximadamente 40 m. O sistema estrutural consiste em paredes pré-fabricadas resistentes à tensões de cisalhamento em ambas principais direções. Para o sistema de pavimentação, foram utilizadas lajes pré-moldadas, protendidas, com 120mm de espessura e reforçadas por uma cobertura de concreto armado, moldada no terreno da obra, estas, com 100 mm de espessura.

A análise estrutural foi realizada utilizando o Método de Elementos Finitos (MEF) em 3D (Figura 5). O sistema de tensão lateral do edifício é composto por paredes pré-fabricadas de alvenaria, resistentes à tensão de cisalhamento, capazes de sustentar a estrutura em ambas as direções principais. Para o piso foram utilizadas, tanto lajes pré-moldadas como lajes de concreto armado, produzidas diretamente no local da obra. A modelagem do

10  
Edifício pre-fabricado de una escuela en la India - modelo para análisis

Edifício préfabricado de uma escola na Índia - modelo para análise

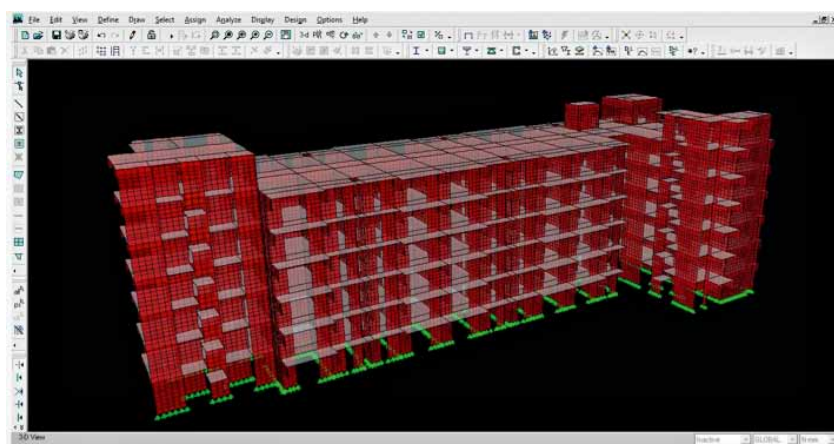


Figura: Peikko/Elematic



La economía en la construcción del sistema desarrollado está basada en el método de producción eficaz, tanto en la fábrica como en el sitio de la obra de construcción. El periodo total de construcción puede ser reducido significativamente en comparación con el método convencional. Adicionalmente, el número de trabajadores necesario en el sitio de la obra también es menor. Por otra parte, en el ambiente de una fábrica es mucho más fácil mantener un alto nivel de estándares de calidad y las superficies del producto expuesto requieren menos trabajo de acabado. El otro factor de economía está relacionado con la utilización efectiva de las materias primas. En este caso, la cantidad total de acero es un 30% menos que la cantidad necesaria en la construcción convencional en el sitio de la obra, y utiliza 20% menos de concreto. Esto es posible a través de las luces amplias y del uso de elementos pretensados en la pavimentación – lo que también resulta en un menor número de paredes divisorias.

### Del proyecto virtual a la práctica

Las empresas Elematic Oy Ab y el Grupo Peikko Corporation continuarán sus esfuerzos para implementar la tecnología de pre-fabricados en mercados sísmicos. En muchos casos, el mayor obstáculo a ser superado es la propia práctica tradicional de construcción y la forma de concebir los proyectos. En la mayoría de las veces, es muy difícil poder transmitir las ventajas principales a

mesmo foi conduzida de forma com que as lajes sirvam como um rigoroso diafragma para transferir a tensão lateral. A ação sísmica é representada pela resposta elástica de espectros, de acordo com a norma EN 1998-1, em determinadas condições de solo. Posteriormente, na fase de inspeção, os especialistas da China e da Nova Zelândia verificaram as ações sísmicas. A verificação confirmou os cálculos.

As ações sísmicas foram comparadas entre duas fases de aceleração (PGA 0,05 g e 0,2 g) e, como esperado, as ações significativamente mais elevadas foram as com PGAs de valores, também, mais elevados (Figura 6).

Projetar estruturas em áreas sísmicas exige muito mais do que os projetos tradicionais exigem em áreas não-sísmicas. No estudo de caso, todas as fases primordiais, incluindo a regularidade estrutural, o espectro de resposta modal, e os deslocamentos, foram analisados em sua totalidade com precisão. Integraram essa análise, 29 casos com diferentes cargas de tensão entre si. O resultado mais importante destes cálculos é a intensidade da tensão nas conexões (Figura 7). O planejamento técnico das conexões é o aspecto mais importante do projeto com estruturas pré-fabricadas em áreas de atividade sísmica, como os terremotos. As conexões devem cumprir plenamente todos os requisitos de tensão, e ainda serem dúcteis o suficiente para suportar todas as deformações.

O planejamento das conexões combinou a técnica chinesa com a experiência dos países escandinavos. Nos padrões chineses, as conexões são especificadas em detalhes consideráveis. Elas costumam seguir os princípios usados nas estruturas produzidas no local da obra e são bastante complexas. No entanto, estes princípios podem ser também utilizados na construção com pré-fabricados (Figura 8). A modelagem do prédio, em sua totalidade, e os desenhos produzidos, juntamente com suas dimensões, foram gerados utilizando o programa Tekla Structures (Figura 9). O software também criou as planilhas quantitativas.

### Eficiência dos Recursos na Construção

O sistema de construção em questão preenche os rigorosos requisitos do Green Building Evaluation Standard. O conceito flexível e adaptável do edifício pode ser implementado em todas as zonas climáticas da China. Este conceito pode também ser adaptado, a partir de uma solução de habitação simples para pequenas cidades, à até mesmo um habitat de alta tecnologia em uma cidade moderna.

O conceito de construção eficiente em termos da otimização dos recursos refere-se à minimização do uso de materiais na construção civil, utilizando apenas o que é produzido localmente, com longo ciclo de vida, que seja de fácil manutenção e que utilize materiais e componentes que possam ser reciclados no final do ciclo de vida útil de um edifício. Dispor de longa vida útil e ser altamente resistente são características essenciais para os materiais de uma construção eficiente quanto aos recursos. Estas características reduzem a necessidade de adquirir novos materiais e da constante renovação dos mesmos. Ao mesmo tempo, a construção, em se tratando da eficiência dos recursos, requer que futuras demandas para os edifícios

11

Prueba con conectores de acero, Universidad de Tongji, Shanghai

Teste com conectores de aço, Universidade de Tongji, Shanghai



Figura: Peikko/Elematic



sejam previstas antecipadamente, e assim, se certificar de que os mesmos permaneçam acessíveis e utilizáveis quanto à necessidades futuras.

O sistema de construção de concreto pré-moldado sugerido é um método de construção com eficiência energética. Os níveis de economia de energia podem variar de acordo com as preferências do projeto. Especificamente nesse caso, é possível economizar de 50% a 80% em edifícios residenciais, quando comparados ao nível médio de consumo em 1980. Um bom isolamento térmico é de fácil inclusão na concepção do projeto e também de fácil instalação no ambiente de uma fábrica.

### Economia do sistema de construção

Economia em qualquer sistema de construção é algo que deve ser calculado com base no ciclo de vida útil do edifício. Isto significa que o consumo de energia é um dos principais fatores a ser levado em conta. O segundo aspecto em escala de importância é a capacidade de adaptação do sistema quanto à utilização. Sobre este aspecto, o uso de grandes vãos com o menor número possível de densas paredes estruturais é o fator-chave. O interior do imóvel é facilmente passível de modificações quando da vontade do morador.

A economia na construção do sistema desenvolvido baseia-se no método eficaz, tanto para o que se produz na fábrica, quanto ao que se produz no local da construção. O período total da construção pode ser reduzido significativamente em comparação com o método convencional. Além disso, o número de trabalhadores necessário no local da obra também é menor. Mais que isso, em uma fábrica é muito mais fácil manter um alto nível no padrão de qualidade do que se produz e demandar bem menos trabalho no que diz respeito ao acabamento das extremidades dos materiais que ficarão expostas.

Outro fator de economia está relacionado à utilização efetiva das matérias-primas. Neste caso, a quantidade total de aço é 30% menor do que a quantidade necessária na construção convencional no local da obra, e utilizando 20% menos de concreto. Isto é possível através dos grandes vãos e do uso de elementos protendidos na pavimentação – o que também resulta em um menor número de paredes estruturais.

### Do projeto virtual à prática

As empresas Elematic Oy Ab e o Grupo Peikko Corporation continuaram seus esforços para implementar a tecnologia de pré-fabricados em mercados sísmicos. Em muitos casos, o maior obstáculo a ser superado é a própria prática tradicional de construção e a forma de conceber os projetos. Na maioria das vezes, é muito difícil tirar proveito dos principais argumentos em favor dos pré-fabricados (vãos longos, trabalho mais eficaz em local seguro). A melhor maneira de convencer o mercado é implementando projetos reais. A Elematic Oy Ab tem sido bem sucedida na Índia, onde as condições das áreas com atividade sísmica são equivalentes às da China (Figura 10). Durante os últimos anos, muitas fábricas têm surgido e significantes projetos de construção estão em andamento.

Como fornecedor de conexões de aço para estruturas de concreto, o Grupo Peikko Corporation tem prosseguido com seu trabalho sobre os temas desse estudo. Além das atividades de teste de produtos a níveis globais, as conexões pré-fabricadas

**CURING SYSTEMS**  
**AUSHÄRTEANLAGEN**

**ROTHO**®

www.rotho.de

**DESIGNED BY EXPERIENCE · AUS ERFAHRUNG GUT**

**INDIVIDUAL SYSTEM DESIGN · INDIVIDUELLE ANLAGENPLANUNG**

BIG Chamber solution-  
Outdoor or Indoor  
version

Großraumkammer  
Konzepte - freistehend  
oder in vorhandenen  
Hallen



**ROTHO CLIP-IN™**  
System - the Original

**ROTHO CLIP-IN™**  
System - das Original

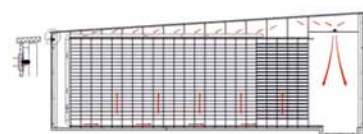


**CUSTOMIZED SOLUTIONS · KUNDENSPEZIFISCHE LÖSUNGEN**



Air Circulation System -  
Control your curing process

Luftzirkulationssysteme zur  
Steuerung des Aushärte-  
prozesses



**ROTHO**

ROBERT THOMAS Metall- und Elektrowerke GmbH & Co. KG  
Hellerstraße 6 · 57290 Neunkirchen / Germany  
Tel. +49(2735)788-543 · Fax +49(2735)788-559  
www.rotho.de · info@rotho.de



favor de los pre-fabricados (luces largas, trabajo más eficaz y seguro en la obra). La mejor manera de convencer al mercado es implementando proyectos reales. Elematic Oy Ab ha sido exitosa en la India, donde las condiciones de las áreas con actividad sísmica son equivalentes a las de China (Figura 10). Durante los últimos años, muchas fábricas han surgido y en la actualidad proyectos significativos de construcción están siendo ejecutados.

Como proveedor de conexiones de acero para estructuras de concreto, el Grupo Peikko Corporation ha proseguido con su trabajo acerca de los temas de este estudio. Además de las actividades de prueba de productos a nivel global, las conexiones pre-fabricadas del Grupo Peikko Corporation fueron probadas por especialistas y miembros de universidades chinas, de acuerdo con las especificaciones locales (Figura 11).

### Conclusión

La utilización de pre-fabricados en la construcción en áreas sísmicas está aumentando. Las experiencias positivas y la evolución de los estándares en referencia a las especificaciones en países como Nueva Zelanda, Italia, Japón, y los Estados Unidos han liderado un aumento significativo de confianza en cuanto al uso de esta tecnología. Trabajos de investigación concluidos en estos países han sido bastante significativos. Es evidente que diseñar edificios en áreas de actividad sísmica, teniendo en cuenta el uso de pre-fabricados, es una tarea que exige mucho más que en la áreas no-sísmicas. Sin embargo, las herramientas de análisis fueron mejoradas significativamente, y por eso, ahora, las acciones y deformaciones pueden ser calculadas más fácilmente, con mayor precisión y mayor rapidez.

El estudio realizado por Elematic Oy Ab y el Grupo Peikko Corporation muestra claramente que es posible hacer uso de la tecnología de pre-fabricados en la construcción de edificios residenciales en áreas sísmicas. Es posible obtener un ahorro notable en el uso de acero y concreto, y de la misma forma reducir el tiempo total de la construcción. De este modo, una parte significativa del trabajo puede ser transferida para la fabricación industrial, aumentando así la seguridad y la eficiencia de los elementos de todo el proceso de construcción.

No obstante, el planteamiento técnico de las conexiones sigue siendo el punto crucial del proyecto en áreas de actividad sísmica. Todas las conexiones deben proveer capacidad y ductilidad suficiente para atender a una amplia variedad de situaciones durante la durabilidad del edificio. Un buen diseño puede satisfacer todos los requisitos sísmicos necesarios para la construcción.

### CONTACTO

#### Peikko Group Corp.

P.O. Box 104  
Voimakatu 3  
15101 Lahti/Finland  
☎ +358 20707 511  
peikko@peikko.com  
➤ [www.peikko.com](http://www.peikko.com)

#### Elematic Oy Ab

Airolantie 2  
37800 Akaa (Toijala)/Finland  
☎ +358 3549511  
sales@elematic.com  
➤ [www.elematic.com](http://www.elematic.com)

do Grupo Peikko Corporation foram testadas por especialistas e membros de universidades chinas, de acordo com as especificações locais (Figura 11).

### Conclusão

A utilização de pré-fabricados na construção em áreas sísmicas está aumentando. A experiência positiva e a evolução do padrão quanto às especificações dos projetos em países como a Nova Zelândia, a Itália, o Japão, e os Estados Unidos têm liderado um aumento significativo da confiança quanto ao uso dessa tecnologia. O trabalho de pesquisa concluído nesses países tem sido bastante significativo. É evidente que projetar edifícios em áreas de atividade sísmica, levando em conta o uso de pré-fabricados, é uma tarefa que exige muito mais do que projetar em áreas não-sísmicas. No entanto, as ferramentas de análise foram melhoradas significativamente, e por isso, agora, as ações e deformações podem ser calculadas mais facilmente, com maior precisão e maior rapidez.

O estudo realizado por Elematic Oy Ab e Grupo Peikko Corporation mostra claramente que é possível fazer uso da tecnologia de pré-fabricados na construção de edifícios residenciais em áreas sísmicas. É possível obter uma notável economia no uso de aço e concreto, e da mesma forma reduzir o tempo total da construção. Deste modo, uma parte significativa do trabalho pode ser transferida para a fabricação industrial, aumentando assim a segurança e a eficiência dos elementos de todo o processo de construção.

No entanto, o planejamento técnico das conexões segue sendo o ponto crucial do projeto em áreas de atividade sísmica. Todas as conexões devem fornecer capacidade e ductilidade suficientes para atender a uma ampla variedade de situações contemplando a durabilidade do edifício. Um bom projeto pode satisfazer todos os requisitos sísmicos necessários à construção.

#### Olli Korander

Nacido en 1952, trabaja desde 1978 en la industria de pre-fabricados. Trabajó para la compañía Partek Concrete Industry y Consolis como ingeniero de proyecto, ingeniero de investigación y desarrollo y ocupó varios cargos de gestión desde 2012.

Miembro del Comité Ejecutivo de Consolis y miembro del consejo de diversas empresas del grupo Consolis. Participa activamente en varias organizaciones internacionales (BIBM, IPHA, FIB). Miembro del Consejo de Administración y BIBM IPHA y de la Organización Internacional de Estandarización (ISO) de Finlandia.

Desde 2012 presta consultoría a compañías de fabricación de piezas y construcciones pre-fabricadas de concreto y es miembro del Consejo de Polarmatic Oy.



Los componentes de la planta se distinguen por su alta precisión

Os componentes da planta se distinguem por sua alta precisão

**HS ANLAGENTECHNIK**

## El primer estante de aluminio HS Premium se entregó a Arabia Saudita

### Primeira estante de alumínio HS Premium entregue na Arábia Saudita

**El progreso tecnológico de la industria** del concreto es enorme. Este se caracteriza por una parte por el avance de la automatización y las máquinas de alta tecnología, y por otra parte por los productos nuevos e innovadores de los fabricantes de bloques de concreto. HS Anlagentechnik ha formado parte de este desarrollo continuo. HS – Alu – Premium, la versión de aluminio de las cámaras de fraguado es una evidencia impresionante de ello.

Durante la construcción de una nueva planta de producción en la fábrica de Ahmed Ali Madkhali en Jizan en el sur de Arabia Saudita, la empresa optó por un equipamiento de alta calidad con este sistema innovador de cámara de fraguado. El cliente se convenció no sólo por la conexión de presión HS, sino por las ventajas particulares del aluminio. Este es un material universal con características convincentes sinónimo de funcionalidad, durabilidad y fiabilidad. Otras características por destacar son su

bajo peso, alta dureza, rigidez y resistencia a la corrosión. La Masa XL 9.2 es usada en la planta de fabricación. La compañía produce elementos de concreto a menor escala en varias formas y tamaños como adoquines o bloques de encofrado en diferentes diseños. La cámara de fraguado HS-Alu-Premium consta de 17 cámaras además de una cámara de presión para el sistema de ventilación Masa. Con una longitud de 19 metros y una altura total de 8 metros y 22 pisos, hasta 5.236 láminas de tamaño 1.400 x 1.300 mm pueden ser almacenadas. La carga por lámina dependiendo del piso es de 600 kg. En el caso de productos mayores, que son almacenados en los segundos pisos, un peso de 1200 kg es posible sin mayor inconveniente. La forma construcción en serie con una altura de 8 m tampoco representa un problema para la cámara de fraguado HS-Alu-Premium. La planta esta en funcionamiento desde marzo de 2012.

**O progresso tecnológico da indústria** do concreto tem sido imenso. De um lado, esse progresso se caracteriza pelo avanço da automatização e dos equipamentos de alta tecnologia, de outro lado por produtos novos e inovadores lançados por fabricantes de blocos de concreto. A HS Anlagentechnik tem feito parte deste contínuo desenvolvimento. A HS – Alu – Premium, a versão em alumínio das câmaras de cura é uma incontestável evidência disso.

Durante a construção de uma nova planta de produção na fábrica de Ahmed Ali Madkhali, em Jizan, ao sul da Arábia Saudita, a empresa optou por um equipamento de alta qualidade, que se utiliza desse sistema inovador de câmara de cura. O cliente foi convencido, não somente pelas conexões de encaixe HS, mas particularmente pelas vantagens especiais do alumínio. Este é um material universal com características incontestáveis, sinônimo de funcionalidade, durabilidade e

confiabilidade. Outras características a serem destacadas são seu baixo peso, elevada dureza e rigidez, e resistência à corrosão. Uma Masa XL 9.2 é usada como planta de fabricação. A companhia produz elementos de concreto em menor escala em várias formas e tamanhos como paralelepípedos e blocos vazados de concreto de diferentes desenhos. A câmara de cura HS-Alu-Premium consta de 17 câmaras além de uma câmara de pressão para o sistema de ventilação Masa. Com um comprimento de 19 metros e uma altura total de 8 metros e 22 prateleiras, tem capacidade para armazenar até 5.236 lâminas, medindo 1.400 x 1.300 mm cada uma. Cada prateleira fornece uma capacidade de carga de 600 kg por lâmina, dependendo da posição em que se encontra essa prateleira. Em caso de produtos mais altos, que são armazenados a cada dois pisos, é possível um armazenamento de 1200 kg, sem maiores inconvenientes. A forma de construção em série com uma altura de 8 m também não representa um problema para a câmara de cura HS-Alu-Premium. A planta está em funcionamento desde março de 2012.

**CONTACTO**

**HS Anlagentechnik C.V.**

Veldkuiltstraat 53  
6462 BB Kerkrade/Paises Bajos

+0031/45/5671190

info@hsanlagentechnik.com

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



Montaje de la cámara de fraguado HS-Alu-Premium  
Montagem da câmara de cura HS-Alu-Premium



Almacenamiento del producto  
Armazenamento do produto

Photos (3): H & S Anlagentechnik GmbH, Sulingen





Figura: Dorner Electronic

Las plantas de concreto requeridas para la expansión del canal de Panamá están equipadas con sistemas de control Dorner

As plantas de concreto necessárias para a expansão do canal do Panamá estão equipadas com sistemas de controle Dorner

Dorner Electronic ahora está en la posición de mirar hacia atrás y ver cinco décadas de experiencia y de invertir en el desarrollo de nuevos productos para la industria del concreto, así como en la apertura y establecimiento de mercados internacionales. Con más de 2.100 instalaciones en más de 30 países de Europa, el equipo de soporte Dorner asegura el servicio al cliente, apoyado por los representantes de servicio local. Ahora que el sistema de control comprobado DornerControl 7 para plantas de concreto premezclado y pre-

## DORNER ELECTRONIC

# Nueva serie de productos presentada

# Nova série de produtos apresentados

fabricado ha sido ampliamente probado en la práctica en varias ocasiones junto con el programa de gestión de recursos de construcción DornerBRM, el programa de facturación Dorner para la industria de la construcción y el programa de garantía de calidad para laboratorios, el proveedor austriaco presentó también su última serie de productos – incluyendo Apps como el sistema de control de planta DornerBatch, DornerOptimize para el procesamiento de ordenes y la gestión de flotas y Dorner Connect.

Dorner Electronic pode agora olhar para trás e ver a experiência adquirida ao longo de cinco décadas e investir no desenvolvimento de novos produtos para a indústria de concreto, assim como na abertura e estabelecimento de mercados internacionais. Com mais de 2.100 instalações em mais de 30 países na Europa, a equipe de apoio Dorner garante atendimento ao cliente, apoiada pelos representantes de serviço local. Agora que o sistema de controle DornerControl 7 para as fábricas de concreto pronto, pré-misturado e

pré-fabricado tem sido extensivamente testado na prática e em várias ocasiões, juntamente com o programa de gestão de recursos de construção DornerBRM, o programa de faturamento Dorner para a indústria de construção e o programa de garantia de qualidade para os laboratórios, o fornecedor austriaco também introduziu sua mais recente série de produtos – incluindo Apps como o sistema de controle da planta DornerBatch, DornerOptimize para o processamento de pedidos e gerenciamento de frota e Dorner Connect.

**DornerControl con referencias en todo el mundo**

El Canal de Panamá se expande, y se convierte sin duda en una de las obras más grandes del mundo, para la cual se requieren aproximadamente 5 millones de metros cúbicos de concreto hasta el 2014. Cuatro plantas de concreto premezclado, que pueden producir siete días a la semana, 24 horas al día, están equipados con controles Dorner.

El nuevo túnel de base San Gotardo es un proyecto de construcción extraordinario. Con este se mejorará significativamente la capacidad de transporte a través de los Alpes y reducir el impacto ambiental. Todas las obras de concreto para la construcción de la tubería para el túnel y de la infraestructura que lo rodea están equipados con controladores de Dorner Electronic.

En Etiopía en estos días está siendo construida la planta hidroeléctrica más grande de África, la presa etiope Renaissance Grand, mejor conocida como la presa del Milenio. Para una presa en el Nilo Azul, 10 millones de metros cúbicos de concreto son producidos con ayuda de Dorner Electronic en cuatro plantas de concreto de alto rendimiento, y así cuando se culmine la presa, se represaran 63 mil millones de metros cúbicos de agua.

Además, fabricantes como Holcim con 237 plantas de concreto premezclado en nueve países de Europa Central y del Este ó BLG/Heidelberg Cement con 13 plantas de premezclado están equipadas con controles Dorner que están a su vez conectados en red con el programa de disposición Dorner.

**DornerControl com referências em todo o mundo**

O Canal do Panamá se expande, e se converte sem dúvida, em uma das maiores obras do mundo, para a qual são requeridas aproximadamente 5 milhões de metros cúbicos de concreto até 2014. Quatro plantas de concreto pré-misturado, que são capazes de produzir sete dias por semana, 24 horas por dia, estão equipadas com controles Dorner.

O novo túnel da base San Gotardo é um projeto de construção extraordinário. Este projeto irá melhorar significativamente a capacidade de transporte através dos Alpes e reduzir o impacto ambiental. Todas as obras de concreto para a construção de tubos para o túnel e de infra-estrutura ao redor, estão equipados com controladores da Dorner Electronic.

Na Etiópia, hoje em dia está sendo construída a maior usina hidroelétrica da África, a barragem Etiópia Renaissance Grand, mais conhecida como a barragem do Milênio. Para uma barragem no Nilo Azul, 10 milhões de metros cúbicos de concreto são produzidos com a ajuda da Dorner Electronic em quatro fábricas de concreto de alto desempenho, e assim, quando a barragem for expirada, serão represados 63 bilhões de metros cúbicos de água.

Além disso, fabricantes como a Holcim, com 237 plantas de concreto pré-misturados em nove países da Europa Central e do Leste ou a BLG/Heidelberg Cement, com 13 plantas de pré-misturados estão equipados com controles de Dorner, que por sua vez estão conectados em rede ao programa de disposição Dorner setup.

**CONTACTO**

**Dorner Electronic GmbH**

Kohlgrub 914

6863 Egg

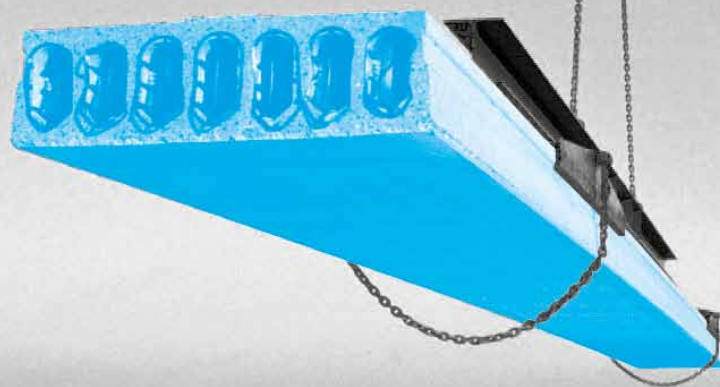
Austria/Áustria

+43 5512 2240-0

info@dorner.at

➔ [www.dorner.at](http://www.dorner.at)

# Máxima flexibilidad.



## Producción de losas alveolares para forjados

PAUL suministra

- Instalaciones de tensar incluyendo su planificación
- Anclajes de tensar
- Máquinas de tensar (Prensas de tensar unifilares y multifilares)
- Lanzacables y cortadores
- Autómatas de tensar para traviesas
- Equipos de tensar para puentes (Cables de tensar y cables inclinados)

### Líder en técnica del hormigón pretensado



Max-Paul-Straße 1 • 88525 Dürmentingen / Germany

+49 (0) 73 71 / 500 - 0 • +49 (0) 73 71 / 500 - 111

✉ [stressing@paul.eu](mailto:stressing@paul.eu)

Paul at YouTube

[www.youtube.com/user/paulmaschinenfabrik](http://www.youtube.com/user/paulmaschinenfabrik)

[www.paul.eu](http://www.paul.eu)





El manipulador de bloques Easygrip EXG tiene una abertura de agarre de 0 a 300 mm  
 O manipulador de blocos Easygrip EXG tem uma abertura de agarre de 0 a 300 mm

PROBST

## Pequeña pinza, gran impacto

## Pequeña garra, grande impacto

En la restauración del centro de la ciudad en Oberstenfeld, en el estado alemán de Baden-Württemberg, la empresa de pavimentación Bercher & Malejko decidió usar el nuevo manipulador de bloques Easygrip EXG Border de Probst, para la instalación de los bordillos.

Por causa del tráfico intenso en la calle Großbottwarer Strasse, en Oberstenfeld, las calzadas pavimentadas con piedra pórfida presentaban significativas señales de desgaste. La calle fue nuevamente asfaltada, alargada a 6 m y demarcada con placas de piedra natural y grandes piedras de bordillo (100 x 30 x 25 cm). Los bloques fueron cortados y apilados, estos tienen una superficie plana y al mismo tiempo presentan una textura adherente.

### Gran capacidad de soporte de carga con un peso propio de 12 kg

El manipulador de bloques Easygrip EXG de Probst, que pesa apenas 12 kg, impresiona por su inmensa capacidad de carga y facilidad de manipulación. Acoplado a un soporte, como una grúa o una mini excavadora, utilizando una banda de elevación o corriente, la pinza puede ser operada mecánicamente por una única persona. La pinza también puede ser utilizada manualmente, una vez que esté equipada con dos asideros para ser operada por dos operarios.

El manipulador puede ser utilizado no sólo para el asentamiento de placas de piedra natural, sino también para la instalación de bloques, placas, escalones y bordillos de concreto con un peso de hasta 550 kg.

Na restauração do centro da cidade em Oberstenfeld, no estado alemão de Baden-Württemberg, a empresa de pavimentação Bercher & Malejko decidiu usar o novo manipulador de blocos Easygrip EXG Border da Probst, para a instalação das pedras de meio-fio.

Por causa do tráfego intenso da rua Großbottwarer Strasse,

em Oberstenfeld, as calçadas pavimentadas com pedra porfírio apresentavam significativos sinais de desgaste. A rua recebeu novo asfalto, foi alargada em 6 m e demarcada com lajes de pedras naturais e grandes pedras de meio-fio (100 x 30 x 25 cm). Os blocos foram serrados e empilhados e têm uma superfície plana e ao mesmo tempo apresentam uma textura aderente.

### Grande capacidade de suporte de carga em 12 kg de peso próprio

O manipulador de blocos Easygrip EXG da Probst, que pesa apenas 12 kg, impressiona pela sua imensa capacidade de carga e facilidade no manuseio. Acoplado a um suporte, como uma grua ou a uma mini escavadeira, utilizando um cinto de elevação ou corrente, a pinça pode ser operada mecanicamente por uma única pessoa. A garra também pode ser utilizada manualmente, uma vez que está equipada com duas alças para ser operada por dois operários.

O manipulador pode ser utilizado não apenas para o assentamento de placas de pedra natural, mas também para a instalação de guias de concreto, lajes de borda e lancis de concreto com até 550 kg de peso.

### CONTACTO

**Probst Greiftechnik**  
 Gottlieb-Daimler-Straße 6  
 71729 Erdmannhausen  
 Alemania/Alemanha  
 ☎ +49 7144 3309-0  
 info@probst.eu  
 ➔ [www.probst.eu](http://www.probst.eu)



**Concrete Show Mexico**

20.-22.05.2015 Ciudad de México → México  
www.concreteshowmexico.mx

**CTT Moscow 2015**

02.-06.06.2015 Moscú → Rusia  
www.ctt-moscow.com

**Concrete Show São Paulo**

26.-28.08.2015 São Paulo → Brazil  
www.concreteshow.com.br

**Bauma Conexpo Africa**

15.-18.09.2015 Johannesburgo → Sudáfrica  
www.bcafrica.com

**Conexpo Latinamerica**

21.-24.10.2015 Santiago → Chile  
www.conexpolatinamerica.org

**Concrete Show South East Asia**

28.-30.10.2015 Yakarta → Indonesia  
www.concreteshowseasia.com

**BetonTage China**

04.-06.11.2015 Shanghai → China  
www.betontage.de

**IAB Wissenschaftstage**

11.-12.11.2015 Weimar → Alemania  
www.iab-weimar.de

**The Big 5 Dubai**

23.-26.11.2015 Dubai → Emiratos Árabes Unidos  
www.thebig5.ae

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

www.bft-international.com/newsletter

**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**  
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

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

**Oficina de redacción/Esritório de redação**  
☎ +49 5241 80-89364  
Monika Kämmerer ☎ +49 5241 80-94114  
monika.kaemmerer@bauverlag.de  
Sabine Anton ☎ +49 5241 80-89365  
sabine.anton@bauverlag.de

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

☎ +49 5241 80-89393  
Andrea Krabbe Fax +49 5241 80-689393  
andrea.krabbe@bauverlag.de

Lista de precios para publicidad no 53 del 1.10.2013/  
Lista de preços de publicidade n.o 53 de 1.10.2013

**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

**Director general/Director Geral**  
Karl-Heinz Müller ☎ +49 5241 80-2475

**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 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

**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 aereo 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**.

**Atención a suscriptores 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)

Servicio do leitor ☎ +49 5241 80-90884  
Fax +49 5241 80-690880  
leserservice@bauverlag.de

**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 noutra 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**.

**Editores/Editores**

Merkur Druck, 32758 Detmold/Alemania



Audited by IVW German Audit Bureau of Circulations



## El principio TEKA:

máxima capacidad de adaptación para su proyecto



En TEKA, todo gira alrededor de la mezcla y de los requisitos de nuestros clientes. Por este motivo casi siempre nos mantenemos en un segundo plano y optamos por convencer con soluciones a medida y de alta eficacia, con máquinas que pueden hacer exactamente lo que nuestros clientes esperan.



## Instalaciones de dosificación y mezcla TEKA

**Su especialista para construcciones nuevas, reformas de fábricas y modernizaciones**

- » Cada instalación o modernización concebida individualmente según los requisitos específicos y las condiciones locales
- » La mezcladora adecuada de TEKA para cada aplicación (mezcladora planetaria, mezcladora de turbina, turbo-mezcladora o mezcladora de doble eje)
- » Socio fiable y experimentado, desde la planificación hasta la puesta en marcha
- » Suministro rápido y fiable de piezas de repuesto - más de 15 000 piezas de repuesto en stock

TEKA Espana S.A.,  
c/ Gaudi 36, Poligono Industrial  
08120 La Llagosta - Barcelona » Espana  
Tel. 0034 935 743 900 » Fax 0034 935 605 061  
tekaspain@tekaspain.net » [www.teka.de](http://www.teka.de)

En TEKA todo gira alrededor de la mezcla.

# TeKa