

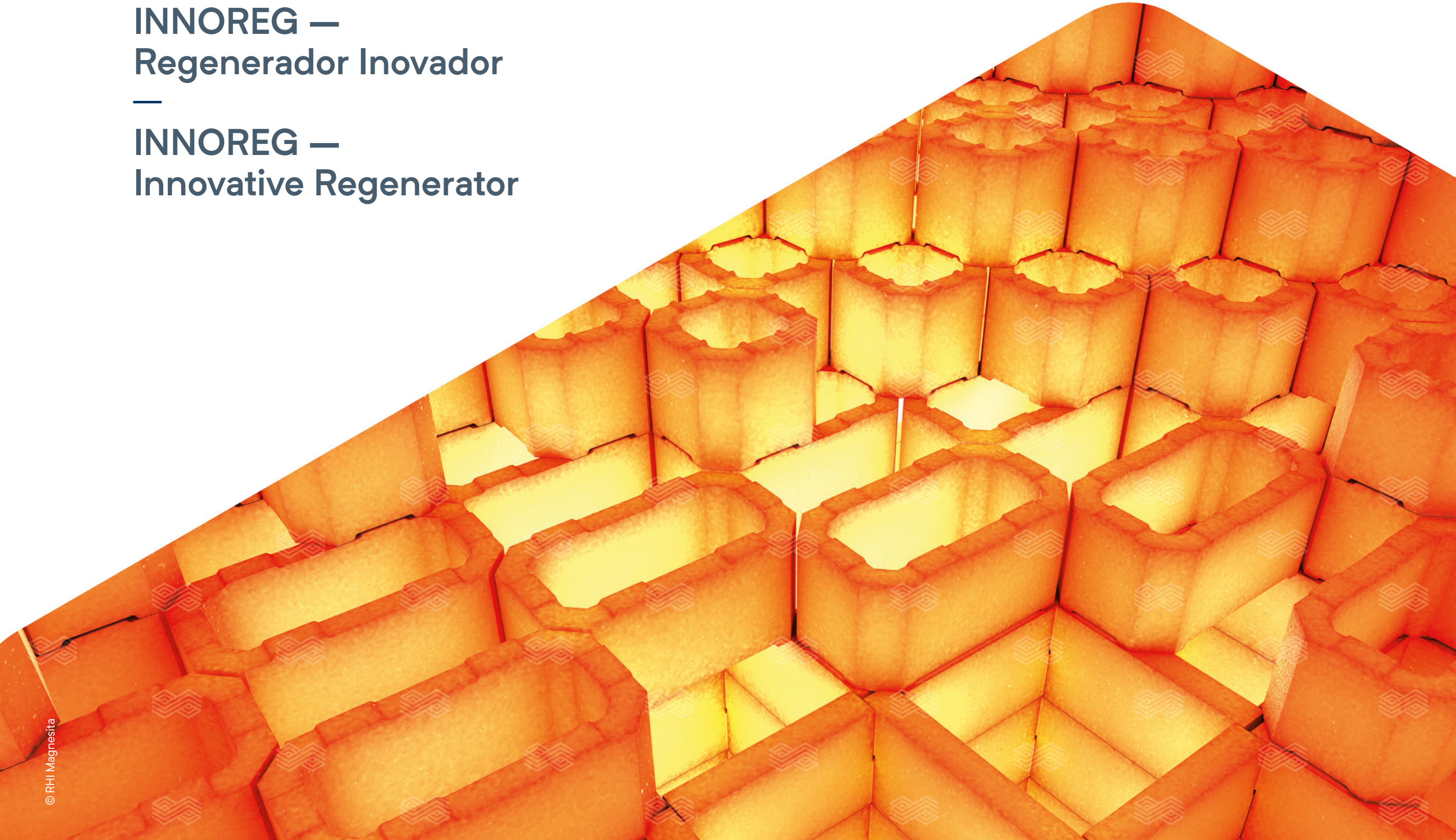


RHI MAGNESITA

GLASS / REGENERATOR

**INNOREG —
Regenerador Inovador**

**INNOREG —
Innovative Regenerator**



There for you, wherever you need us



The more closely we work with our customers, the greater the impact we can make for them. So a global network of offices, research centers, and production sites is important to us, and to them. We are continuously extending our global reach to be closer to even more customers.

Being closer to customers doesn't just mean we can be more responsive to their needs. It also helps us to listen better — to understand their concerns, cultures and ways of working. It makes us alert to new ways of thinking and ideas that enable us to deliver even better advice, services, and solutions.

Our exceptional resources and expertise extend far beyond making and selling products. We provide solutions to customers worldwide for cover projects, material specifications, thermal studies, numerical simulations, follow-ups and technical support in application of minerals, and maintenance and electromechanical services for refractory equipment.

35
Main production and
raw material sites

70
Sales offices

180
Countries shipped
to worldwide

North
America

3 COUNTRIES
1 R&D CENTER

South
America

6 COUNTRIES
1 R&D HUB

Europe

17 COUNTRIES
1 R&D HUB
1 R&D CENTER

Middle East/
Africa

2 COUNTRIES

9 COUNTRIES
3 R&D CENTERS

Asia
Pacific



We are RHI Magnesita

An innovative and reliable partner
of the glass industry



Regenerator

Chemical Attack on Checkerwork

The Mechanical Stability
of the Checkerwork

Thermal Efficiency of Checkerwork
and the Shape of Chimney Blocks

Low Tendency for Clogging

Rider Arch and Transition Tiles

Standardized Rider Arches

Casing

Standard Regenerator

INNOREG — Innovative Regenerator

Dimension Tolerances and Calibration

Storage

Installation

Highlights of INNOREG



Content



Technology



Checkerwork



Arches



Lining



Grades



Global

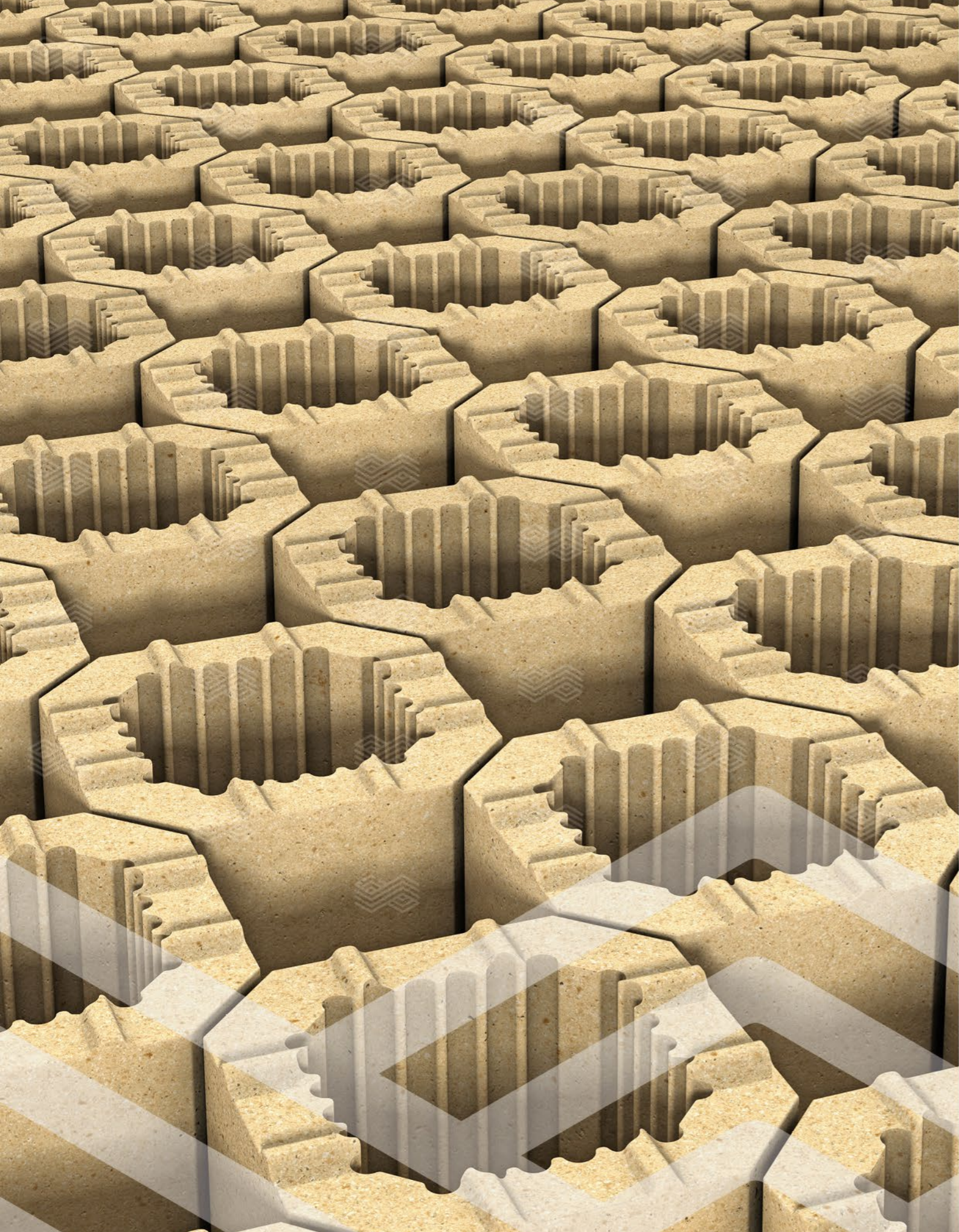


Storage



Highlights





Somos a RHI Magnesita

Uma Parceira Inovadora e Confiável da Indústria do Vidro

A RHI Magnesita é a líder global em refratários. Com uma ampla rede de vendas e serviços e 35 unidades de produção principais em quatro continentes, o grupo vem sendo o parceiro confiável da indústria do vidro há muito mais de 100 anos.

Como produtora de refratários líder no mundo inteiro, a RHI Magnesita abrange todas as etapas da cadeia de valor inteira, desde pesquisa e desenvolvimento e matérias-primas cuidadosamente selecionadas até a manufatura moderna baseada nos mais altos padrões de qualidade e conhecimento técnico de produtos e processos. A RHI Magnesita oferece produtos e serviços refratários de primeiríssima qualidade para necessidades específicas de clientes a partir de uma única fonte.

Com mais de 250 funcionários de pesquisa e desenvolvimento em centros de pesquisa em quatro continentes, a RHI Magnesita tem a maior equipe de pesquisa do setor. Todos os anos, a RHI Magnesita investe mais do que qualquer outra concorrente em inovações de produtos e serviços, garantindo assim a mais alta qualidade em seus produtos e uma inovação contínua, a fim de atender às elevadas exigências da indústria do vidro.

A RHI Magnesita concentra suas atividades mundiais para a indústria do vidro da Unidade de Negócios de Projetos Industriais. A rede global de vendas e serviços e os funcionários com excelente conhecimento técnico proporcionam o melhor e mais confiável serviço do setor e estão sempre disponíveis para desenvolver soluções que atendam aos requisitos especiais de seus clientes e para auxiliá-los em casos urgentes.

A RHI Magnesita contribui de maneira proativa para a proteção do meio ambiente por meio de conceitos de economia de recursos para sua produção e de eficiência energética para os clientes. Nossas unidades em todo o mundo produzem de acordo com os padrões ambientais e com garantia de qualidade ISO.

We are RHI Magnesita

An innovative and reliable partner of the glass industry

RHI Magnesita is the global leader in refractories. With the densest sales and service network and 35 main production sites on four continents, the Group has been the reliable partner of the glass industry for far more than 100 years.

As the globally leading refractory producer, RHI Magnesita covers all steps along the entire value chain, ranging from research and development and its own, carefully selected raw materials to modern manufacturing based on the highest quality standards, and technical product and process know-how. RHI Magnesita offers premium refractory products and services for specific customer needs from one source.

With more than 250 employees in research and development and research centers on four continents, RHI Magnesita has the largest research team in the industry. Every year, RHI Magnesita invests more than any other competitor in product and service innovations, thus guaranteeing the highest product quality and continuous innovation in order to meet the increased requirements of the glass industry.

RHI Magnesita concentrates its worldwide activities for the glass industry in the BU Industrial Projects. The global sales and service network and employees with excellent technical know-how provide the best and most reliable service in the industry and are always available to develop solutions for special customer requirements and to support them in urgent cases.

RHI Magnesita makes a proactive contribution to protecting the environment through resource-friendly production and energy-efficient lining concepts for the customers. Our plants all over the world manufacture in accordance with ISO-certified environmental and quality assurance standards.

Content



Technology



Checkerwork



Arches



Lining



Grades



Global



Storage



Highlights



Regenerador

O processo de fusão de vidro exige grandes quantidades de energia em altas temperaturas de processo. Para usar a energia da maneira mais eficiente possível, são empregados regeneradores para a recuperação de calor.

Os regeneradores são preenchidos com materiais que armazenam e dispensam o calor, chamados de empilhagem. A empilhagem precisa atender a vários requisitos:

- Alta resistência contra estresse térmico e ataque químico
- Alta estabilidade mecânica durante toda a campanha
- Alta eficiência para recuperar o calor do gás residual
- Baixa tendência para entupimento

De todos os sistemas de empilhagem, os blocos de chaminé (chimney) inventados pela Veitscher Magnesitwerke em 1979 são os que melhor atendem a esses requisitos.

Um regenerador completo consiste de um revestimento externo, arcos de apoio, tijolos de transição e empilhagem.

INNOREG — Regenerador inovador

Para atender ao desafio da eficiência térmica e da expectativa de vida dos regeneradores, a RHI Magnesita reuniu todos os recursos dos regeneradores de alto desempenho no INNOREG (forma reduzida de Innovative Regenerator — o regenerador inovador).

O INNOREG é uma caixa de ferramentas com os seguintes recursos:

- Um regenerador completo (empilhagem, tijolos de transição, arcos de apoio e revestimento externo)
- Escolha de material otimizado
- Formatos de empilhagem otimizados

Neste folheto, são descritas todas as informações e dados técnicos do INNOREG.

Regenerator

The glass melting process requires large amounts of energy at high process temperatures. In order to use the energy as efficiently as possible, regenerators are used for heat recovery.

Regenerators are filled with materials which discontinuously store and dispense heat, so-called checkerwork. The checkerwork has to fulfill several requirements:

- High resistance against thermal stress and chemical attack
- High mechanical stability during the whole campaign
- High efficiency to recover the heat from waste gas
- Low tendency for clogging

Of all checker systems, the chimney blocks, invented in 1979 by Veitscher Magnesitwerke, fulfill these requirements best.

A complete regenerator consists of a casing, rider arches, transition tiles and checkerwork.

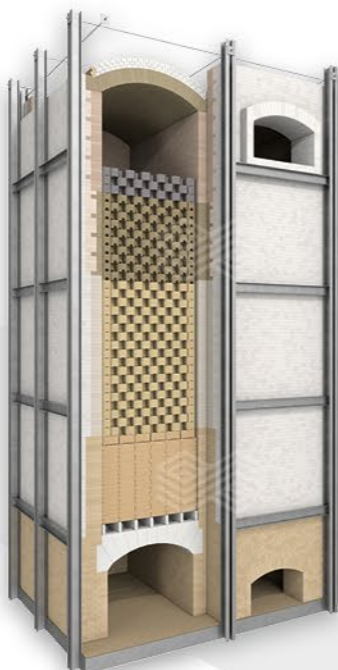
INNOREG — Innovative Regenerator

To meet the challenge for the thermal efficiency and lifetime expectation of regenerators, RHI Magnesita has summarized all features of top performing regenerators in the INNOREG – Innovative Regenerator.

INNOREG is a tool box with following features:

- A complete regenerator (checkerwork, transition tiles and rider arches, casing)
- Optimized material choice
- Optimized checker shapes

In this brochure all technical information and data for INNOREG are described.



Ataque Químico na Empilhagem

Camadas superiores (2 a 4 camadas)

O principal ataque nas camadas superiores é causado pelo transporte de areia. Se for utilizado óleo pesado como combustível, o ataque devido a V_2O_5 também pode ocorrer. O RUBINAL VZ provou que funciona nessas condições. Nesses tijolos, o grão de periclase é protegido por uma borda de forsterite e zircônia.

O DURITAL K99EXTRA é um corindo que proporcionou os melhores resultados de serviço contra o ataque de CaO. No entanto, ele não é resistente a resíduos de vidro fino. Além disso, não deve ser usado em temperaturas abaixo de 1350 °C, em que a formação de β -alumina pode desestabilizar o material.

Medidas para economia de energia e de custos na indústria do vidro aumentam o carry-over (com resíduos de vidro ou pré-aquecimento da carga) e/ou criam uma atmosfera agressiva no gás residual (no caso de uso de combustível alternativo, como coque de petróleo). Quando ocorrem essas condições, o DURITAL AZ58, baseado zircônia mullita, é uma solução com bom desempenho.

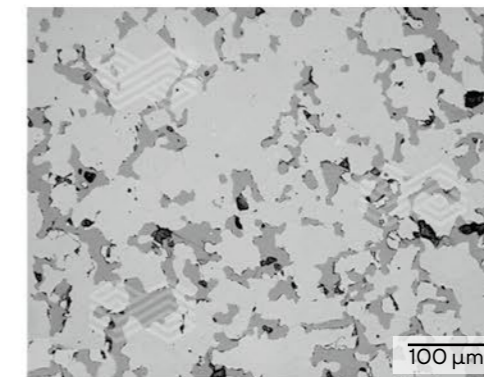
A maior resistência à corrosão, no entanto, é obtida pelo material de alumina-cromo DURITAL RK10.

Zona quente (faixa de temperatura > 1100 °C)

Abaixo das camadas superiores da empilhagem até uma faixa de temperatura de 1100 °C, o ANKER DG1 (ou RUBINAL VS), desenvolvido pela RHI Magnesita nos anos 1980, é adequado para fornos a gás.

O ANKER DG1 é fabricado a partir de matérias-primas muito puras, e a relação molar de CaO e SiO_2 é >2. O CaO pode reagir com SiO_2 e formar C_2S , que apresenta um ponto de fusão elevado (1800 °C).

Por causa da alta temperatura de queima, o ANKER DG1 tem ligação direta entre os grãos de MgO-MgO, o que proporciona um bom desempenho em altas temperaturas e alta resistência à corrosão:



No caso de queima com óleo pesado, espera-se um maior teor de V_2O_5 no gás efluente. Portanto, o RUBINAL VZ, no qual o grão de periclase fica protegido por uma borda de forsterite e zircônia, é a opção adequada.

Chemical Attack on Checkerwork

Top courses (2–4 layers)

The main attack in the top courses is caused by sand carry-over. If heavy oil is used as a fuel, attack due to V_2O_5 can occur additionally. RUBINAL VZ has proven successful under such conditions. In these bricks the periclase grain is protected by a rim of forsterite and zirconia.

DURITAL K99EXTRA is corundum and has provided best service results upon CaO attack. However, it is not resistant against fine glass cullet. Furthermore, it should not be used at temperatures below 1350 °C, where the formation of β -alumina may destabilize the material.

Measures for energy and cost saving in the glass industry cause more carry-over (in case of cullet or batch preheating) and/or create an aggressive atmosphere in the waste gas (in case of use of alternative fuel, like petroleum coke). When these conditions occur, DURITAL AZ58, based on zirconia mullite, is a well-performing solution.

The highest corrosion resistance, however, is achieved by the chrome corundum material DURITAL RK10.

Hot zone (temperature range > 1100 °C)

Below the top checker courses up to a temperature range of 1100 °C, ANKER DG1 (or RUBINAL VS), developed by RHI Magnesita in the 1980s, is suitable for gas-fired furnaces.

ANKER DG1 is manufactured from very pure raw materials and the CaO and SiO_2 molar ratio is > 2. CaO can react with SiO_2 and form C_2S , which has a high melting point (1800 °C).

Because of high firing temperature, ANKER DG1 has direct bonding between the MgO-MgO grains, which leads to good performance at high temperatures and high corrosion resistance:

In the case of firing with heavy oil, a higher V_2O_5 content is expected in the flue gas. Therefore, RUBINAL VZ, in which the periclase grain is protected by a rim of forsterite and zirconia, is the appropriate choice.

Content



Technology



Checkerwork



Arches



Lining



Grades



Global



Storage



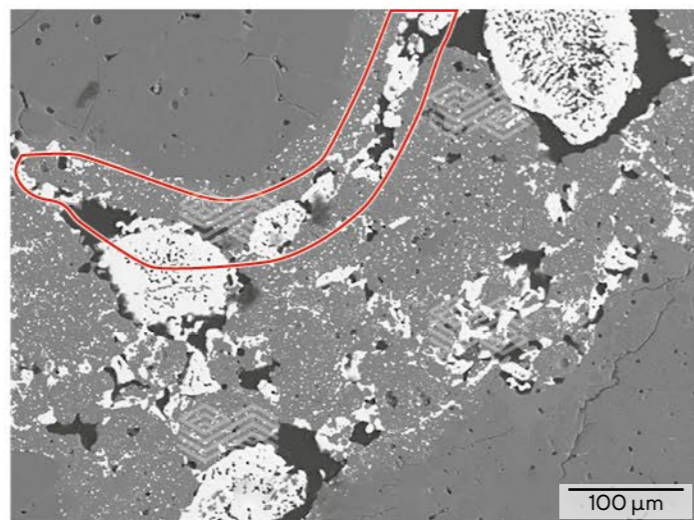
Highlights



Ataque Químico na Empilhagem

Zona de condensação (faixa de temperatura de 800 a 1100 °C) e camadas inferiores (< 800 °C)

No regenerador, a zona de temperatura entre 1100 e 800 °C é a região mais crítica para a empilhagem. Sulfatos alcalinos condensados bem como SO₃ gasoso corroem o material da empilhagem.

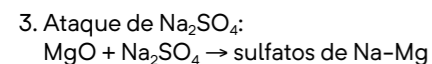
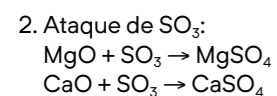
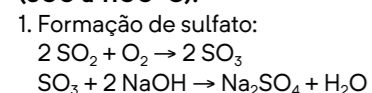


Chemical Attack on Checkerwork

Condensation zone (temperature range 800 – 1100 °C) and bottom courses (< 800 °C)

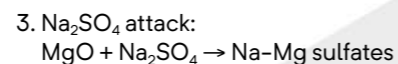
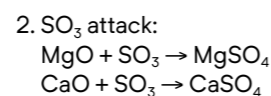
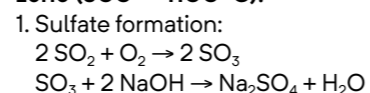
In the regenerator, the temperature zone between 1100 and 800 °C is the most critical region for the checkerwork. Condensing alkali sulfates as well as gaseous SO₃ corrode the checker material.

Reações em atmosfera oxidante na zona de condensação (800 a 1100 °C):



Para essa zona de temperatura, o RUBINAL EZ proporcionou excelentes resultados. Nessas empilhagens, o zircônio (ZrSiO₄) é uma das matérias-primas. Os cristais grossos de magnésia (isto é, periclase) são protegidos por uma matriz de ligação, constituída de forsterite (2MgO·SiO₂) e zircônia (ZrO₂), que é formada durante o processo de queima dos tijolos (linha verde):

Reactions in oxidizing conditions in the condensation zone (800 – 1100 °C):



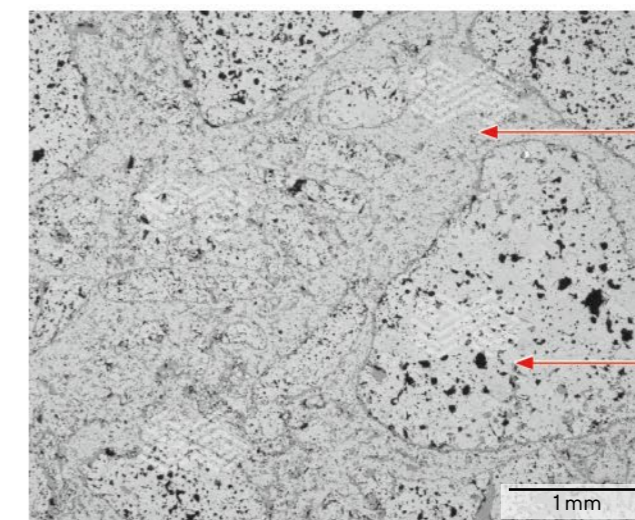
For this temperature zone RUBINAL EZ has provided excellent results. In these checkers zircon (ZrSiO₄) is one of the raw materials. The coarse magnesia crystals (i.e. periclase) are protected by a bonding matrix consisting of forsterite (2MgO·SiO₂) and zirconia (ZrO₂), which is formed during the firing process of the bricks (green line):

Como o zircônio é amplamente utilizado em diferentes produtos refratários, a disponibilidade dessa matéria-prima é restrita. Portanto, produtos sem zircônio, como o RUBINAL ESP, têm se tornado cada vez mais importantes.

O RUBINAL ESP é um tijolo de magnésia com uma matriz com ligações muito fortes de espinélio:

Since zircon is widely used in different refractory products, the availability of this raw material is restricted. Therefore, zircon-free products such as RUBINAL ESP have become increasingly important.

RUBINAL ESP is a magnesia brick with a very strong spinel bonding matrix:



Matriz espinélicida / Spinel-bonding matrix

Periclase / Periclase

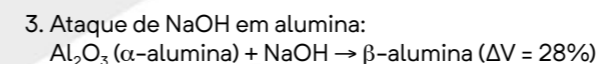
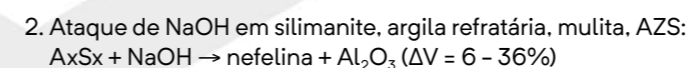
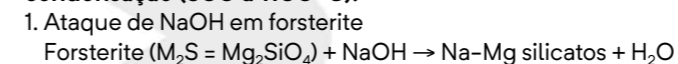
Parte do espinélio é formado in situ durante o processo de queima. A matriz de ligação de espinélio é resistente ao ataque de sulfato e protege a periclase. Portanto, os blocos de chaminé RUBINAL ESP podem ser usados na zona de condensação do regenerador em atmosfera oxidante. Porém, não se recomenda a aplicação de RUBINAL ESP em atmosferas redutoras.

Para as camadas inferiores (< 800 °C), o padrão é usar RUBINAL EZ ou RUBINAL ESP também.

Em uma atmosfera redutora, o gás efluente não contém oxigênio livre. Portanto, o SO₂ não é oxidado e, consequentemente, a formação de sulfato não é possível. Desse modo, os álcalis, por exemplo NaOH, permanecerão sem ligação no gás efluente. Consequentemente, deve-se esperar um ataque intenso por NaOH em muitos refratários.

Em condições redutoras, a única solução confiável é a instalação de tijolos de magnésia com ligação direta (por exemplo, ANKER DG1).

Reações em condições redutoras na zona de condensação (800 a 1100 °C):



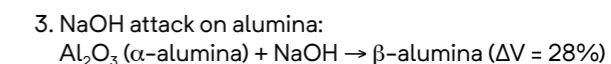
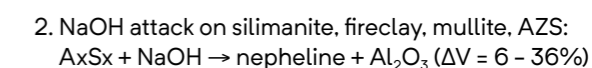
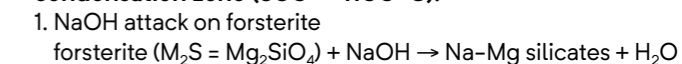
Part of the spinel is formed in situ during the firing process. The spinel bonding matrix is resistant to sulfate attack and protects the periclase. Therefore RUBINAL ESP chimney blocks can be used in the condensation zone of the regenerator under oxidizing conditions. However, the application of RUBINAL ESP under reducing conditions is not recommended.

For the bottom courses (< 800°C), it is standard to use RUBINAL EZ or RUBINAL ESP as well.

In a reducing atmosphere the flue gas contains no free oxygen. Therefore, the SO₂ is not oxidized and, consequently, the formation of sulfate is not possible. Therefore, the alkalis, e.g. NaOH, will remain without bond in the flue gas. As a result, an intense attack by NaOH has to be expected on many refractories.

Under reducing conditions, the only reliable solution is the installation of Magnesia bricks with direct bonding (e.g. ANKER DG1).

Reactions under reducing conditions in the condensation zone (800 – 1100 °C):



Content



Technology



Checkerwork



Arches



Lining



Grades



Global



Storage

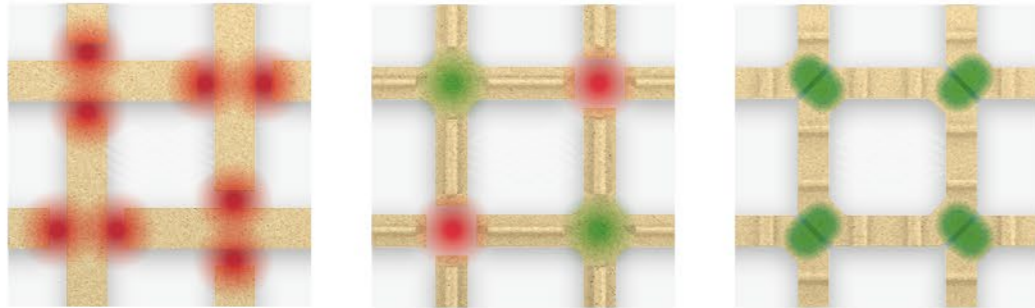


Highlights



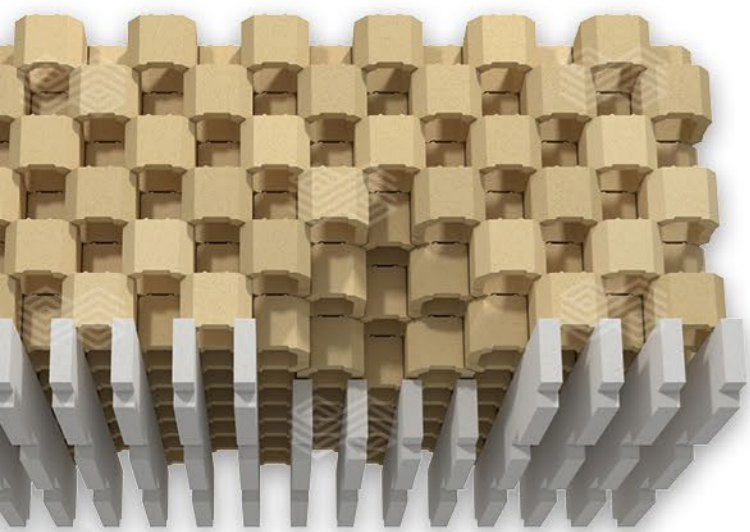
Estabilidade Mecânica da Empilhagem

Uma empilhagem baseada em blocos de chaminé é muito resistente. Outros sistemas de empilhagem têm áreas não reforçadas (pontos fracos) na configuração e, portanto, são menos estáveis. Porém, cada bloco de chaminé da empilhagem é 100% reforçado pelos blocos subjacentes e tem contato direto com outros oito blocos. Assim, uma empilhagem de blocos de chaminé é tão estável que, mesmo que faltem alguns tijolos de suporte, a construção não fica totalmente desestabilizada.



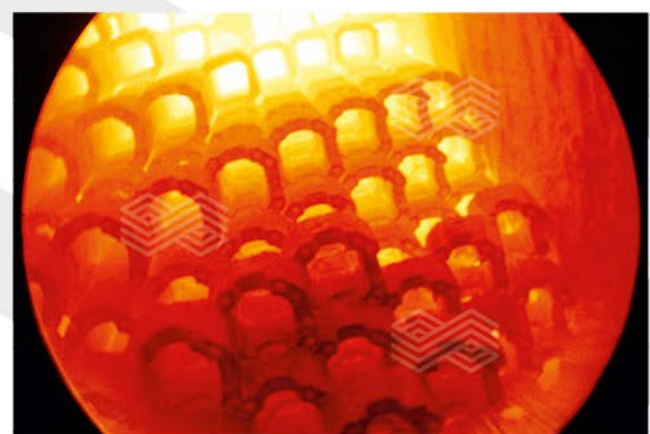
The Mechanical Stability of the Checkerwork

A checkerwork based on chimney blocks is very sturdy. Other checker systems have non-supported areas (weak spots) in the setting, and are therefore less stable. However, each chimney block in the checkerwork is 100% supported by the subjacent blocks and has direct contact with eight other blocks. Thus, a chimney block checkerwork is so stable that even if some carrier tiles are missing, the construction is not completely destabilized.



Em um teste de campo, os tijolos de transição foram danificados e caíram. A empilhagem do bloco de chaminé permaneceu em sua posição, porque os tijolos ficaram presos uns aos outros:

In a field trial the transition tiles were damaged and fell down. The chimney block checkerwork remains the position because the bricks are locked with each other:



Olhando para cima a partir do fundo do regenerador: Após a queda de tijolos de transição, os blocos de chaminé formaram uma ponte.

Looking upwards from the regenerator bottom: After falling down of transition tiles, the chimney blocks have built a bridge.

Eficiência Térmica da Empilhagem e Formato dos Blocos de Chaminé

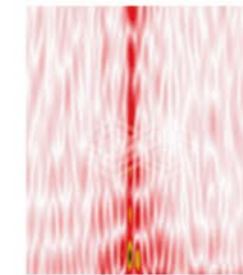
Há diferentes maneiras de atingir uma alta eficiência da empilhagem para recuperar o calor do gás residual:

- Uma grande área específica para o fluxo de ar quente
- Turbulências suficientes para permitir a troca de calor

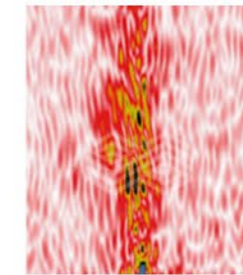
Portanto, estão disponíveis diferentes formatos de blocos de chaminé:

- O tijolo TG (sem aberturas) proporciona a melhor estabilidade mecânica.
- O tijolo TL (com aberturas em cada lado) induz turbulências no fluxo do gás residual e melhora a troca de calor entre o ar ou o gás efluyente e os tijolos.

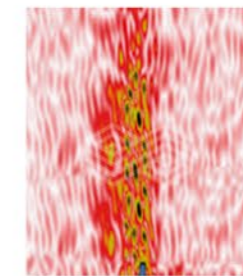
TG



TL



TLW



Thermal Efficiency of Checkerwork and the Shape of Chimney Blocks

There are different ways to reach a high efficiency of checkerwork to recover heat from waste gas:

- a high specific heat flux area
- sufficient turbulences to enable heat exchange

Therefore different shapes of chimney blocks are available:

- The TG brick (without openings) provides the best mechanical stability.
- The TL brick (with openings on each side) induces turbulences in the waste gas stream and improves the heat exchange between flue gas or air and the bricks.

- Turbulências adicionais são geradas pelos tijolos (TLK) com diferentes espessuras de parede, criando um aro horizontal.
- Os tijolos TG e TL com superfície interna ondulada (índice W) proporcionam uma área maior de transferência de calor.
- Os formatos TGZ e TLZ fornecem ainda mais área de transferência de calor (recomendada apenas para gás efluyente limpo).

- Additional turbulences are created by the bricks (TLK) with different wall thicknesses creating a horizontal rim.
- TG and TL bricks with a waved inside surface (index W) provide a larger heat transfer area.
- The TGZ and TLZ shapes provide even more heat transfer area (recommended only for clean flue gas).

Content



Technology



Checkerwork



Arches



Lining



Grades



Global



Storage



Highlights



Eficiência Térmica da Empilhagem e Formato dos Blocos de Chaminé

Thermal Efficiency of Checkerwork and the Shape of Chimney Blocks

TG



- Camadas superiores
- Zona de condensação (800 – 1100 °C)
- Camadas inferiores (< 800 °C)
- Top courses
- Condensation zone (800 – 1100 °C)
- Bottom courses (< 800 °C)

TL



- Zona quente (> 1100 °C)
- Hot zone (> 1100 °C)

TLK



- Zona quente (> 1100 °C)
- Hot zone (> 1100 °C)

TLW



- Zona quente (> 1100 °C)
- Hot zone (> 1100 °C)

TGZ



- Zona quente (> 1100 °C)
- Somente para gás efluente limpo
- Hot zone (> 1100 °C)
- Only for clean flue gas

TLZ



- Zona quente (> 1100 °C)
- Somente para gás efluente limpo
- Hot zone (> 1100 °C)
- Only for clean flue gas

Shape	Flue size	Brick thickness	Brick height	Brick volume	Pieces	Specific heat transfer area
	mm					
TG 14/175	142	38	175	4.23	88.2	15.9
TG 15/175	150	30	175	3.40	88.2	17.0
TL 14/175	142	38	175	3.74	88.2	16.6
TL 15/175	150	30	175	3.02	88.2	17.1
TLK 14/175	142	38	175	3.74	88.2	17.2
TLW 14/175	142	38	175	3.46	88.2	18.9
TGZ 14/175		38	175	5.40	88.2	19.2
TLZ 14/175		38	175	4.60	88.2	19.5
TG32/175	322 x 142		175	6.54	44.1	13.2
LCP (Large Channel Piece)	310	50	175	2.89	88.2	9.6

Brick height / Altura do tijolo
Brick thickness / Espessura do tijolo
Brick volume / Volume do tijolo

Flue size / Dimensão do canal efluente
Pieces / Peças

Shape / Formato
Specific heat transfer area / Área específica de transferência térmica

Baixa Tendência para Entupimento

Em temperaturas mais baixas (< 800 °C), o NaSO₄ começa a condensar-se na superfície dos tijolos. Forma-se uma crosta de condensados na superfície do tijolo, que se torna mais espessa com o tempo. Assim, a seção transversal aberta do canal de gás efluente diminui. Esse fenômeno é pior se houver um forte carry-over a partir dos fornos, por exemplo, se forem usados resíduos de vidro muito finos ou o pré-aquecimento da carga.

Se os canais efluentes estiverem fechados (o chamado entupimento), será necessária a limpeza mecânica ou térmica. Para minimizar o entupimento, a RHI Magnesita recomenda o uso de um canal efluente de dimensão maior na parte inferior da empilhagem (< 800 °C). Isso pode ser feito com blocos de chaminé longos (dimensão dupla do canal efluente) e o pedaço de canal grande (LCP — Large Piece Channel):

Blocos de chaminé longos (TG 32/175):
Dimensão do canal efluente = 322 x 142 mm, por exemplo

Long chimney blocks (TG 32/175):
e.g. flue size = 322 x 142 mm



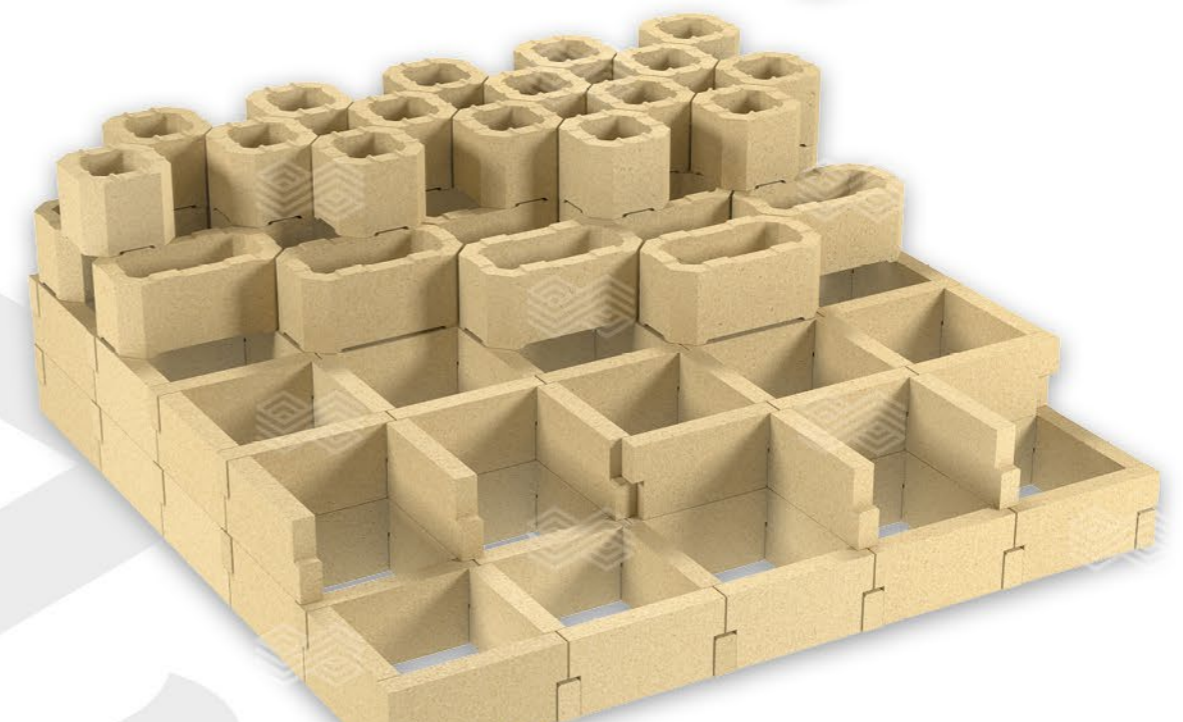
Low Tendency for Clogging

At lower temperatures (< 800 °C), the NaSO₄ starts to condensate on the surface of the bricks. A crust of condensates forms on the brick surface, which becomes thicker over time. Thus, the open cross section of the flue gas channel becomes smaller. This phenomenon is worse if strong carry-over arrives from the furnaces, e.g. if cullet or batch preheating is used.

If the flue channels are closed (so-called clogging), mechanical or thermal cleaning is needed. To minimize clogging, RHI Magnesita recommends using a bigger flue size at the lower part of the checkerwork (< 800 °C). This can be realized with long chimney blocks (double flue size) and the Large Channel Piece (LCP):

Peça de canal grande (LCP)
Dimensão do canal efluente = 310 x 310 mm, por exemplo

Large Channel Piece (LCP)
e.g. flue size = 310 x 310 mm



Content



Technology



Checkerwork



Arches



Lining



Grades



Global



Storage



Highlights



Arco de Apoio e Cerâmicas de Transição

O propósito do arco de apoio é criar uma base de suporte para a empilhagem. Dependendo da distância entre as fileiras dos arcos de apoio, os blocos de chaminé podem ser instalados diretamente nos arcos de apoio. Senão, são necessários tijolos de transição entre o arco de apoio e o bloco de chaminé.

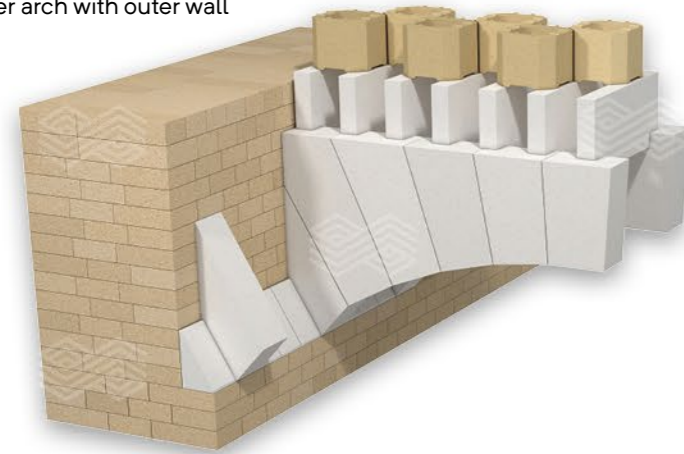
A RHI Magnesita recomenda formatos padronizados para construir arcos de apoio. As vantagens são:

- Os tijolos moldados encaixam-se bem uns nos outros, podendo construir uma base forte para a empilhagem.
- O revestimento no local fica mais fácil.

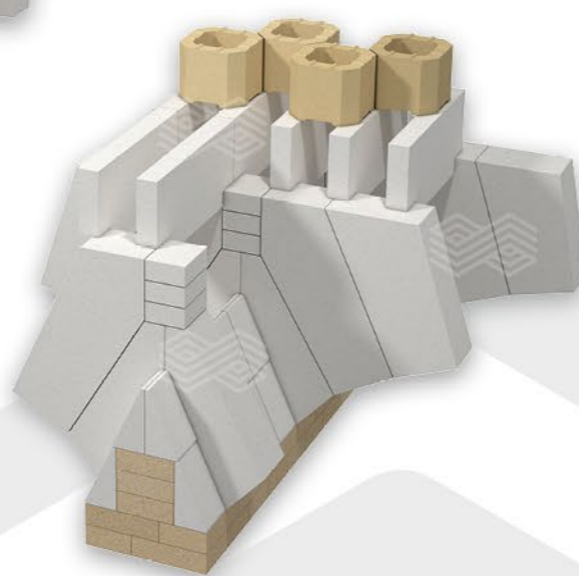
Escolha do material:

- Material para arco de apoio: RESISTAL S65G (para o regenerador de várias passadas, recomenda-se o DURITAL S70, considerando a temperatura mais elevada).
- Argamassa para arco de apoio: DIDOTEC B60VC-05
- Material para tijolos de transição: RESISTAL S65G (para o regenerador de várias passadas, recomenda-se o DURITAL S70, considerando a temperatura mais elevada).

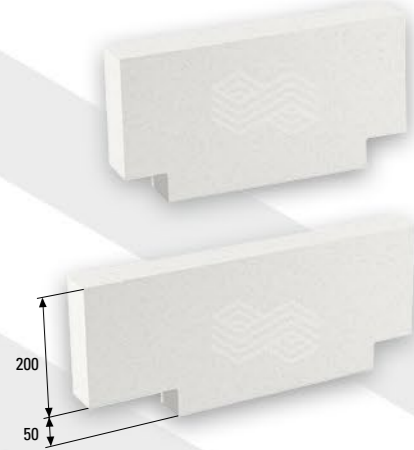
Arco de apoio com parede externa /
Rider arch with outer wall



Arco de apoio com parede intermediária
(arco de apoio duplo) /
Rider arch with mid wall (double rider arch)



Tijolos de transição / Transition tiles



Tijolo de apoio /
Skew

O formato padrão das cerâmicas de transição prevê uma altura total de 250 mm (200 mm para a parte superior e 50 mm para a parte inferior)

Rider Arch and Transition Tiles

The purpose of the rider arch is to create a base to support the checkerwork. Depending on the distance between the rows of the rider arches, the chimney blocks can be installed directly on the rider arches. Otherwise transition tiles are needed between the rider arch and chimney block.

RHI Magnesita recommends standard shapes to build rider arches. The advantages are:

- The shaped bricks fit well to each other, so that a solid basement for checkerwork can be build.
- Lining on site becomes easier.

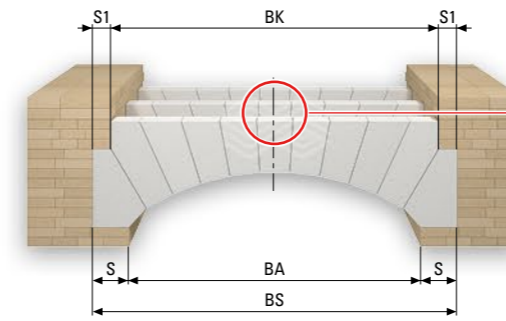
Material choice:

- Material for rider arch: RESISTAL S65G (for multi passed regenerator DURITAL S70 is recommended because of higher temperature).
- Mortar for rider arch: DIDOTEC B60VC-05
- Material for transition tiles: RESISTAL S65G (for multi passed regenerator DURITAL S70 is recommended because of higher temperature).

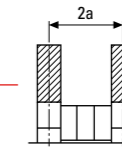
The standard shape for transition tiles has a total height of 250 mm (200 mm for upper part and 50 mm for lower part)

Arcos de Apoio Padronizados

Arcos únicos



Single arches

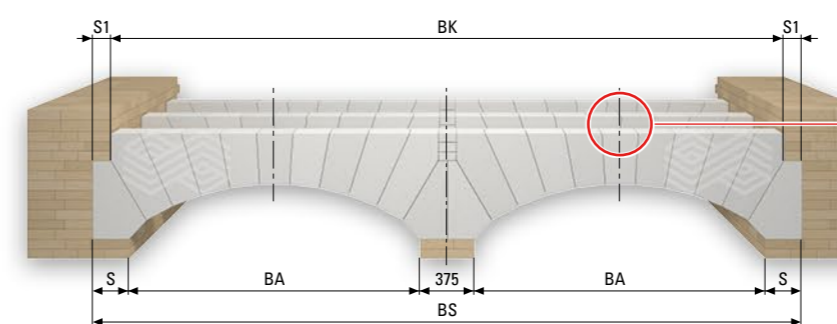


$a = d + s$
d = largura do canal da empilhagem
s = espessura do tijolo da empilhagem

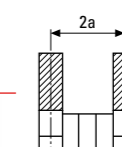
$a = d + s$
d = Checker channel width
s = Checker brick thickness

Chamber width	Width of waste gas flue	Rider arch width	Wall thickness		Pieces per rider arch															
			S	S1	SB 1	SB 2	SB 2A	SB 3	SB 3A	SB 4	SB 4A	SB 5	SB 6	SB 6A	SB 7	SB 7A	SB 8			
1150	900	1400	250	125	1		2		2									2		
1250	1000	1500	250	125	1		2	2										2		
1350	1100	1600	250	125	1	2		2										2		
1450	1200	1600	200	75	1	2		2										2		
1550	1300	1800	250	125	1		2		2			2						2		
1650	1400	1900	250	125	1	2			2			2						2		
1750	1500	2000	250	125	1	2		2				2						2		
1850	1600	2100	250	125	1	2		2			2							2		
1950	1700	2200	250	125	1		2		2		2	2							2	
2050	1800	2300	250	125	1	2			2		2	2	2						2	
2150	1900	2400	250	125	1	2		2			2	2	2						2	
2250	2000	2500	250	125	1	2		2			2	2	2						2	

Arcos duplos



Double arches



$a = d + s$
d = largura do canal da empilhagem
s = espessura do tijolo da empilhagem

$a = d + s$
d = Checker channel width
s = Checker brick thickness

Chamber width	Width of waste gas flue	Rider arch width	Wall thickness		Pieces per rider arch															
			S	S1	SB 1	SB 2	SB 2A	SB 3	SB 3A	SB 4	SB 4A	SB 5	SB 6	SB 6A	SB 7	SB 7A	SB 8	SB 8A		
2425	900	2675	250	125	2		4		4									2	2	
2625	1000	2875	250	125	2		4	4										2	2	
2825	1100	3075	250	125	2	4		4										2	2	
3025	1200	3175	200	75	2	4		4										2	2	
3225	1300	3475	250	125	2		4		4		4							2	2	
3425	1400	3675	250	125	2	4			4		4							2	2	
3625	1500	3875	250	125	2	4		4			4							2	2	
3825	1600	4075	250	125	2	4		4		4								2	2	
4025	1700	4275	250	125	2		4		4		4	4							2	2
4225	1800	4475	250	125	2	4			4		4	4							2	2
4425	1900	4675	250	125	2	4		4			4	4							2	2
4625	2000	4875	250	125	2	4		4		4	4	4							2	2

Chamber width / Largura da câmara
Pieces per rider arch / Peças por arco de apoio
Rider arch width / Largura do arco de apoio

Wall thickness / Espessura da parede
Width of waste gas flue / Largura do canal de gás efluente residual

Content



Technology



Checkerwork



Arches



Lining



Grades



Global



Storage



Highlights



Revestimento Externo

A escolha do material do revestimento externo do regenerador depende de múltiplos fatores, como a temperatura de aplicação, carry-over e atmosfera. As vantagens e limitações dos vários materiais refratários para o revestimento externo do regenerador estão resumidas na tabela abaixo:

Mulita

- No caso de carry-over muito pesado de areia e teor de álcalis mais baixo no gás efluente, podem ser utilizados tijolos de mulita (como DURITAL E75EXTRA, DURITAL S70 e DURITAL S65G) nas primeiras 1 ou 2 câmaras, por exemplo

Magnésia

- Os tijolos de magnésia têm alta resistência contra ataques alcalinos. Para aplicações de alta temperatura e em abóbada, recomenda-se um grau de magnésia com baixo valor de fluência (creep) (por exemplo, ANKER DG10).
- No caso de carry-over significativo de areia, tijolos de magnésia-zircônia (por exemplo, RUBINAL VZ) podem ser usados, sobretudo para as paredes alvo (target wall).
- Um revestimento externo que compreende uma abóbada e paredes de magnésia tem a melhor relação custo-benefício entre todos os diferentes conceitos de materiais.

Sílica

- A sílica na abóbada do regenerador é econômica e adequada a situações com significativo carry-over de areia e altas temperaturas do gás efluente (> 1470 °C). A formação de escória líquida causada pelo ataque de álcalis é crítica no caso de temperaturas mais baixas do gás efluente.
- Atualmente, a sílica não é a primeira opção para as paredes dos regeneradores.

Casing

The choice of regenerator casing material depends on multiple factors including the application temperature, carry-over, and atmosphere. The advantages and limitations of the various refractory materials for regenerator casings are summarized in the table below:

Mullite

- In the case of very strong sand carry-over and lower alkali content in the flue gas, mullite bricks (e.g. DURITAL E75EXTRA, DURITAL S70 and DURITAL S65G) can be used, for example in the first 1–2 chambers

Magnesia

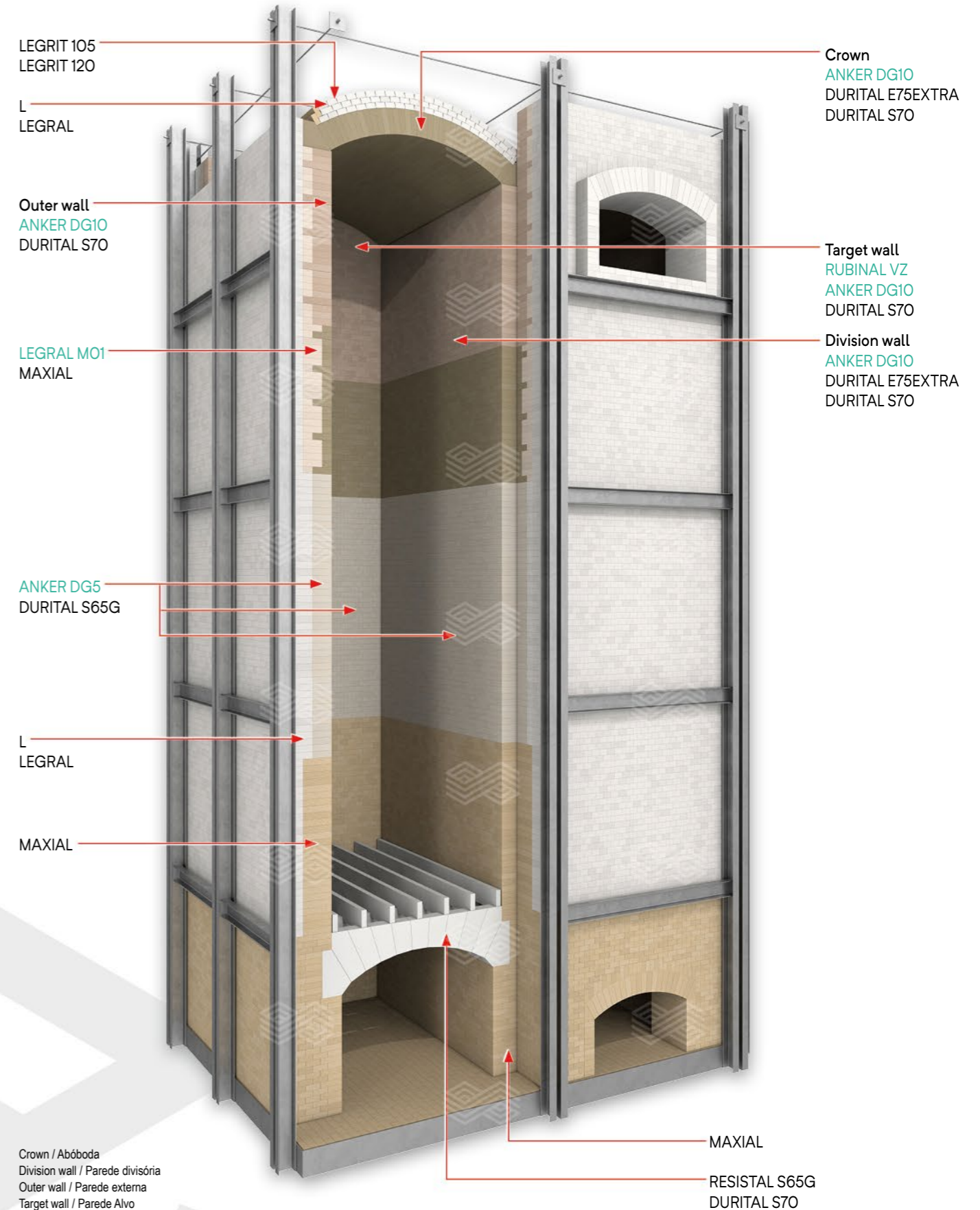
- Magnesia bricks have a high resistance against alkali attack. For high-temperature and crown applications a magnesia grade with a low creep value (e.g., ANKER DG10) is recommended.
- In the case of significant sand carry-over, magnesia zircon (e.g., RUBINAL VZ) can be used, especially for the target walls.
- A regenerator casing comprising a magnesia crown and walls has the best cost-performance ratio of all the different material concepts.

Silica

- Silica in the regenerator crown is cost-efficient and suitable for situations with significant sand carry-over and high flue gas temperatures (> 1470 °C). The formation of liquid slag due to the attack of alkalis is critical in the case of lower flue gas temperatures.
- Nowadays silica is not the first choice for regenerator casings.

Marcas em verde: revestimento com tijolos básicos
Marcas em preto: revestimento com mulita

Grades in green: Lining with basic bricks
Grades in black: Lining with mullite



Content



Technology



Checkerwork



Arches



Lining



Grades



Global



Storage



Highlights



Regenerador Padrão

Standard Regenerator

INNOREG — Regenerador Inovador

INNOREG — Innovative Regenerator

Top courses (2–4 layers)
RUBINAL VZ
DURITAL AZ58 TS
DURITAL RK10 TS
DURITAL K99EXTRA

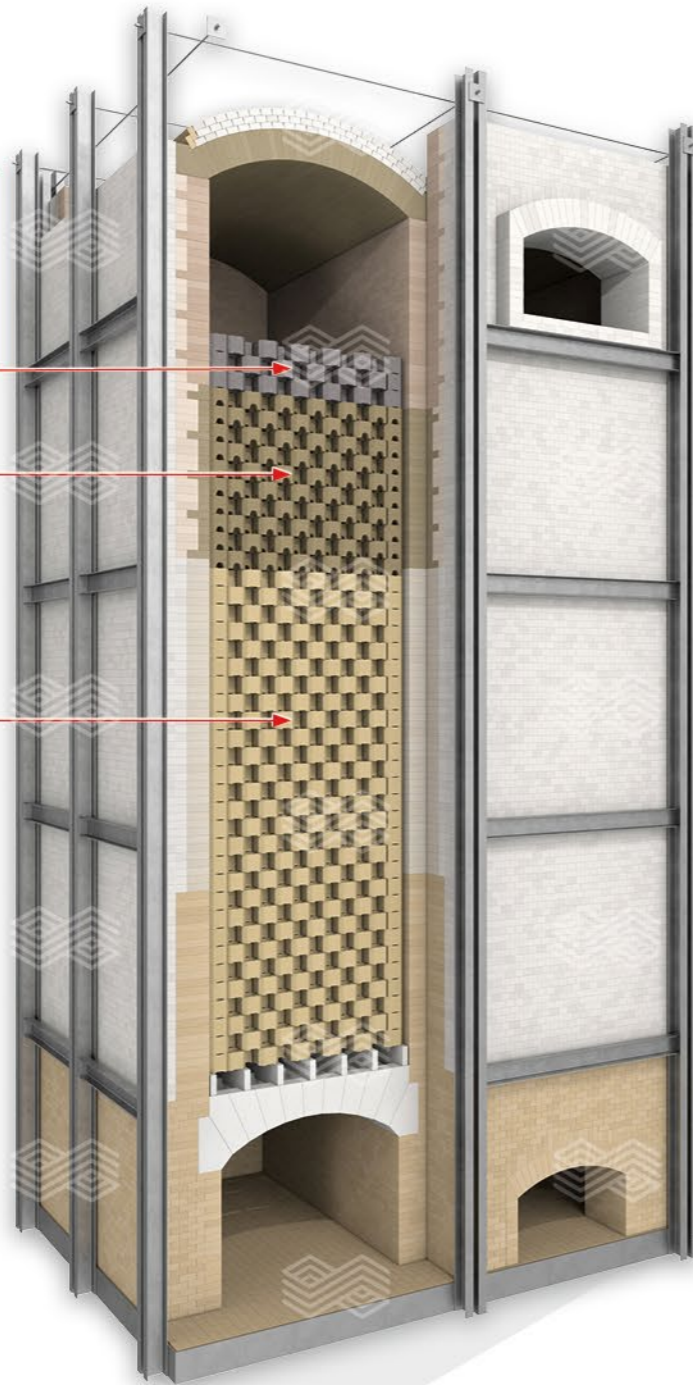
TG

Hot zone (> 1100 °C)
RUBINAL VZ
ANKER DG1

TL

Condensation zone (800 °C – 1100 °C)
and bottom courses (< 800 °C)
RUBINAL EZ
RUBINAL ESP

TG



Top courses (2–4 layers)
RUBINAL VZ
DURITAL AZ58 TS
DURITAL RK10 TS
DURITAL K99EXTRA

TG

Hot zone (> 1100 °C)
RUBINAL VZ
ANKER DG1

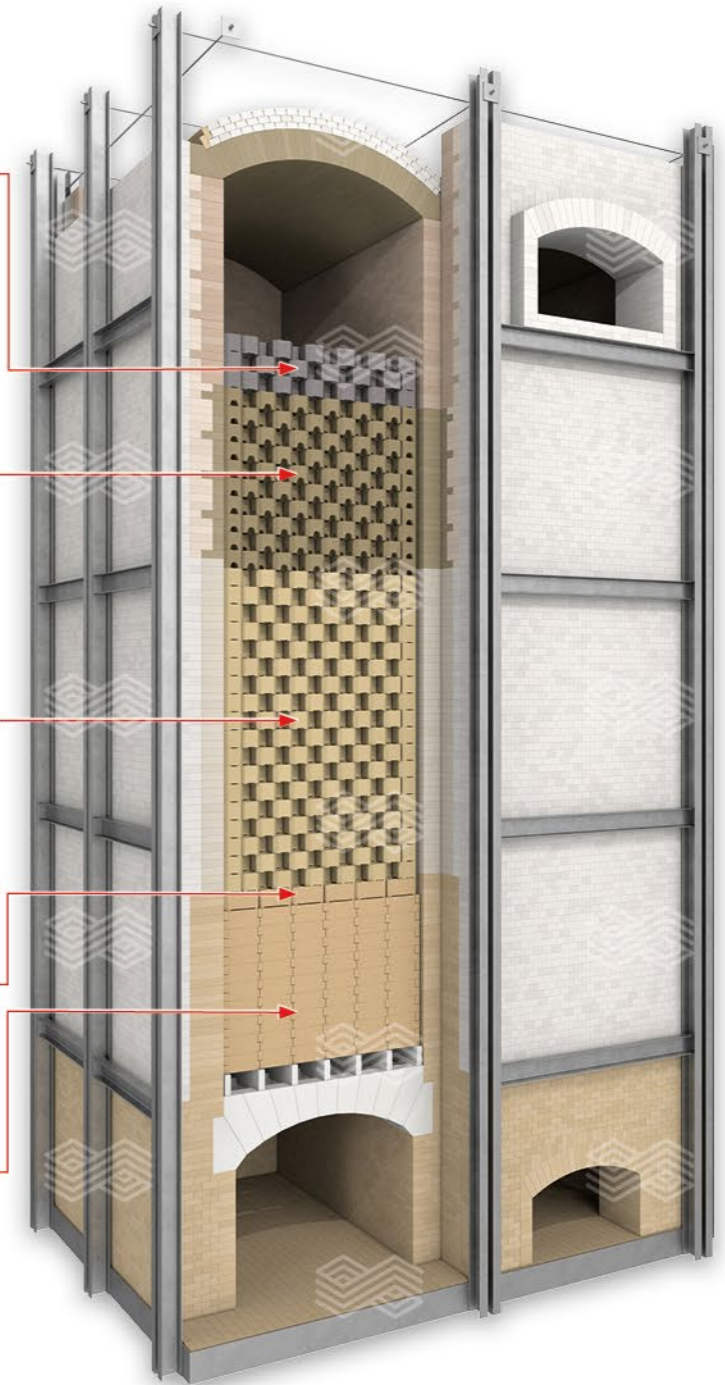
TLW

Condensation zone (800 °C – 1100 °C)
and bottom courses (< 800 °C)
RUBINAL EZ
RUBINAL ESP

TG

TG32

LCP



	Grade		Shape Standard	
	In oxidizing conditions	In reducing conditions		
Top courses (2–4 layers)	RUBINAL VZ DURITAL K99EXTRA DURITAL AZ58TS DURITAL RK10TS		TG	
Hot zone (> 1100 °C)	RUBINAL VS / ANKER DG1 (gas firing) RUBINAL VZ (heavy oil firing)		TL	Bottom courses / Camadas inferiores Condensation zone / Zona de condensação Gas firing / Queima de gás Grade / Marca
Condensation zone (1100 – 800 °C)	RUBINAL EZ RUBINAL ESP	RUBINAL VS / ANKER DG1	TG	Heavy oil firing / Queima de óleo pesado Hot zone / Zona quente
Bottom courses (< 800 °C)	RUBINAL EZ RUBINAL ESP	RUBINAL VS / ANKER DG1	TG	In oxidizing conditions / Em condições oxidantes In reducing conditions / Em condições redutoras Top courses (2–4 layers) / Camadas superiores (2 a 4 camadas)

	Grade		Shape Standard	
	In oxidizing conditions	In reducing conditions		
Top courses (2–4 layers)	RUBINAL VZ DURITAL K99EXTRA DURITAL AZ58TS DURITAL RK10TS		TG	
Hot zone (> 1100 °C)	RUBINAL VS / ANKER DG1 (gas firing) RUBINAL VZ (heavy oil firing)		TLW	Bottom courses / Camadas inferiores Condensation zone / Zona de condensação Gas firing / Queima de gás Grade / Marca
Condensation zone (1100 – 800 °C)	RUBINAL EZ RUBINAL ESP	RUBINAL VS / ANKER DG1	TG	Heavy oil firing / Queima de óleo pesado Hot zone / Zona quente
Bottom courses (< 800 °C)	RUBINAL EZ RUBINAL ESP	RUBINAL VS / ANKER DG1	TG32 + LCP	In oxidizing conditions / Em condições oxidantes In reducing conditions / Em condições redutoras Top courses (2–4 layers) / Camadas superiores (2 a 4 camadas)

Content



Technology



Checkerwork



Arches



Lining



Grades



Global



Storage



Highlights



Materiais para Regenerador

Materials for Regenerator

Tijolos refratários / Refractory bricks

Grade	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	CaO	MgO	ZrO ₂	BD	AP	CCS	RUL	TE	Application
	%	%	%	%	%	%	%	g/cm ³	vol.%	N/mm ²	T _{0.5} °C	1000 °C %	
ANKER DG10		0.6	0.1		1.9	97.0		3.03	14.5	90	> 1700	1.95	Casing
ANKER DG1		0.8	0.5		2.0	97.0		2.96	15.9	70	> 1700	1.95	Checker
ANKER DG5		3.2	0.4		1.9	94.5		2.96	15.8	90	1580	1.95	Casing
RUBINAL VZ		8.5	0.4		0.6	76.5	14.0	3.19	11.0	110	1670	1.80	Checker, casing
RUBINAL EZ		10.5	0.5		1.2	73.7	14.0	3.10	14.5	90	1570	1.80	Checker
RUBINAL ESP	26.5	1.7	0.3		1.5	70.0		3.00	15.0	60	1590	1.40	Checker
DURITAL K99EXTRA	99.0	0.2	0.1					3.26	17.0	87	> 1700	1.20 (1500 °C)	Checker
DURITAL AZ58TS	59.0	13.5	0.1				25.5	3.20	15.0	117	1670	0.85 (1500 °C)	Checker
DURITAL RK10TS	85.5	1.0		10.5				3.30	16.5	175	> 1700	1.30 (1500 °C)	Checker
DURITAL S85G	63.0	34.5	0.7					2.55	14.3	107	1690	0.80 (1500 °C)	Casing, transition tile, rider arch
DURITAL S70	77.0	21.8	0.5					2.76	15.5	106	1700	0.80 (1500 °C)	Casing, transition tile, rider arch
DURITAL E75EXTRA	76.5	23.0	0.1					2.80	16.0	106	1700	0.75 (1500 °C)	Casing

Refratários Não Moldados / Refractory mixes

Grade	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MR	CCS	TL	TE	SL	ML	Application
	%	%	%	%	kg/dm ³	N/mm ²	°C	1200 °C %	Months		
LEGRIT 120-0.9 0-5-DE	37.0	37.0	3.0	19.0	0.95	3.5	1200	0.60	12	H ₂ O	Casing
LEGRIT 105-0.5E 0-2-AT	7.0	31.0	3.5	51.0	0.55	0.5	1050	0.40 (800 °C)	12	H ₂ O	Casing

AP Porosidade aparente / Apparent porosity
 BD Densidade de massa aparente / Bulk density
 CCS Resistência à compressão a temperatur ambiente / Cold crushing strength
 ML Líquido para mistura / Mixing liquid
 MR Material requerido / Material requirement
 PLC Variação linear permanente / Permanent linear change
 RUL Refratariedade sob carga / Refractoriness under load
 SL Validade / Storage life
 TE Expansão térmica / Thermal expansion
 TL Temperatura limite de aplicação / Temperature limit of application

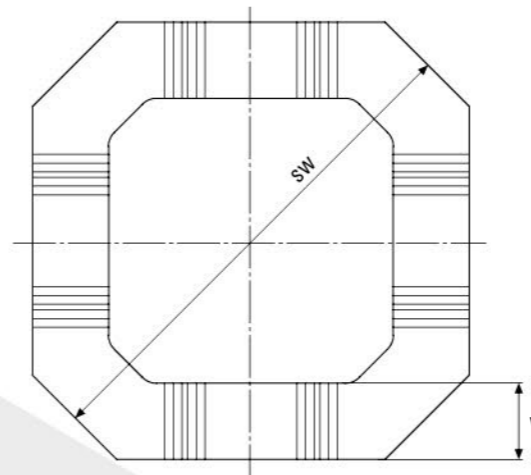
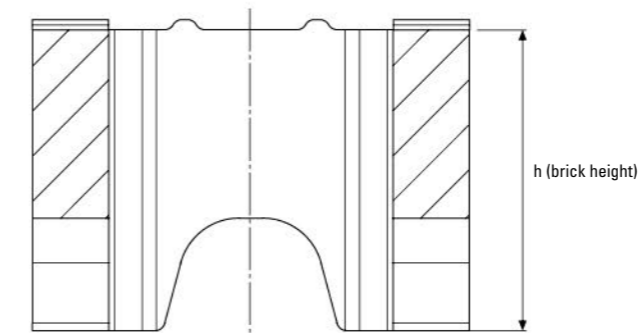
Casing / Revestimento externo
 Checker / Empilhagem
 Grade / Marca
 Months / Meses
 Rider arch / Arco de apoio
 Transition tile / Tijolos de transição

Calibração e Tolerâncias nas Dimensões

Dimension Tolerances and Calibration

Grade	Tolerance	Warpage
Regenerator checker	W	N +/- 2.0 mm
	SW	N +1,5 mm / -3 mm
Calibration groups	Tolerance	
	+ 2 = Brick height	+ 1.5 mm to + 2.49 mm
	+ 1 = Brick height	+ 0.5 mm to + 1.49 mm
	0 = Brick height	+ 0.49 mm to - 0.49 mm
	- 1 = Brick height	- 0.5 mm to - 1.49 mm
- 2 = Brick height	- 1.5 mm to - 2.49 mm	

Calibration groups / Grupos de calibração
 Grade / Marca
 Regenerator checker / Empilhagem
 Side face / Face lateral
 Warpage / Desvio



Líder Global em Refratários

Como líder global, usamos nossos recursos, presença mundial e especialização para impulsionar a mudança na indústria de refratários em benefício de nossos clientes, que confiam em nós.

14,000
Employees

No. 1
Best magnesite mine
in the world

13
Raw material sites in
four continents

35
Main production and
raw material sites

7,000
Product grades to
meet customers'
needs precisely

The Global Leader in Refractories

As global leader we use our resources, worldwide presence and expertise to drive change in the refractory industry for the benefit of our customers who rely on us.

219,500
Individual products

1,700
Global patents and patent
applications held

€ 63 m
Investment in R&D and
Technical Marketing

70
Sales offices

180
Countries shipped
to worldwide

Unidades de Produção da RHI Magnesita para Materiais de Regenerador

Os materiais para regeneradores são produzidos em 11 unidades de produção em 6 países.

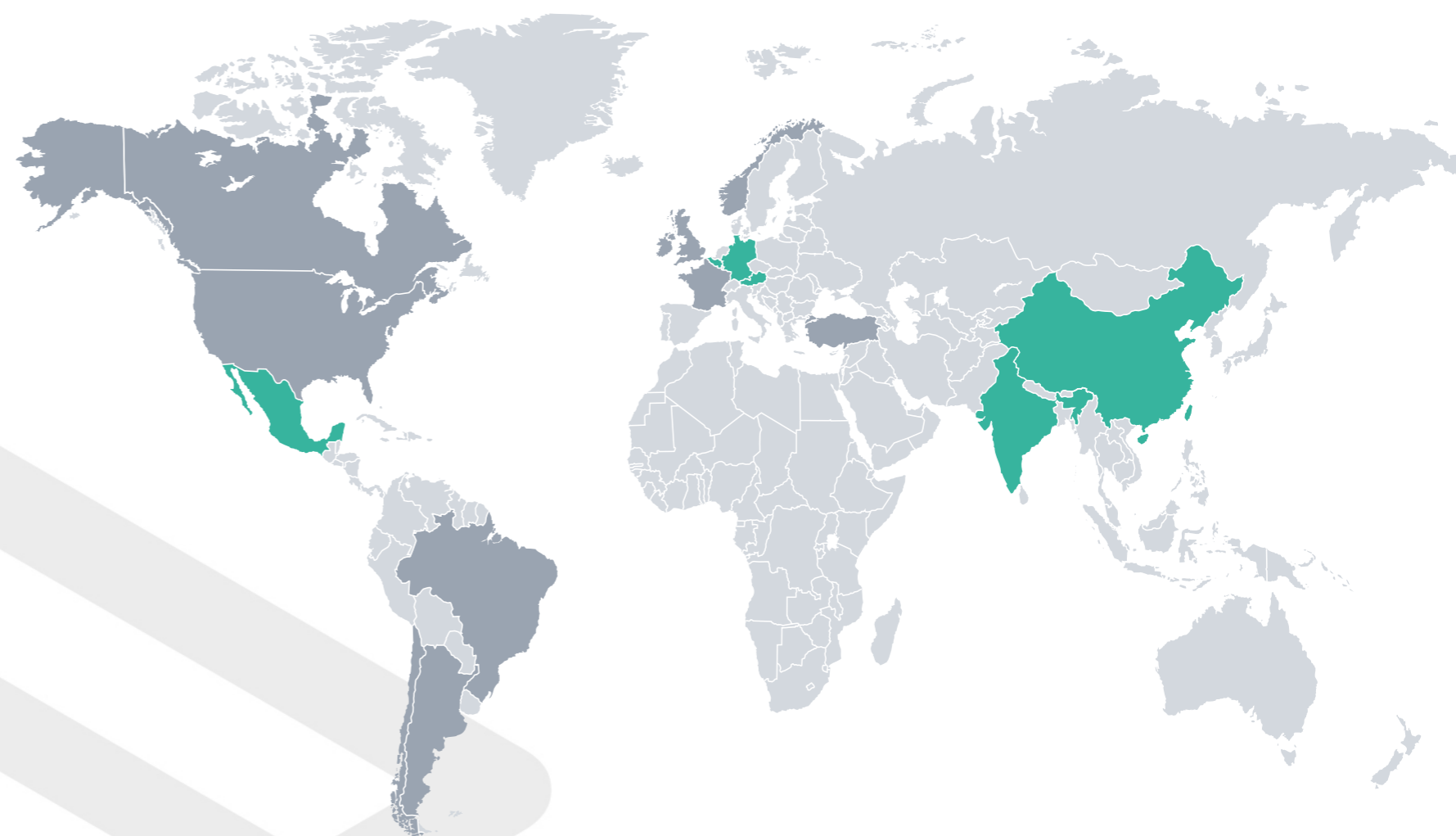
● Production sites — RHI Magnesita

RHI Magnesita Production Sites for Regenerator Materials

The materials for regenerators are produced in 11 production sites in 6 countries.

● Production sites — Regenerator materials

Austria — Radenthein
Austria — Trieben
Austria — Veitsch
Belgium — Evergem
China — Dalian
Germany — Mainzlar
Germany — Niederdollendorf
Germany — Urmitz
India — Venkatapuram
Mexico — Ramos Arizpe
Mexico — Tlalnepantla



Content



Technology



Checkerwork



Arches



Lining



Grades



Global



Storage



Highlights



Armazenamento

- Para evitar danos de hidratação durante o armazenamento, sobretudo em áreas quentes e úmidas, os paletes com materiais básicos devem ser colocados em piso seco de prédios com boa ventilação.
- Os materiais básicos devem ser usados o mais rápido possível para evitar a hidratação.
- Se os materiais precisarem ficar armazenados durante algum tempo, os materiais das embalagens (folhas, encartes de papelão) devem ser removidos, porque o vapor no ar pode penetrar nas folhas.
- A variação de temperatura fará com que a água de condensação se acumule dentro da folha no palete. Essa água de condensação reagirá com os tijolos básicos (hidratação). Os fatores tempo e temperatura têm uma influência significativa. A tendência de hidratação é alta, principalmente entre 60 °C e 100 °C.

Storage

- To prevent hydration damages during storage — especially in warm and humid areas — the pallets with basic materials are to be placed on dry floors in buildings with good ventilation.
- The basic materials should be used as soon as possible to avoid hydration.
- If the materials have to be stored for a while, the packaging materials (foil, cardboard inserts) are to be removed because steam in the air can penetrate the foil.
- Temperature variation will cause condensation water to build up inside the foil of the pallet. This condensation water will react with the basic bricks (hydration). The factors time and temperature have a significant influence. The hydration tendency is especially great between 60 °C and 100 °C.



Instalação

Durante a instalação:



Installation

During installation:

Situação final:



Camada superior com alumina cromo (DURITAL RK10) para carry-over pesado e resíduos finos de vidro no gás residual
Top layer with chrome corundum (DURITAL RK10) for strong carry-over and fine cullet in the waste gas

Final Situation:



Camada superior com zircônia-mulita (DURITAL AZ58) para resíduos finos de vidro predominantes no gás residual
Top layer with zirconia mullite (DURITAL AZ58) for fine cullet dominating the waste gas

Content



Technology



Checkerwork



Arches



Lining



Grades



Global



Storage



Highlights



Destaques do INNOREG

INNOREG — Regenerador Inovador

É uma caixa de ferramentas com os seguintes recursos:

Regenerador completo:

- Empilhagem
- Tijolos de transição e arcos de apoio
- Revestimento externo (abóbada e parede)

Opção otimizada de materiais:

- Alumina cromo, zircônia mullita, magnésia, magnésia zircônia e magnésia com ligação por espinélio para empilhagem
- Andalusita para tijolos de transição e arcos de apoio
- Mullita ou magnésia para revestimento externo

Formatos de empilhagem otimizados:

- Formato TLW: um novo tipo de bloco de chaminé com maior superfície de troca de calor. Comparado ao atual bloco de chaminé TL, o aumento da superfície é de 15%, gerando um aumento na eficiência de um regenerador médio calculado em cerca de 1,5%.
- Formato LCP (peça de canal grande): um novo formato de empilhagem, permitindo dobrar a dimensão dos canais efluentes do regenerador para reduzir o risco de entupimento.
- TG32/175: bloco de chaminé padrão de dimensão dupla com uma dimensão de canal de 322x142 mm, também para reduzir o risco de entupimento.

Highlights of INNOREG

INNOREG — Innovative Regenerator

is a tool box with following features:

A complete regenerator:

- Checkerwork
- Transition tiles and rider arches
- Casing (crown and wall)

Optimized material choice:

- Chrome corundum, zirconia mullite, magnesia, magnesia zircon and spinel-bonded magnesia for checkerwork
- Adalusite for transition tiles and rider arches
- Mullite or magnesia for casing

Optimized checker shapes:

- TLW shape: a new chimney block type with increased heat exchange surface. Compared to the present TL chimney block the surface increase is 15%, leading to a calculated increase in efficiency of a mean regenerator by about 1.5%.
- LCP shape (Large Channel Piece): a new checker shape, allowing the increase of the flue size of the regenerator channels by two, to reduce the risk for clogging.
- TG32/175: a double sized standard chimney block with a flue size of 322x142 mm, to reduce the risk for clogging as well.

Content



Technology



Checkerwork



Arches



Lining



Grades



Global



Storage



Highlights



We are RHI Magnesita
**The driving
force of the
refractory industry**

>90%

of the container glass
furnaces worldwide are
heated regeneratively

>50%

of the regenerators are
lined with chimney blocks

>70%

of all chimney blocks
worldwide are supplied
by RHI Magnesita

>30 years

RHI Magnesita chimney
blocks are used for glass
furnaces



Content



Technology



Checkerwork



Arches



Lining



Grades



Global



Storage



Highlights



Imprint:

Media owner and publisher: RHI Magnesita GmbH, Kranichberggasse 6, 1120 Vienna, Austria

Produced by: RHI Magnesita — 12 / 2019-PT/EN

Place of publication and production: Vienna, Austria



Copyright notice:

The texts, photographs and graphic design contained in this publication are protected by copyright. Unless indicated otherwise, the related rights of use, especially the rights of reproduction, dissemination, provision and editing, are held exclusively by RHI Magnesita. Usage of this publication shall only be permitted for personal information purposes. Any type of use going beyond that, especially reproduction, editing, other usage or commercial use is subject to explicit prior written approval by RHI Magnesita.

The Journal of
Refractory Innovations
bulletin

Subscriptions
Service and
Contributions



RHI Magnesita GmbH

Hagenauer Strasse 53-55a, 65203 Wiesbaden, Germany

T +49 611 7335 300

E glass@rhimaginesita.com

rhimaginesita.com