

CIMPOR INDÚSTRIA DE CIMENTOS, S.A.

CENTRO DE PRODUÇÃO DE SOUSELAS

PROJETO DE PRODUÇÃO DE ARGILAS CALCINADAS

MEMÓRIA DESCRITIVA

28 DE MAIO DE 2026
Revisão 06

ÍNDICE

MEMÓRIA DESCRITIVA – PROJETO DE PRODUÇÃO DE ARGILAS CALCINADAS	4
1. ENQUADRAMENTO.....	4
2. PRESSUPOSTOS.....	5
3. DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS.....	6
4. DESCRIÇÃO DO PROCESSO	6
4.1 INTRODUÇÃO.....	6
4.2 DEFINIÇÕES.....	7
4.3 PRODUÇÃO DE ARGILAS CALCINADAS	9
4.3.1 Receção, armazenamento e transporte da argila crua	9
4.3.2 Secagem e alimentação ao forno da argila crua	10
4.3.2 Circuito de tratamento e despoeiramento dos gases de processo.....	12
4.3.4 Piroprocesso.....	14
4.3.5 Transporte e armazenamento da argila calcinada	16
4.3.6 Receção, transporte, processamento e armazenamento de CDR (Instalação CA6)	16
4.3.6.1 Seguranças da instalação.....	20
5. EQUIPAMENTOS EXISTENTES E A INSTALAR	20
6. CONTRIBUIÇÃO PARA A DESCARBONIZAÇÃO.....	23
7. EDIFÍCIOS	23
8. ARMAZENAGEM DE ARGILA CALCINADA	24
9. MATÉRIA-PRIMA.....	24
10. CONSUMO DE OUTROS MATERIAIS/MATÉRIAS-PRIMAS SUBSIDIÁRIAS.....	24
11. COMBUSTÍVEIS	25
12. CONSUMO ELÉTRICO ESPECÍFICO E POTÊNCIA ELÉTRICA A INSTALAR	26
13. CONSUMO DE ÁGUA.....	28
14. ÁGUAS RESIDUAIS E PLUVIAIS	28
15. RESÍDUOS PRODUZIDOS	30
16. REQUISITOS DA OPERAÇÃO DE COINCINERAÇÃO E EMISSÕES DE FONTES FIXAS	30
17. EMISSÕES DE FONTES DIFUSAS	33
18. REGIME DE FUNCIONAMENTO	34
19. PRINCIPAIS FONTES DE RUÍDO E MEDIDAS DE MINIMIZAÇÃO	35
20. DESENHOS.....	37
20.1 Vistas 3D	37
20.2 Localização na fábrica / Zonas de intervenção	38

Índice de Figuras

Figura 1. Tipos de argilas	7
Figura 2. Reatividade das argilas em função da temperatura do material	8
Figura 3. Reações de formação de óxidos de ferro em função da temperatura da argila e da presença de oxigénio durante a calcinação e arrefecimento.	8
Figura 4. Equipamentos no interior do Edifício existente na pré-homo 1: Empilhador existente (à esquerda da pilha), e novo retomador (à direita).	9
Figura 5. Flowsheet (Receção, armazenamento e transporte da argila crua)	10
Figura 6. Secador de argila crua (com pormenor do seu interior, na imagem da direita)	11
Figura 7. Flowsheet (Secagem e alimentação ao forno da argila crua).....	11
Figura 8. Flowsheet (Circuito de tratamento e despoeiramento dos gases de processo).....	12
Figura 9.1 Flowsheet (Circuito do STEG).....	14
Figura 9.2 Flowsheet com outros detalhes (Circuito do STEG)	14
Figura 10. Flowsheet (Pirop processo - calcinação)	15
Figura 11. Flowsheet (Pirop processo - arrefecimento)	16
Figura 12. Localização em planta das instalações de CDR para o Forno 4	17
Figura 13. Equipamento (Rocket Mill)	18
Figura 14. Flowsheet (circuito de despoeiramento do Rocket Mill)	19
Figura 15. Equipamento (D-Gasifier).	19
Figura 16. Flowsheet (Receção, transporte e armazenamento de CDR)	20
Figura 17. Localização dos silos de armazenagem de argilas calcinadas	24
Figura 18. Localização das caixas P92 a P98 para drenagem das águas pluviais na envolvente da instalação dos CDR.....	29

MEMÓRIA DESCRITIVA – PROJETO DE PRODUÇÃO DE ARGILAS CALCINADAS

1. ENQUADRAMENTO

O Centro de Produção de Souselas (CPS), situado a cerca de 15 km da cidade de Coimbra, tem como principal atividade a produção e expedição de cimento, sendo uma das três unidades de produção de cimento que a Cimpor opera em Portugal. A sua localização privilegiada, derivada da proximidade a portos marítimos e bons acessos rodoviários e ferroviários ajudaram a fábrica de Souselas a construir bases sólidas para o desenvolvimento económico e social da região.

No âmbito do esforço geral de descarbonização que a Cimpor se prepara para levar a cabo, o CPS será um alvo privilegiado de investimentos e intervenções conducentes à diminuição das emissões anuais de CO₂.

Uma dessas intervenções será a produção de argilas calcinadas, que têm capacidade para substituir o clínquer na produção de cimento e cujo fabrico produz volumes de emissões substancialmente inferiores. A introdução de argilas calcinadas no processo de produção de cimento representa um passo decisivo para a introdução de “*Low Carbon Cement*” no mercado, uma categoria de produtos que terá um impacto disruptivo na performance ambiental da indústria cimenteira.

Na produção de Argilas Calcinadas existem tecnologias concorrentes no mercado para o mesmo fim, sendo que a decisão final de seleção dependerá da especificidade do site, das exigências ambientais e da qualidade das matérias-primas. Neste sentido, embora a Cimpor tenha optado por um processo produtivo baseado num forno rotativo, poderia ter selecionado um processo baseado num calcinador *flash*. Existem, no mundo, exemplos de aplicação prática de ambas as tecnologias e a seleção de uma ou outra depende de vários fatores endémicos e operacionais. Nesta circunstância, fala-se claramente de tecnologias em nível de prontidão (“*technology readiness level*”) TRL 8, visto que as mesmas são funcionais e estão preparadas para utilização em ambiente real, mas o seu historial de utilização em ambiente real é ainda demasiado curto para se perceber qual é, efetivamente, a mais vantajosa e em que condições específicas.

2. PRESSUPOSTOS

GERAL LINHA 4	Conversão da linha 2 para a produção de argilas calcinadas
Produção do forno	1.400 t/dia de argilas calcinadas (450 000 t/ano)
Taxa de substituição térmica	80% (com <i>Rocket Mill</i>)
Consumo térmico	560 kcal/kg (2 345 MJ/t) de argila calcinada
Consumo elétrico	17 kWh/t de argila calcinada (equipamentos novos)
Emissões de CO ₂	166 kg CO ₂ /t argila calcinada (Nota: Valor equivalente ao calculado em 2022 no âmbito da candidatura do projeto ao PRR, 167 kg CO ₂ /t ac)
Produto	Argilas Calcinadas
Temperatura à saída do forno	T _{ambiente} + 150 °C
Índice de cor “a” Perda ao fogo	2,5 2,5
RECEÇÃO E ALIMENTAÇÃO DE ARGILA CRUA	(No interior do armazém da Pré-Homo 1 existente. Mesmo empilhador e um novo retomador, britador (200 t/h) e desaglomeradores)
Armazenagem intermédia	2 tremonhas de 75 m ³ cada (em <u>nova estrutura</u>)
Secagem	Secador (80 t/h) c/ utilização de gases do forno (em <u>nova estrutura</u>)
Torre de pré-aquecimento	Modificação para utilização dos ciclones C1a e C1b
Alimentação ao forno	Elevador + sem-fins (100 t/h)
TRATAMENTO DE GASES (STEG)	FF2: Utilização do Eletrofiltro + TCG + Filtro de mangas de despoeiramento FF2: Sistema DeSOx (<u>novo</u>) FF5: Permutador de calor + Filtro de Mangas existente
Adição de absorventes (em <u>nova estrutura</u>)	2 silos de 200 a 210 m ³ cada, para Hidróxido de cálcio (controlo de emissões de SO ₂ , HCl e HF) 1 silo de 60 a 66 m ³ , para Carvão ativado (controlo de emissões de metais pesados/Hg se necessário)
Exaustão de gases	Aproveitamento da chaminé existente do forno 2 (FF2) e arrefecedor do forno 2 (FF5).
Transporte e ensilagem de poeiras do filtro de mangas do forno	Circuito de transporte e novo silo de poeiras, com ponto de carga a granel rodoviário.
FORNO 4	Forno 2, com modificação do cabeçote e juntas de entrada/saída Nota: nova designação após modificação - FORNO 4
Sistema de queima	Câmara de combustão <i>D-Gasifier</i> [DYNAMIS] (em substituição do atual queimador principal) + queimador satélite.
Alimentação de combustíveis	Petcoque (circuito existente: 9 t/h) ou Gás Natural (GN) em mistura com H ₂ (rede do exterior: 590 Nm ³ /h) + Resíduos Não Perigosos (RNP)
Fiabilidade	97%
Arrefecimento	Arrefecedor de grelha de alta eficiência [IKN]
Ar de arrefecimento	Corrente de gases captada à saída do Filtro de Mangas do Forno + Insuflação de ar do exterior
INSTALAÇÃO PARA RNP	(Nova instalação CA6 e respetivos equipamentos)
Resíduos a coprocessar	CDR (Combustíveis derivados de resíduos) – LER 19 12 10
Densidade/Granulometria	CDR 3D (pellets) = 0,15 t/m ³ Ø8 x L10 mm CDR 2D = 0,15 t/m ³ < 50 x 50 mm e < 15 mm após processamento em moinho de correntes “ <i>Rocket Mill</i> ” [ATEC]
Receção do material	A granel em camiões basculantes ou de fundo móvel (100 m ³)
Capacidade de descarga camião	250 a 300 m ³ /h
Controlo de radioatividade	Aproveitamento de infraestruturas existentes

Capacidade de armazenagem	CDR 2D = 1 500 m ³ (siló 4) CDR 3D = 500 m ³ (siló 6)
Dosagem (por doseador)	Gravimétrica com precisão $\pm 1\%$ e gama de 0,5 - 6,0 t/h (6 t/h)
Tipo de transportadores e silos de doseamento	Sem-fins + Transportadores metálicos de arrasto + transporte pneumático para alimentação: - ao D-Gasifier através de silo auxiliar (siló 5) de 350 m ³ (CDR 2D) - ao queimador satélite através de silo auxiliar (siló 7) de 20 m ³ (CDR 3D)
Tratamento águas pluviais	Encaminhamento das águas de escorrência pluvial na zona da instalação para caixas pluviais da rede de drenagem existente.
OUTROS	
Gestão de emergências	Instalações de Detecção e combate a incêndios (integração com o atual Plano de Emergência Interno e Medidas de Autoproteção)
Salas elétricas	Aproveitamento de infraestruturas existentes

3. DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS

O presente projeto de calcinação de argilas pretende dotar a Fábrica de Souselas de condições que permitam reduzir significativamente as suas emissões de CO₂. Esta redução será conseguida pela conjugação dos seguintes fatores:

- Substituição de clínquer (produto que gera mais emissões) no fabrico de cimento por argilas calcinadas;
- Viabilização técnica de uma matriz térmica à base de combustíveis alternativos de baixo carbono (essencialmente CDR – Combustíveis derivados de resíduos), até 80% das necessidades caloríficas da nova linha de produção.

É ainda um objetivo do projeto a reutilização de grande parte dos equipamentos da **Linha n.º 2 de clínquer** existente e atualmente suspensa na conversão para a nova linha de produção de argilas calcinadas (**renomeada para linha 4**) para uma capacidade instalada de 1 400 t/dia (450 000 t/ano).

4. DESCRIÇÃO DO PROCESSO

4.1 INTRODUÇÃO

As argilas calcinadas estão no “roadmap” do cimento, segundo a Agência Internacional de Energia (IEA), e os estudos e aplicações mais recentes têm demonstrado o seu potencial como substitutos do clínquer, sobretudo, quando combinadas com o calcário. Segundo a mesma agência, espera-se que cimentos constituídos simultaneamente por estes dois aditivos representem cerca de 27% da produção global de cimento, em 2050, sendo que a substituição de clínquer pode atingir os 50% sem afetar a performance do cimento.

Os quatro componentes deste futuro cimento (clínquer, argilas calcinadas, calcário e gesso) serão moídos em conjunto ou separadamente, sendo que, neste último caso, têm de ser misturados após moagem. A operação de moagem propriamente dita terá lugar nos Moinhos de Bolas existentes.

4.2 DEFINIÇÕES

Do ponto de vista mineralógico, as argilas caracterizam-se por serem constituídas na sua maioria por minerais específicos, denominados de minerais de argilas ou argilominerais, combinados com outros materiais e minerais, tais como quartzo, feldspatos, micas, óxidos e hidróxidos de alumínio e ferro, carbonatos, matéria orgânica etc. Os argilosminerais são de facto produtos de alterações de uma grande variedade de rochas, nomeadamente daquelas portadoras de quantidades apreciáveis de silicatos de alumínio hidratados, seja pela ação dos processos intempéricos, ou em decorrência de processos hidrotérmicos de baixa temperatura.

Quimicamente as argilas são alumínio-silicatos hidratados, contendo na sua composição outros elementos como magnésio, ferro, cálcio, potássio, sódio, titânio entre outros. As argilas no seu estado natural formam com a água uma pasta mais ou menos plástica, que apesar de endurecer e ficar rígida, após secagem possui resistência mecânica limitada.

O processo de obtenção de argilas calcinadas consiste no tratamento térmico adequado e controlado (secagem, pré-aquecimento, calcinação e arrefecimento) de determinados tipos de argilas, com mineralogia e composição química específica, de forma a proporcionar através do aquecimento, e numa primeira fase, a eliminação da água livre, água adsorvida e a decomposição da matéria orgânica e, numa segunda fase, a desidratação ou desidroxilação das moléculas de água constituintes dos argilominerais e, conseqüentemente, a desestruturação e colapso dos cristais constituintes dos mesmos, contribuindo assim, para a ativação térmica dos cristais silicosos e silico-aluminoso, ou seja, o processo de ativação térmica representa a introdução de modificações e desarranjos na estrutura cristalina dos argilominerais que ao final se manifesta pela perda de água de cristalização e pela formação de um material com elevado grau de desordem cristalina. Desta forma percebe-se que tanto as condições de queima como o tipo e características mineralógicas do argilomineral constituinte das argilas são fatores de importância para a qualidade do produto obtido após ativação térmica.

Esta estrutura amorfa ou desordenada dos aluminosilicatos obtida por meio de tratamento térmico num intervalo entre os 600 e os 900 °C é a principal responsável pela atividade pozolânica destes materiais. Existem essencialmente três tipos de argilas: caulínicas, ílticas e montmorilloníticas.



Figura 1. Tipos de argilas

Cada tipo de argila apresenta a sua própria temperatura de ativação e cristalização pelo que acima de um determinado valor ocorrerá uma conversão indesejável da fase amorfa, produto reativo, num produto vítreo de baixa ou mesmo nenhuma reatividade:

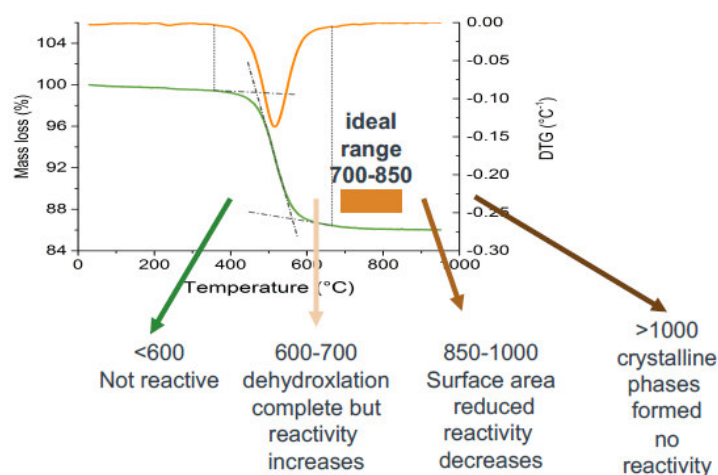


Figura 2. Reatividade das argilas em função da temperatura do material

Devido à necessidade de manter a cor original do cimento Portland, o processo de produção de argilas calcinadas contempla uma etapa de controlo de cor, de forma que a mesmas se apresentem cinzentas ao invés de uma cor avermelhada.

A cor avermelhada de uma argila calcinada está sobretudo associada à presença de Fe_2O_3 cujo teor na argila crua se situa normalmente entre 2 e 9%, mas também à quantidade de oxigénio disponível no processo de calcinação, mais especificamente na fase de arrefecimento do produto.

A elevada temperatura de calcinação (750 – 850 °C) favorece a formação de magnetita, de cor escura, independentemente da quantidade de oxigénio disponível; contudo, durante o arrefecimento, como a temperatura do material decresce para valores inferiores a 650 °C, dá-se a formação de hematita, de cor avermelhada, na presença de oxigénio. Neste sentido, é fundamental a existência de uma atmosfera redutora para que a magnetita, responsável pela cor escura da argila calcinada, seja a fase estável principal. Deste modo, e num intervalo de temperatura entre os 650 e os 300 °C, é possível evitar a reconversão da magnetita em hematita sendo que abaixo dos 300 °C não ocorrerá mais nenhuma transformação entre minerais ferrosos.

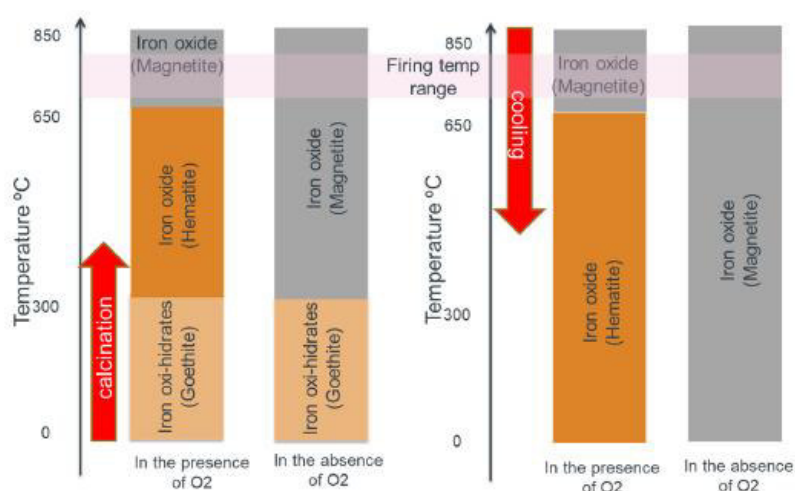


Figura 3. Reações de formação de óxidos de ferro em função da temperatura da argila e da presença de oxigénio durante a calcinação e arrefecimento.

4.3 PRODUÇÃO DE ARGILAS CALCINADAS

A industrialização da produção de argilas calcinadas através do projeto em questão traduz-se na reconversão da Linha n.º 2 de clínquer da Fábrica de Souselas numa linha de calcinação de argilas em que o equipamento principal a reutilizar é o forno rotativo existente. **O forno reconvertido para argilas calcinadas terá a designação de Forno 4.** O projeto compreende assim as seguintes etapas:

- Receção, armazenamento e transporte da argila crua;
- Secagem e alimentação ao forno da argila crua;
- Circuito de tratamento e despoeiramento dos gases de processo;
- Piroprocesso (calcinação e arrefecimento);
- Transporte e armazenamento da argila calcinada.

4.3.1 Receção, armazenamento e transporte da argila crua

A argila crua será rececionada na fábrica por meio de camiões basculantes podendo ser descarregada diretamente na tremonha do Britador de Calcário (Britagem 1 existente) ou, numa nova tremonha de um circuito alternativo sem passagem pelo britador se o material o permitir (ver primeira imagem do ponto 19.2). **Poderá ainda ser descarregada na pedreira para armazenagem em local próprio ao ar livre, sendo transportada posteriormente para a tremonha do britador.** A alimentação poderá também ser feita por meio de pá carregadora.

O material será transportado por meio de um conjunto de telas até ao **Empilhador** existente que formará 2 pilhas num hangar de armazenamento coberto para este efeito (Pré-Homo 1 já existente). Posteriormente, o material será retomado das pilhas por um **Retomador** e encaminhado para um outro Britador específico cuja principal função é desaglomerar a argila crua. Todo o material é então encaminhado por transportadores de tela para 2 tremonhas cujos sistemas de extração e dosagem irão alimentar e controlar o fluxo de material à etapa seguinte do processo – Secagem e alimentação ao forno. Estes equipamentos serão instalados junto e no interior da torre de ciclones de pré-aquecimento existente.

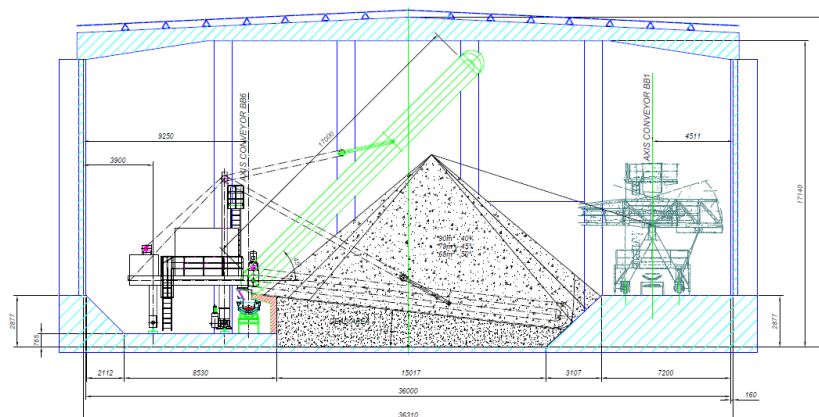


Figura 4. Equipamentos no interior do Edifício existente na pré-homo 1: Empilhador existente (à esquerda da pilha), e novo retomador (à direita).

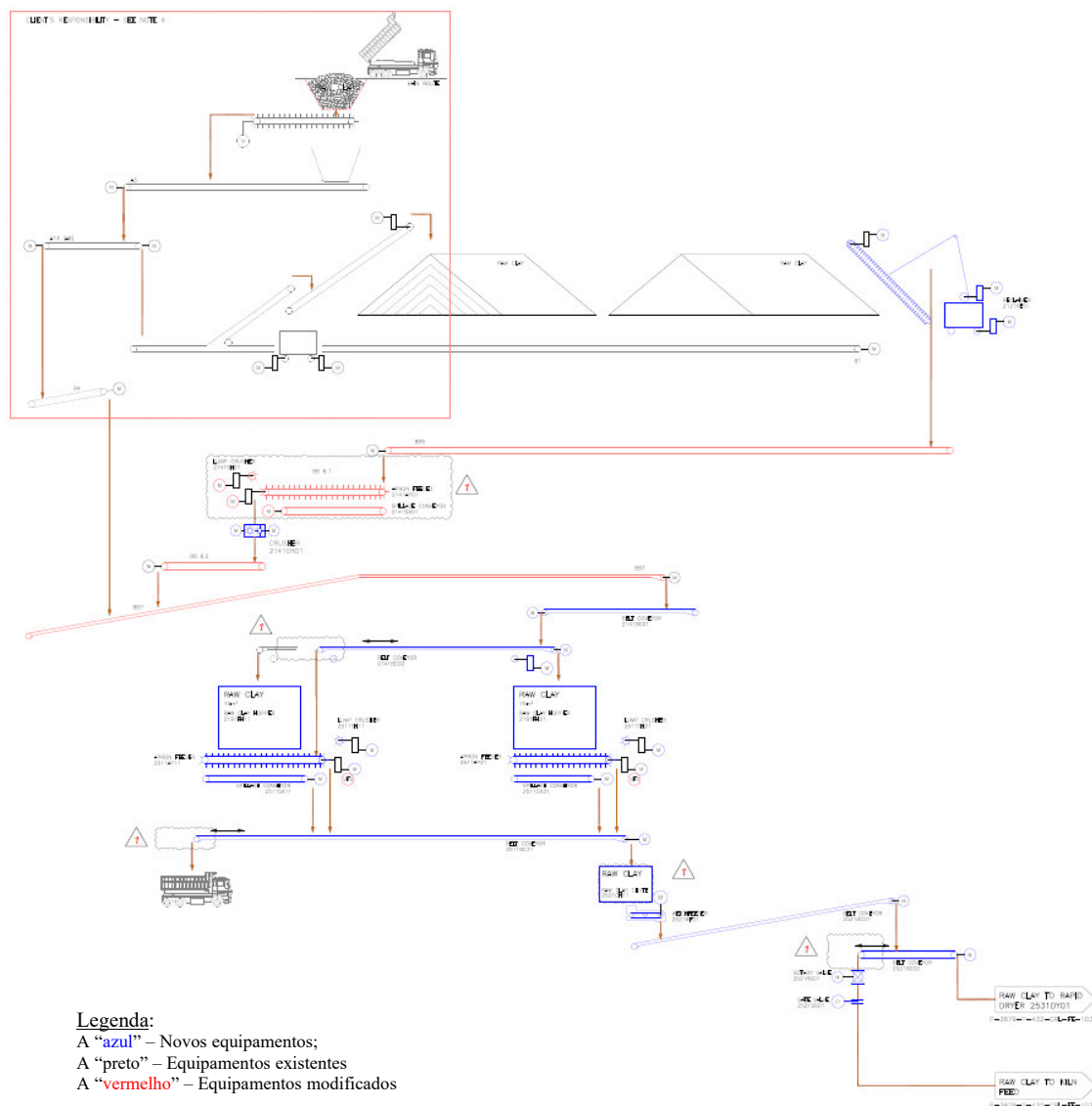


Figura 5. Flowsheet (Receção, armazenamento e transporte da argila crua)

4.3.2 Secagem e alimentação ao forno da argila crua

A etapa de secagem ocorre num **Secador** em que o calor será fornecido pelos gases de processo captados na Câmara de Fumos. Gases e argila crua atravessam o secador, mas em que o material é mecanicamente agitado por meio de pás montadas em dois veios rotativos. Esta tecnologia permite uma secagem rápida, mas suave, sem sobreaquecimento do material. Também nesta etapa ocorrerá diminuição da granulometria da argila o que também promove uma intensiva evaporação da sua água. A argila seca (máximo de 5% de humidade) é então encaminhada para o **Forno Rotativo** existente por meio de um sistema de transporte constituído na sua essência por dois sem-fins e um elevador enquanto os gases serão encaminhados para os dois ciclones (C1a e C1b) no topo do existente pré-aquecedor onde se dará a primeira etapa de despoeiramento. O material captado nestes ciclones juntar-se-á à restante corrente que alimentará o Forno.

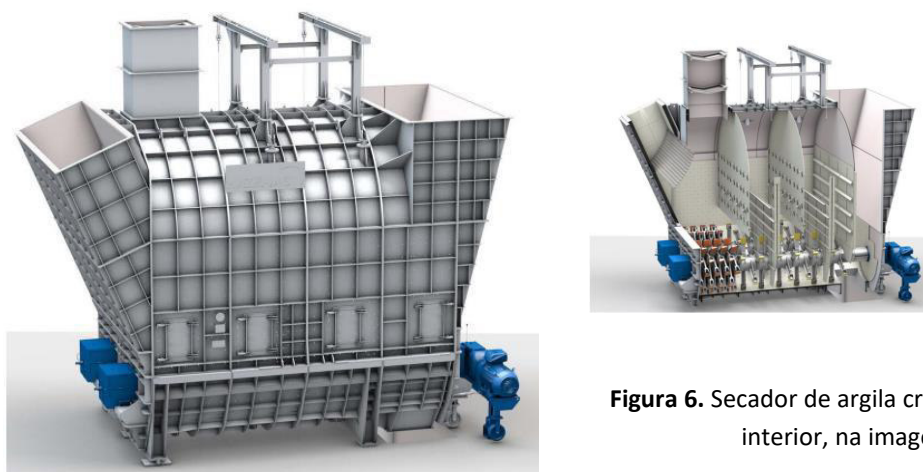


Figura 6. Secador de argila crua (com pormenor do seu interior, na imagem da direita)

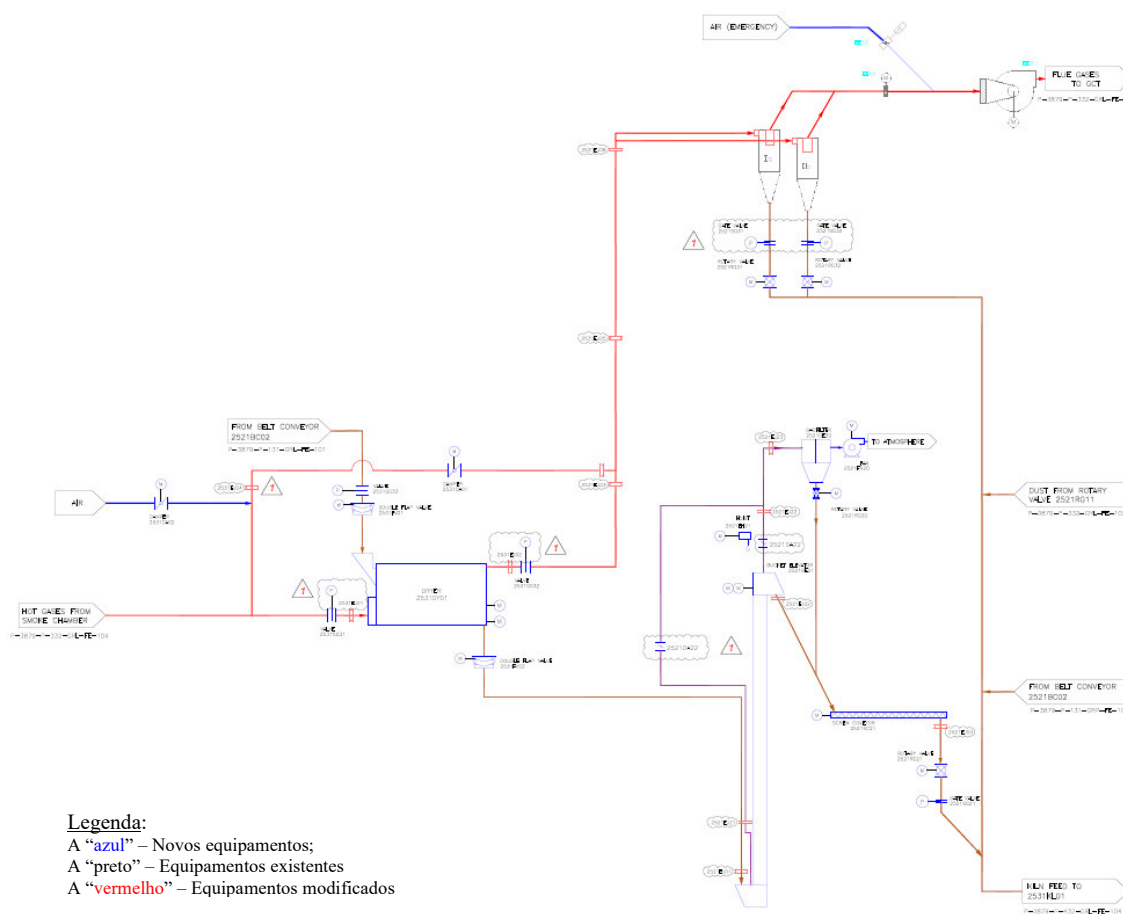


Figura 7. Flowsheet (Secagem e alimentação ao forno da argila crua)

4.3.2 Circuito de tratamento e despoeiramento dos gases de processo

Nesta etapa os gases de processo serão despoeirados e devidamente tratados para controlo das emissões de partículas e de efluentes gasosos, respetivamente, num Sistema de Tratamento de Emissões Gasosas (STEG), constituído por novos equipamentos complementares aos existentes (ver detalhe da imagem no capítulo 19.1 Vistas 3D).

Os gases de processo à saída do pré-aquecedor serão encaminhados por meio do Ventilador do Forno para a Torre de Condicionamento de Gases (TCG) existente cuja principal função é o arrefecimento dos mesmos por meio de injeção de água. Em operação normal e considerando a humidade média expetável da argila antes de calcinar, não se prevê necessária a injeção de água nesta TCG.

Para além do eventual arrefecimento da temperatura dos gases, este equipamento também servirá para decantar parte da poeira transportada pelos mesmos devido ao abaixamento da velocidade de atravessamento que assim o permitirá. A poeira captada integrará o circuito de poeiras existente que direcionará as mesmas para o Forno.

A jusante da TCG irá manter-se o Eletrofiltro existente, responsável pela captação da maior parte da poeira transportada pelos gases que serão reencaminhas para o Forno. Será então à saída do Eletrofiltro que, através de equipamentos complementares aos do STEG existente, os gases reúnem os requisitos técnicos para a injeção do agente absorvente responsável pelo controlo das emissões de elementos como o SO_2 , HCl e HF.

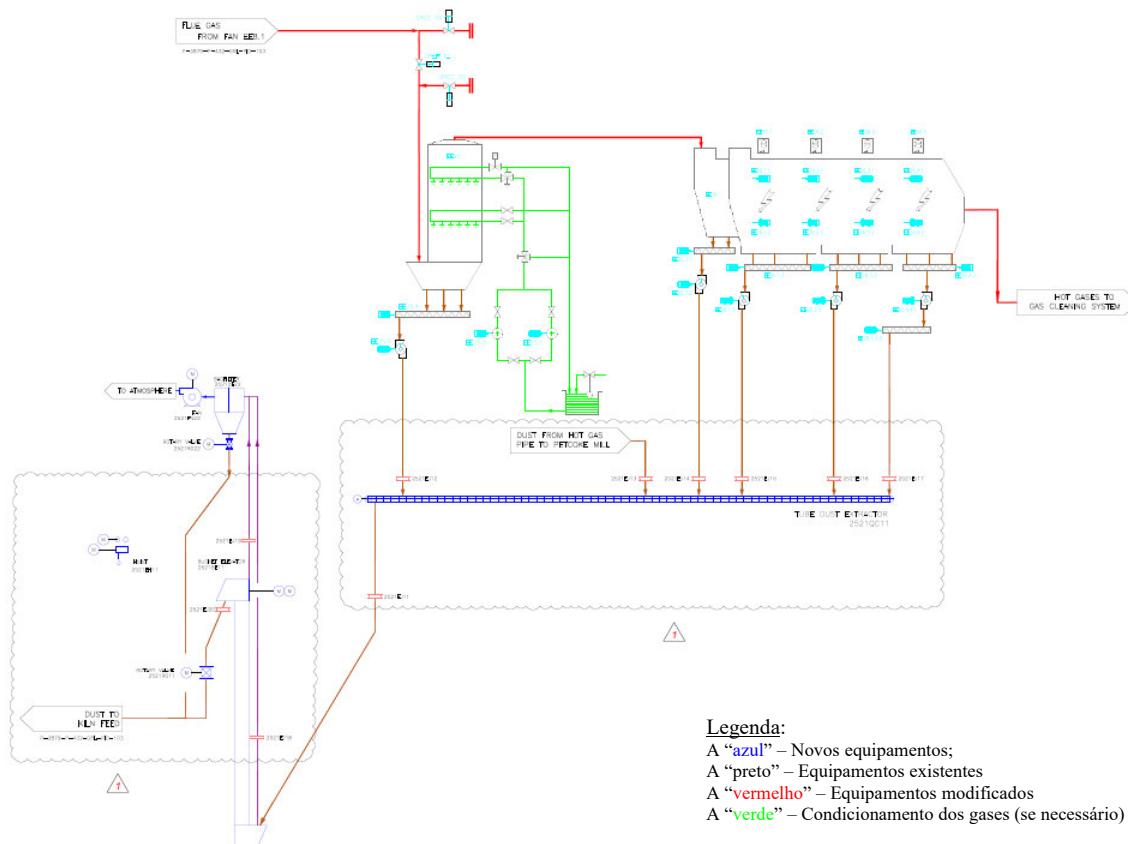


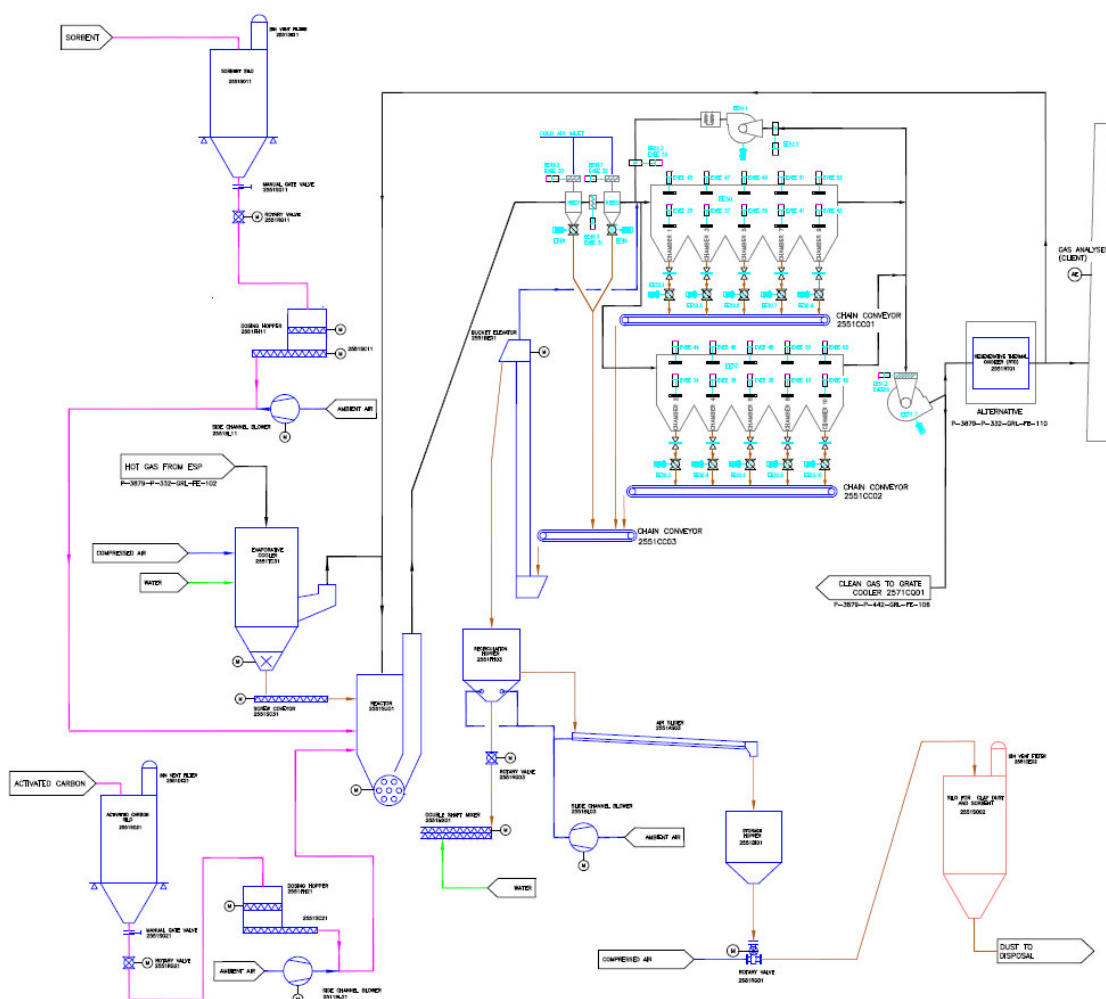
Figura 8. Flowsheet (Circuito de tratamento e despoeiramento dos gases de processo)

Trata-se de um processo semi-seco de abatimento para otimização do consumo do agente absorvente, onde os gases serão arrefecidos num Arrefecedor Evaporador até à temperatura ótima da reação e de

seguida introduzidos no reator onde é injetado o agente absorvente (sistema DeSOx). No projeto em questão, o agente absorvente será o Hidróxido de Cálcio. O processo de abatimento de emissões está previsto para cumprir os valores limite de emissão, sendo adaptado e redimensionado à medida que se vai evoluindo no conhecimento das características do efluente gasoso com a estabilização do processo térmico de produção das argilas calcinadas, sendo a injeção direta do agente absorvente feita através de silos. O ajuste final do dimensionamento destes novos componentes do STEG e a definição dos respetivos parâmetros operacionais, será otimizada durante os primeiros meses de funcionamento do forno. A instalação prevê ainda a possibilidade de se injetar carvão ativado para o controlo das emissões de Hg.

Após o sistema de abatimento ocorre a última etapa de despoeiramento dos gases de processo através do Filtro de Mangas existente. Neste caso a poeira captada não será apenas argila, contendo também o agente absorvente injetado na etapa anterior. A poeira captada não será reintroduzida no sistema, constituindo um resíduo. Está em estudo a possibilidade de incorporar este material noutro processo da fábrica com incorporação total ou pelo menos parcial destas poeiras nos cimentos ou como matéria-prima alternativa na britagem da linha 3 de produção de clínquer.

Tal como é possível notar no diagrama de fluxo abaixo, parte dos gases à saída do Filtro de Mangas serão utilizados numa fase posterior do processo, nomeadamente na de arrefecimento do produto (argila calcinada).



arrefecimento que participam no primeiro setor do Arrefecedor de Grelhas. Tal deve-se ao facto destes gases serem provenientes do circuito de gases do Forno (corrente de gases captada à saída do Filtro de Mangas do Forno com baixo teor de oxigénio), ao invés de se usar ar ambiente tal como é usado no restante Arrefecedor quando a temperatura da argila já se encontra abaixo dos 300 °C e, por tal motivo, estará assegurada a não reconversão da cor escura para a cor avermelhada.

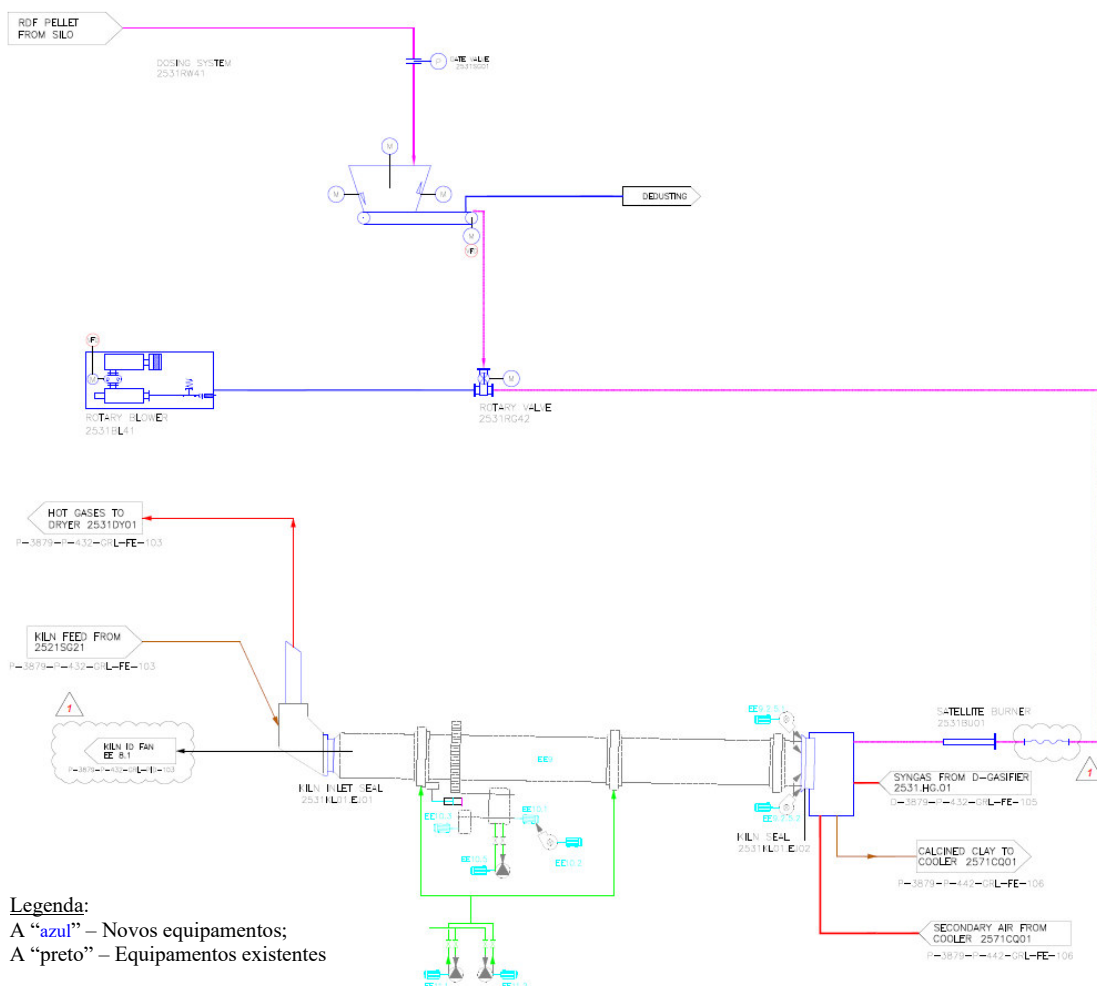


Figura 11. Flowsheet (Piroprocesso - calcinação)

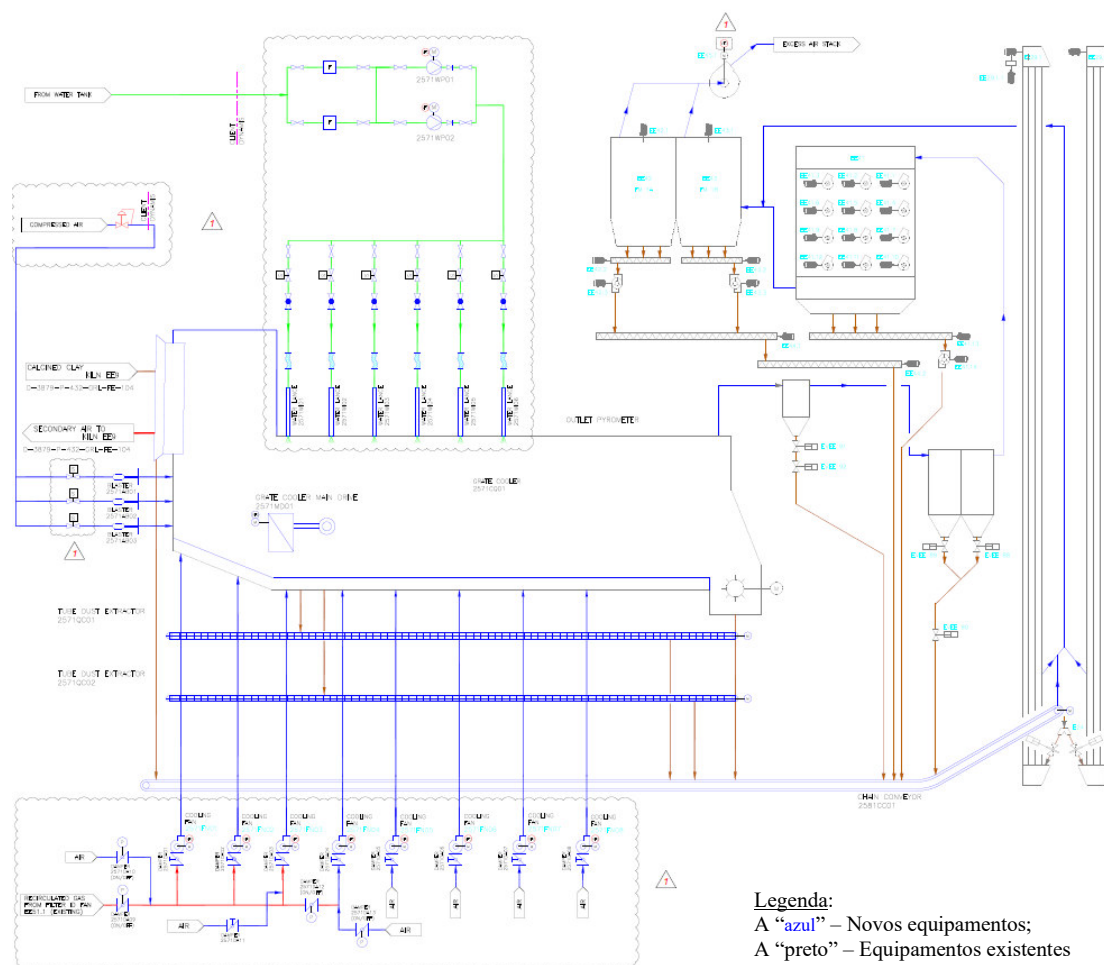


Figura 12. Flowsheet (Piroprocesso - arrefecimento)

4.3.5 Transporte e armazenamento da argila calcinada

À saída do Arrefecedor e a uma temperatura que se espera inferior a 150 °C, a argila calcinada será transportada por meio de um transportador metálico e elevador até aos 6 silos de armazenamento existentes (silos de clínquer das Linhas 1 e 2).

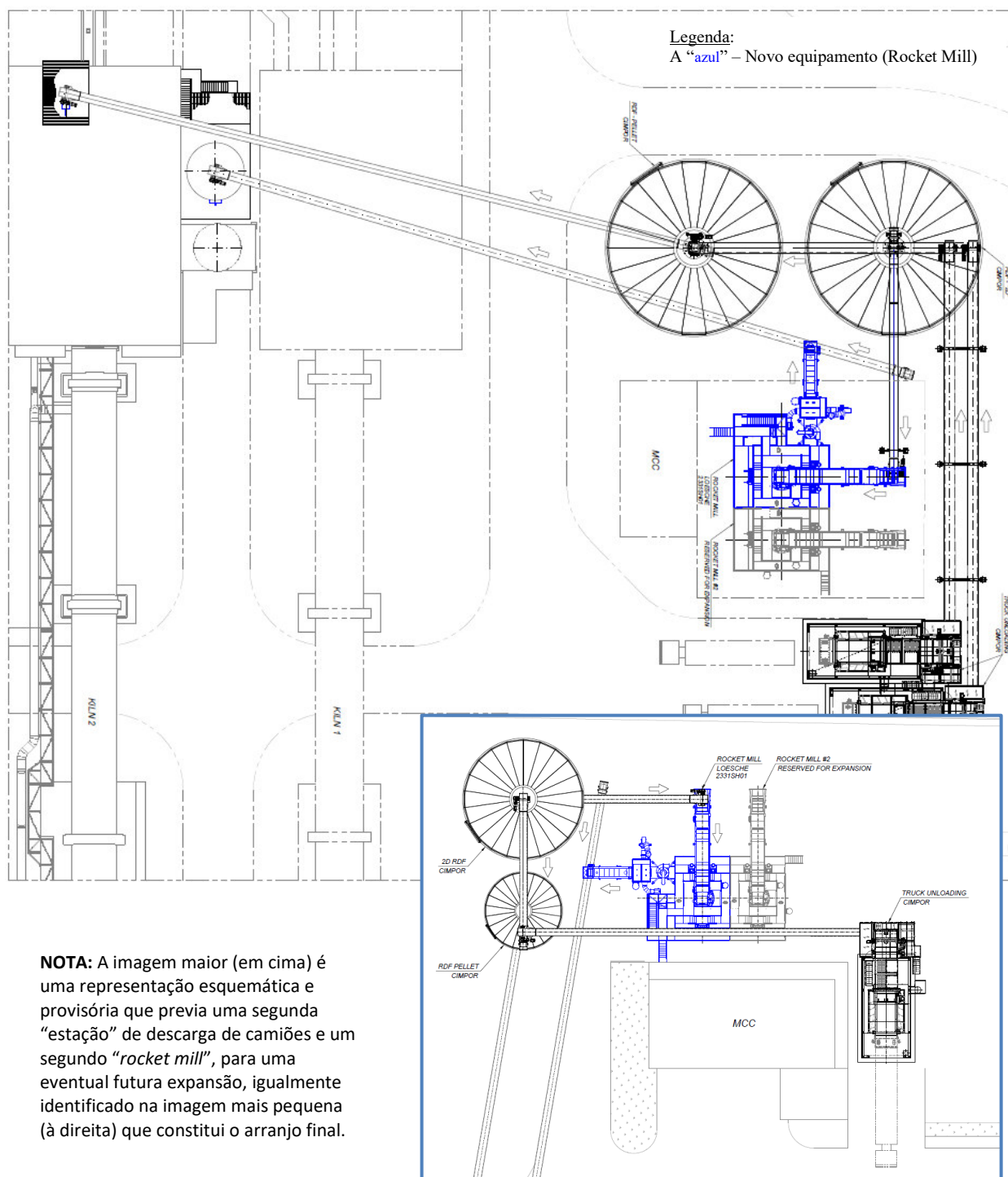
A corrente de gases na saída do arrefecedor será arrefecida e despoeirada através do circuito existente, ou seja, do permutador de calor ar-ar, filtro de mangas e respetivo ventilador sendo os gases posteriormente encaminhados para a chaminé existente.

4.3.6 Receção, transporte, processamento e armazenamento de CDR (Instalação CA6)

Os CDR serão rececionados por meio de camião/contentor basculante ou de piso móvel, numa tremonha com estrutura metálica de cobertura. A “estação” de descarga terá um sistema com porta de fecho rápido, para impedir a propagação de poeiras durante o processo de descarga do camião, a após terminar a descarga permanecerá fechada. Após a descarga os CDR são encaminhados para os respetivos silos de armazenagem por meio de transportadores mecânicos fechados.

O silo 4 de CDR 2D terá uma capacidade de 1500 m³ e o silo 6 de CDR 3D (pellets) de 500 m³.

A extração de CDR será localizada na parte inferior da estrutura de betão de suporte de cada silo, a qual será fechada de modo a evitar propagação de poeiras para o exterior.



NOTA: A imagem maior (em cima) é uma representação esquemática e provisória que previa uma segunda “estação” de descarga de camiões e um segundo “rocket mill”, para uma eventual futura expansão, igualmente identificado na imagem mais pequena (à direita) que constitui o arranjo final.

Figura 13. Localização em planta das instalações de CDR para o Forno 4

Os CDR 2D terão de ser processados num moinho de correntes (“Rocket Mill”) para redução de granulometria antes de serem consumidos no forno.

O Rocket Mill é um equipamento industrial que tritura materiais por impacto, usando cadeias rotativas de alta velocidade dentro de uma câmara vertical, que foi desenvolvido para processamento de combustíveis alternativos (RDF/SRF e outros).



Figura 14. Equipamento (Rocket Mill)

O Rocket Mill combina três funções:

- 1) Trituração por impacto - O material pré triturado ($\approx <250$ mm) entra pela parte superior; ao atingir as correntes rotativas, sofre múltiplos impactos até atingir granulometria definida.
- 2) Secagem durante a moagem - O impacto aumenta a área específica e gera redução natural da humidade de até $\approx 10\%$.
- 3) Separação de materiais pesados - Metais, pedras e outros inertes são separados durante a própria moagem.

A vantagem desta tecnologia relativamente a outras, está relacionada com o facto de apenas numa etapa, efetuar a trituração e remoção de materiais pesados, permitindo tratar materiais compostos, com durezas e dimensões variáveis.

O circuito de despoeiramento é constituído por um ciclone e um filtro de mangas em série. As características do filtro de mangas são as seguintes:

Dados Técnicos do Filtro de Mangas

- Caudal de ar (nominal): $10\,000\text{ m}^3/\text{h}$
- Mangas do filtro: 4 pcs. $\varnothing 160$ mm, comprimento 3.500 mm, anti estático
- Potência do ventilador do filtro de mangas: 18,5 kW
- Temperatura dos gases: max. 60°C
- Concentração de partículas $< 10\text{ mg}/\text{Nm}^3$

As poeiras captadas no ciclone e no filtro, são reintroduzidas no circuito de transporte do produto final, conforme o esquema seguinte:

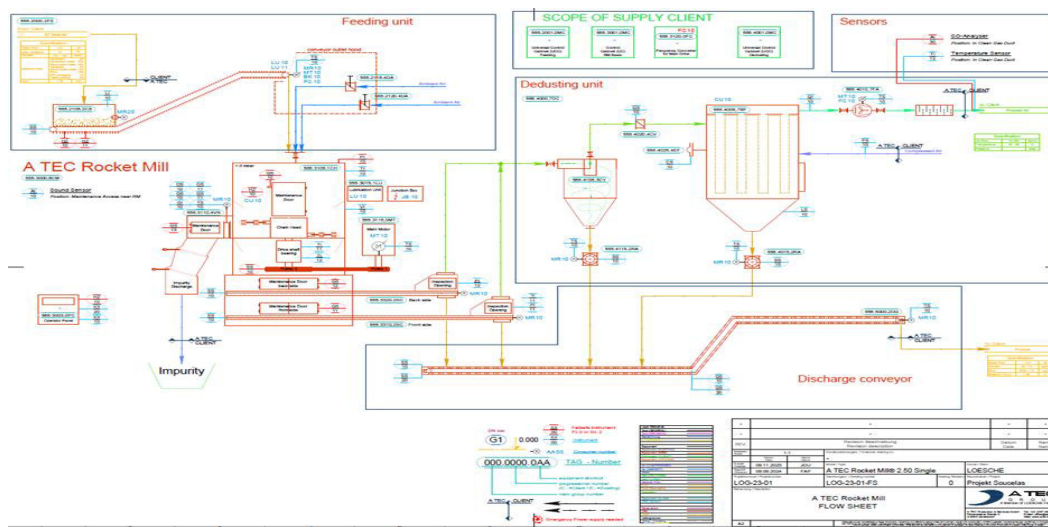


Figura 154. Flowsheet (circuito de despeiramento do Rocket Mill)

Junto aos sistemas de queima haverá dois silos adicionais, o **silo 7** de 20 m³ para os CDR 3D (alimentação ao queimador satélite) e **silo 5** de 350 m³ para os CDR 2D (alimentação ao D-Gasifier). A jusante destes existirá o sistema de transporte pneumático até ao ponto de queima e os respetivos sistemas de dosagem.



Figura 165. Equipamento (D-Gasifier).

Os sistemas de dosagem serão do tipo gravimétrico, alimentados a partir de uma pequena tremonha sob pesões, de modo a garantir a estabilidade na alimentação do material e a auto-calibração do sistema.

O transporte até ao ponto de alimentação de CDR's será composto por válvula rotativa que alimenta uma caixa de dispersão pressurizada por um compressor externo e sistemas de tubagens, uma até ao D-Gasifier e outra até ao queimador satélite, de acordo com o traçado unifilar da figura 12, sendo munidas de válvulas de corte que irão permanecer fechadas, sempre que não existir queima de CDR.

4.3.6.1 Seguranças da instalação

- Instalação de sondas de temperatura nos silos de armazenagem e em alguns pontos críticos dos transportadores;
- Instalação de rede de incêndios nos transportadores e silos de armazenagem, bem como hidrantes junto à descarga de caminhão e junto aos silos;
- Sistema de CCTV nos pontos mais críticos da instalação, com visualização da sala de comando centralizado.

5. EQUIPAMENTOS EXISTENTES E A INSTALAR

Tratando-se da reconversão da linha existente de clínquer, numa linha de produção de argila calcinada, foi um objetivo deste projeto a maximização da reutilização dos equipamentos já existentes onde se destacam:

- Tremonha de recepção do Britador de Calcário e respetivos periféricos (Britagem 1);
- Transportadores de tela do Britador até ao Empilhador;
- Empilhador e Parque de Armazenamento Coberto (Pré-Homo 1);
- Forno Rotativo (Forno 2) e seus periféricos;
- Ventilador de Exaustão do Forno 2;

- Eletrofiltro, Filtro de Mangas do Forno 2 e Ventilador;
- Torre de Condicionamento de Gases;
- Permutador de Calor Ar-Ar do Arrefecedor 2;
- Filtro de mangas do Arrefecedor 2 e Ventilador;
- Chaminés do Forno e Arrefecedor e respetivos equipamentos de monitorização em continuo das emissões.
- Sistema de dosagem e transporte de petcoque e/ou carvão (combustíveis sólidos fosseis)

No que diz respeito aos novos equipamentos a instalar, apresenta-se de seguida o conjunto principal por cada setor:

- Transporte da argila crua e secagem:
 - Retomador;
 - Britador/Desaglomeradores;
 - Transportadores de tela (Retomador -> Tremonhas);
 - Tremonhas de argila crua incluindo extratores e doseadores;
 - Transportador de tela (Tremonhas -> Secador);
 - Secador;
 - Conjunto de sem-fins e elevador para alimentação ao Forno;
- Calcinação – Sistema de Tratamento de Emissões Gasosas (STEG):
 - Arrefecedor/Evaporador
 - Reator;
 - Silos de absorvente e sistema de dosagem;
 - Sistema de injeção do absorvente;
 - Silo e conjunto de sem-fins, elevadores e caleiras para transporte de poeiras.
- Calcinação - Juntas entrada/saída do Forno e Cabeçote
- Calcinação - Sistema de Combustão:
 - Câmara de Combustão (*D-Gasifier*) (equipamento principal de queima no Forno);
 - Ventilador de Ar Primário;
 - Armazenagem, sistema de dosagem e transporte de CDR (2D) para o *D-Gasifier*;
 - Triturador (*Rocket Mill*) de CDR (2D) para alimentação ao *D-Gasifier*;
 - Queimador Satélite (equipamento de queima auxiliar para controlo da cor da argila);
 - Armazenagem, sistema de dosagem e transporte de Pellets de CDR (3D) para o Queimador de Satélite;
- Sistema de arrefecimento e transporte da argila calcinada:
 - Arrefecedor de Grelhas;
 - Sistema de injeção de água de arrefecimento no arrefecedor.

No quadro seguinte, apresenta-se, com mais detalhe, a listagem e características principais dos equipamentos novos, a manter ou a desativar, com exceção dos equipamentos de despoeiramento

associados à minimização de emissões de partículas de fontes difusas que são listados no ponto 17. Os equipamentos dos STEG associados às fontes fixas principais (FF2 – Chaminé do forno, FF5 – Chaminé do arrefecedor e FF11 – Chaminé da moagem de carvão 31) são indicados neste quadro.

PROJETO ARGILAS CALCINADAS	Área	Características principais	Novo / Manter / Desativar
Britador Primário de Argila	Britagem 1	350 t/h, 2 x 132 kW	Novo
Britador de Calcário	Britagem 1	450 t/h, 400 kW	Desativar
Esteira Metálica de Argila	Britagem 1	400 t/h, 1 x 55 kW + 1 x 5,5 kW	Novo
Esteira Metálica de Calcário	Britagem 1	570 t/h, 30 kW	Desativar
Lançador 1	Britagem 1	650 t/h	Manter
Roda Nora 1	Pré-Homo 1	260 t/h, 18,5 kW	Desativar
Reclaimer	Pré-Homo 1	200 t/h	Novo
Britador Secundário de Argila	Pré-Homo 1	200 t/h, 2 x 75 kW	Novo
Esteira Metálica Secundária Argila	Pré-Homo 1	200 t/h	Novo
Moinho de Cru 2 (Bolas)	Moagem de Cru 2	1632 kW, 120 t/h	Desativar
Tremonhas de Argila	Tremonhas e Secador de Argilas	2 x 75 m ³	Novo
Balança de Argila	Tremonhas e Secador de Argilas	100 t/h	Novo
Secador de Argila	Tremonhas e Secador de Argilas 2	100 t/h, 2 x 160 kW	Novo
Torre de Condicionamento (STEG FF2)	Moagem de Cru 2	252 000 m ³ /h	Manter
Eletrofiltro (STEG FF2)	Moagem de Cru 2	167 000 m ³ /h	Manter
Filtro de Mangas principal (STEG FF2)	Moagem de Cru 2	265 000 m ³ /h, 400 kW (ventilador)	Manter
Arrefecedor Evaporador (STEG FF2)	Forno 4 (STEG)	Ø4500 x 12,0 m	Novo
Silos de Hidróxido de Cálcio (STEG FF2)	Forno 4 (STEG)	2 x 200 a 210 m ³	Novo
Silo de Carvão Ativado (STEG FF2)	Forno 4 (STEG)	1 x 60 a 66 m ³	Opcional
Ventilador Tiragem Forno 2	Forno 2	252 000 m ³ /h, 870 kW	Manter
Forno 2	Forno 2	1 550 t/dia, 175 kW (motor principal)	Manter
Arrefecedor 2	Forno 2	1 550 t/dia	Desativar
Arrefecedor 4	Forno 4	1 400 t/dia	Novo
Desgasificador (D-Gasifier)	Forno 4	24 Gcal/h	Novo
Filtro de Mangas do Arrefecedor 2 (STEG FF5)	Forno 2	182 000 m ³ /h, 200 kW (ventilador)	Manter
Permutador de Calor (STEG FF5)	Forno 2	125 000 m ³ /h	Manter
Rocket Mill CDRs (Correntes)	Instalação CA6	5 t/h, 500 kW	Novo
Silo 4 CDR 2D	Instalação CA6	1 500 m ³	Novo
Silo 6 Pellets CDR 3D	Instalação CA6	500 m ³	Novo
Silo 5 Buffer CDR 2D	Instalação CA6	350 m ³	Novo
Silo 7 Buffer Pellets CDR 3D	Instalação CA6	20 m ³	Novo
Doseador CDR 2D	Instalação CA6	6t/h, 2x 7,5kW(sem-fins)	Novo
Doseador Pellets CDR 3D	Instalação CA6	6 t/h, 0,55 kW (tela)	Novo
Filtro de Mangas (STEG FF11)	Moagem de Carvão	35 000 m ³ /h	Manter
Moinho de Carvão (Bolas)	Moagem de Carvão	24 t/h, 550kW	Manter

6. CONTRIBUIÇÃO PARA A DESCARBONIZAÇÃO

Ação	Impacto na descarbonização	Emissões 2019 ton CO₂/ano	Emissões 2025 ton CO₂/ano
Produção de argilas calcinadas		0	56 382
Instalação de um sistema de produção de argilas calcinadas por meio de forno rotativo	Permite substituir clínquer por argilas calcinadas na produção de cimento. O processo de produção das próprias argilas tem um impacto líquido negativo no aumento de emissões		
Sistema integrado de redução das emissões de gases de estufa indiretos	Reduz emissões de gases provenientes da produção das argilas calcinadas com efeito indireto no aquecimento da atmosfera		

7. EDIFÍCIOS

O projeto não contempla a construção de novos edifícios fazendo utilização dos já existentes. O conjunto abaixo apresentado corresponde aos edifícios exclusivamente dedicados à linha 2 de produção de clínquer, mas também aos que são partilhados pelas linhas 1, 2 e 3 existentes.

- Postos de Transformação: PT2, PT4, PT7, PT1.1 e PT EE26;
- Sala Elétricas: G2, G4, SE6, SE18;
- Salas de Compressores: Britagem 1, Cru 2 e Forno 1;
- Subestação e Edifício do Comando Centralizado.

Os novos equipamentos em questão, enquadram-se, com a pré-existência edificada, numa total harmonia, de materiais, cor e volumetria, em relação aos restantes elementos existentes. As intervenções serão realizadas ao longo da atual Linha 2 de produção de clínquer, ocupando uma área **total** de implantação de 1 983 m², completando as estruturas ou edificações pré-existentes, distribuindo-se pelos seguintes componentes principais:

- Tremonhas de armazenamento de argilas;
- Secador de argilas;
- Sistema de armazenamento e alimentação de CDR.
- Sistema de tratamento das emissões gasosas do forno.

Os novos equipamentos serão instalados com estruturas metálicas de suporte e de acessos dedicados para efetuar operações de instalação e manutenção.

8. ARMAZENAGEM DE ARGILA CALCINADA

A argila calcinada produzida será armazenada na bateria de 6 silos existente pertencente às linhas 1 e 2 de clínquer. A capacidade de cada silo é de 4 000 toneladas perfazendo um total de 24 000 toneladas.

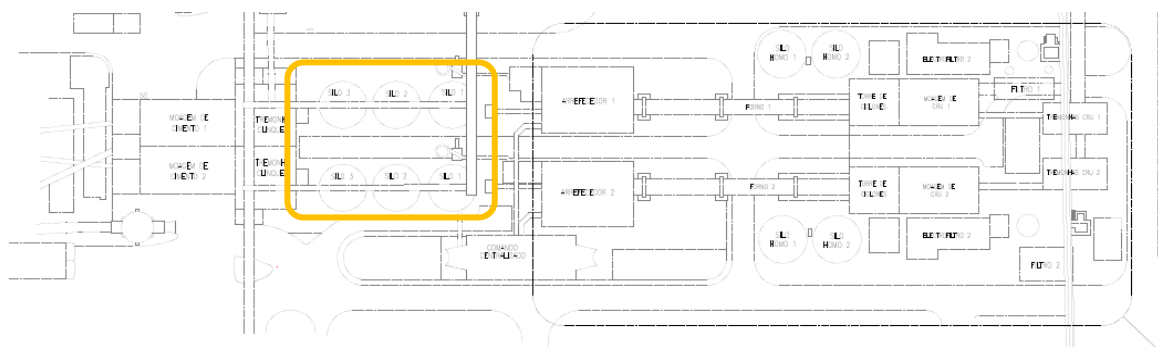


Figura 18. Localização dos silos de armazenagem de argilas calcinadas

Serão avaliados, selecionados e reabilitados os circuitos existentes anteriormente utilizados para o clínquer produzido nas Linhas 1 e 2, assegurando o transporte das argilas calcinadas para a ou as moagens de cimento consideradas.

9. MATÉRIA-PRIMA

A argila crua, matéria-prima principal e única que se prevê usar no processo de calcinação, será inicialmente oriunda de pedreira/barreiro da zona de “Covões Norte”, localizada a cerca de 35 km da Fábrica de Souselas por rodovia. Estima-se que o consumo máximo anual de argila seja de 570 000 toneladas.

Não está prevista a utilização de outras matérias-primas alternativas (resíduos e/ou subprodutos), mas se aparecerem disponíveis com características de argilas, poderão vir a usar-se (p.e., provenientes das indústrias da transformação de minérios não metálicos ou da pasta de papel), com baixas percentagens de incorporação (< 2,5%).

10. CONSUMO DE OUTROS MATERIAIS/MATÉRIAS-PRIMAS SUBSIDIÁRIAS

Absorventes para redução das emissões: $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Hidróxido de cálcio) = 9 250 t/ano

Refratários: Betão e tijolos aluminosos e básicos = 292,5 t/ano

11. COMBUSTÍVEIS

Os combustíveis a considerar neste projeto serão os seguintes:

- Petcoque;
- Gás Natural (99 %, em calor) + H₂ (1 %, em calor);
- CDR (2D);
- Pellets de CDR (3D);

Exceto em períodos de aquecimento ou instabilidade, o combustível usado será uma mistura dos combustíveis anteriormente referidos sendo que a matriz térmica que se objetiva será uma das duas que se seguem (% de calor):

- 47% CDR + 33% Pellets CDR + 20% Petcoque;
- 47% CDR + 33% Pellets CDR + 20% Gás Natural.

Como se constata, a Substituição Térmica que se pretende alcançar neste projeto é de 80% apenas por meio de CDR, parte num formato 2D e outra num formato 3D (pellets) para efeitos de controlo da cor como já foi referido neste documento.

Para ambas as matrizes térmicas acima indicadas, prevê-se um consumo térmico de 560 kcal/kg de produto considerando que as principais características dos combustíveis se encontram dentro dos intervalos previstos e abaixo indicados:

COMBUSTÍVEIS ("como usado")	PCI [kcal / kg] [kcal/Nm ³]*	Humidade [% H ₂ O]	S [%]	Cl [%]	Granulometria / Dimensão
Petcoque	7750 - 8100	≤ 1,0	≤ 6,2	≤ 0,02	≤ 4,0 % Res 90 µm
Gás Natural	> 8500*	-	-	-	-
CDR (2D)	4000 - 5500	10 - 25	≤ 0,26	≤ 1,5	≥ 88% m.: 0 – 25 mm (2D) ≤ 12% m.: 25 – 50 mm (2D)
Pellets CDR (3D finos)	4500 - 5800	≤ 16	≤ 0,26	≤ 1,5	≥ 90% m.: Ø 8 mm & ≤ 25 mm (L) ≤ 10% m.: Ø 8 mm & ≤ 40 mm (L)
Pellets CDR (3D grossos)	4500 - 5800	≤ 16	≤ 0,26	≤ 1,5	≥ 90 % m.: Ø 16 mm & ≤ 60 mm (L)

Relativamente aos sistemas de alimentação e armazenamento, no caso do petcoque, será usado o circuito existente de transporte e dosagem ao Forno (através do D-Gasifier) assim como os silos de petcoque moído junto ao Moinho de Combustível da Moagem de Carvão 31 (300 m³) e ao Forno (100 m³).

O sistema de dosagem de petcoque tem uma capacidade máxima 9,0 t/h.

O D-Gasifier é um equipamento inovador que permite o uso de 100% de combustíveis sólidos (em mistura) mesmo em processos com temperaturas mais baixas que normalmente apenas necessitam de combustíveis de queima mais rápida como os combustíveis líquidos e gasosos.

O sistema de Gás Natural (GN) estará diretamente ligado à rede nacional não havendo, portanto, nenhum sistema de armazenamento na fábrica. Apenas será feita a redução de pressão de 4-5 bar até à pressão de utilização de 1-2 bar no respetivo pórtico a instalar na plataforma do Forno. O GN será usado a uma temperatura que se situará entre os 10 – 20 °C.

A capacidade máxima do sistema de GN será de 590 Nm³/h.

No que concerne aos combustíveis alternativos e uma vez que os mesmos têm características físicas diferentes e, portanto, funcionalidades diferentes, os sistemas de transporte, dosagem e armazenamento serão independentes.

Os CDR 2D a introduzir no Forno através do D-Gasifier serão transportados pneumáticamente desde o seu silo de armazenamento (350 m³) tendo o sistema de dosagem uma capacidade máxima de 6 t/h. Já os CDR 3D (Pellets), serão igualmente transportados pneumáticamente desde o seu silo (20 m³) mas, neste caso particular, até ao Queimador Satélite a instalar no Cabeçote do Forno. O sistema de dosagem terá uma capacidade máxima de 6 t/h. Os silos de armazenamento para o doseamento de ambos os combustíveis serão instalados junto à plataforma do Forno.

12. CONSUMO ELÉTRICO ESPECÍFICO E POTÊNCIA ELÉTRICA A INSTALAR

Para os principais consumidores elétricos (equipamentos novos) espera-se um consumo específico inferior a 21 kWh/t de argila calcinada (e 43 kWh/t para toda a linha, incluindo a moagem de carvão 31 existente), e as seguintes potências elétricas a considerar:

Equipamentos novos:

- Secador (160 kW);
- Arrefecedor de Grelhas e Ventiladores de Arrefecimento (510 kW);
- Sistema de dosagem de argila crua (5,5 kW);
- Ventilador de Ar Primário (D-Gasifier) (75 kW);
- Sobrepressores de Ar de Transporte (CDR) (90 kW);
- Moinho de correntes “Rocket mill” (500 kW)
- Transporte de argila calcinada aos silos (5,5 kW).
- Instalação para receção, armazenagem e alimentação de RNP (915 kW)

Equipamentos Existentes:

- Ventilador Exaustor do Forno;
- Ventilador Filtro Mangas Forno;
- Ventilador Filtro Mangas Arrefecedor de Grelhas;
- Circuito de despoeiramento do Arrefecedor de Grelhas (Permutador de Calor e Filtro de Mangas);
- Circuito despoeiramento do Forno (TCG / ESP / Filtro de mangas).

Para o conjunto de equipamentos a instalar a potência total requerida será de cerca de 2,5 MW.

13. CONSUMO DE ÁGUA

O consumo de água neste processo tem os seguintes propósitos:

- Arrefecimento dos gases através da Torre de Condicionamento de Gases (TCG) e/ou do Arrefecedor Evaporador;
- Humidificação do agente absorvente de emissões;
- Arrefecimento da argila produzida por injeção direta no arrefecedor;
- Arrefecimento dos equipamentos, como por exemplo, dos periféricos do forno por meio de circuito fechado.

Como referido anteriormente, não se prevê necessário a injeção de água na TCG existente. Em condições normais, o condicionamento dos gases será apenas feito a jusante do Eletrofiltro, no Arrefecedor Evaporador sendo esta etapa a responsável pelo maior consumo de água.

Apenas se prevê o uso de água no arrefecimento da argila em situações de instabilidade no processo com geração de material fino no Forno. A existência de material excessivamente fino afeta a eficiência do Arrefecedor e limita em grande parte das vezes a quantidade de ar de arrefecimento a usar. Como esta etapa de arrefecimento tem um papel crucial no controlo da cor do produto final, prevê-se que o ar de arrefecimento seja substituído por água nestes períodos de instabilidade.

No que diz respeito ao arrefecimento dos equipamentos, os sistemas em questão funcionam em circuito fechado pelo que só se registará qualquer consumo de água em caso de fuga o que, tratando-se de uma situação pontual, tem muito pouca expressão face aos restantes consumos.

Tendo em consideração os seguintes pressupostos:

- Matriz térmica com maior consumo de água na TCG: 80% CDR + 20% Gás Natural;
- Períodos de instabilidade no decorrer de um ano representam no máximo 10% do tempo;
- Fator de Utilização do Forno de 85%.

O consumo total de água exetável não deverá ultrapassar as 45 000 m³/ano.

Toda a água consumida terá origem industrial no sistema de abastecimento de água de uso industrial atualmente existente.

14. ÁGUAS RESIDUAIS E PLUVIAIS

O projeto não gera águas residuais e não altera os pontos de descarga (quer em número quer em localização), nem as características dos efluentes líquidos gerados pelas atividades do Centro de Produção de Souselas.

Nas áreas de implantação do projeto, devidamente impermeabilizadas, as águas de escorrência pluvial serão encaminhadas para caixas pluviais da rede de drenagem existente.

Em particular, na zona de movimentação de camiões de transporte e descarga dos combustíveis alternativos que antecede o transporte mecânico para os novos locais de armazenagem (Silos de maior dimensão para os CDR 3D e CDR 2D), as águas de escorrência pluvial serão encaminhadas para as caixas P92 a P98, identificadas na planta (Desenho n.º 02711000N) da rede de drenagem e “Sistemas de tratamento de águas residuais e pluviais” existentes, sendo sujeitas a tratamento adequado, na Linha de Tratamento LT2, antes da sua descarga no meio recetor. Pelo facto de a instalação de armazenagem, processamento e transporte dos CDR (instalação CA6) ser completamente fechada não se considerou necessário prever nenhum novo sistema ou linha de tratamento (LT) das águas de escorrência pluvial.

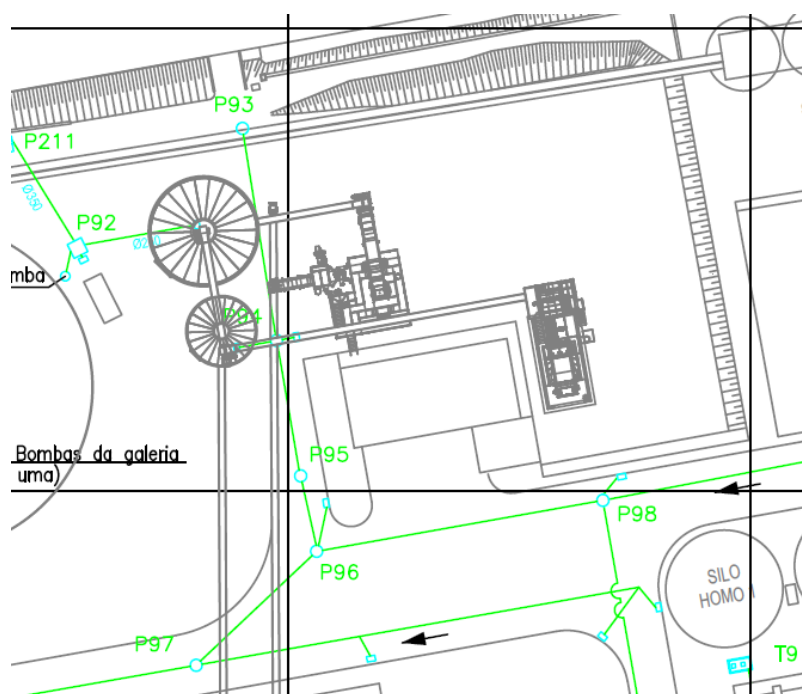


Figura 19. Localização das caixas P92 a P98 para drenagem das águas pluviais na envolvente da instalação dos CDR.

O presente projeto, no âmbito de drenagem de águas pluviais, engloba os seguintes trabalhos:

- Definição e dimensionamento de caleiras e tubos de queda para a recolha das águas pluviais da cobertura do edifício do sistema DeSOx;
- Definição e dimensionamento de caleiras para a recolha das águas pluviais ao nível do pavimento térreo onde será implementado o sistema de receção, armazenamento e manuseamento de CDR;

- Definição e dimensionamento de coletores e caixa de visita para integração com a rede existente, sendo a ligação efetuada em coletor pluvial existente, criando para o efeito uma nova caixa de visita.

Face à implantação das novas construções em área já atualmente impermeável, não se previu alteração nos diâmetros dos coletores enterrados existentes.

15. RESÍDUOS PRODUZIDOS

Os principais tipos e quantidades estimadas de resíduos produzidos no processo de produção de argilas calcinadas são os seguintes:

- Poeiras do filtro de mangas (LER 10 01 19): 13 000 t/ano
- Resíduos de refratários usados (LER 16 11 06): 100 t/ano

Em função das operações de manutenção e limpeza necessárias em condições de funcionamento normal ou durante as paragens programadas, admite-se a produção de outros tipos de resíduos em pequenas quantidades ou de carácter pontual: óleos usados, sucatas de metais, etc.

16. REQUISITOS DA OPERAÇÃO DE COINCINERAÇÃO E EMISSÕES DE FONTES FIXAS

A instalação foi concebida de modo a obedecer aos critérios e normas vigentes, nomeadamente no que diz respeito a:

- O controlo/verificação dos resíduos rececionados será feito pela deteção de radioatividade (através de pórtico montado na portaria comercial da fábrica), realização de inspeções visuais das cargas e controlo da documentação de transporte, com estabelecimento de um sistema para avaliação dos critérios de aceitação pré-estabelecidos, sendo que em caso de não cumprimento as cargas posteriores provenientes da mesma origem serão recusadas;
- Todo o processo de receção e transporte até aos pontos de valorização energética será efetuado em circuito maioritariamente fechado, não existindo qualquer tipo de contacto humano com os resíduos (com exceção de operações de amostragem para efeitos de controlo de qualidade e requisitos CELE);
- Zona “tampão” na descarga do camião, para permitir a realização de inspeções visuais e amostragem, antes da mistura com outros resíduos anteriormente descarregados;
- Garantia de que os gases de processo atingem, de forma controlada e homogénea, uma temperatura mínima superior a 850 °C durante, pelo menos, dois segundos, no interior da câmara de combustão (*D-Gasifier*) e ponto de alimentação ao queimador satélite junto ao cabeçote do forno 4. Por outro lado, é

de realçar que as cinzas resultantes da valorização energética destes resíduos, são incorporadas (valorização material) na argila calcinada, pelo que poderá ser aplicada a metodologia de cálculo da dedução da TGR implementada para o coprocessamento nos fornos de clínquer;

- Sistema automático para impedir a alimentação de CDR para coincineração, durante os períodos de arranque e paragem do forno ou logo que excedido qualquer dos VLE devido a perturbações ou a avarias dos dispositivos de tratamento dos efluentes gasosos (encravamentos efetuados ao nível do PLC da instalação em função do valor mínimo de temperatura de combustão, valores de emissões e parâmetros que permitam avaliar a estabilidade do processo);
- Monitorização em contínuo dos seguintes poluentes na chaminé do forno 4 (fonte FF2) e parâmetros operacionais de processo:
 - Partículas totais em suspensão (PTS), NO_x, CO, SO₂, COT, HCl e HF;
 - Temperatura, pressão, teor de O₂ e teor de vapor de água do efluente gasoso, e caudal dos gases de exaustão;
 - Temperatura da câmara de combustão e teor de O₂ na câmara de fumos.
- Monitorização pontual de outros poluentes na chaminé do forno 4 (fonte FF2) sujeitos ao cumprimento de VLE e/ou de acordo com o que vier a ser estabelecido pela autoridade competente.

O projeto em questão contempla as chaminés existentes do Forno 4 (fonte FF2) e a do Arrefecedor (fonte FF5) da Linha 2, com modificação de equipamentos de processo a montante, assim como a da Moagem de Carvão 31 (fonte FF11), não sendo necessário a instalação de nenhuma nova chaminé.

Tratando-se de um processo de combustão, os poluentes gasosos serão os mesmos que se verificam no processo de produção de clínquer donde se destacam: CO₂, NO_x, SO₂, HCl, HF, Carbono Orgânico Total (COT)/Compostos Orgânicos Voláteis (COVs), NH₃, Metais pesados e Dioxinas e Furanos

Dada a incerteza e dificuldade em prever quais os níveis de emissão que serão **registados na chaminé do forno 4 (fonte FF2)**, do processo de produção de argilas calcinadas, considerou-se, como pressuposto, os Valores Limite de Emissão (VLE), propostos para a fase inicial de produção, apresentados no Quadro 3.50, tendo em conta os aplicáveis aos fornos 2 e 3 de clínquer de acordo com as condições do TUA do CPS em vigor, **com exceção das notas relativas ao COT e ao NH₃**.

Por este motivo de incerteza, na chaminé do forno 4, para além da monitorização em contínuo inicial dos mesmos poluentes com esse tipo de autocontrolo realizado atualmente na chaminé do forno 3, admite-se, junto das autoridades competentes, a definição e realização de campanha(s) de medições pontuais para uma melhor caracterização do efluente gasoso, em conjunto com os dados operacionais reais, com vista à discussão/redefinição dos VLE, frequências de monitorização e o teor de referência de O₂.

Poluentes gasosos	VLE (mg/Nm ³) ¹			
	Fonte [Código da Fonte] (processo de produção)	Forno 2 [FF2] (clínquer)	Forno 3 [FF3] (clínquer)	Forno 4 [FF2] (argilas)
NO _x		500	450	500
SO ₂		400	400	400
HCl		10	10	10
HF		1	1	1
COT (COV)		50	75 ²	150 ³
NH ₃		90	130	n.a. ⁴
Hg		0,05	0,05	0,05
Metais Pesados IV (Cd, Tl)		0,05	0,05	0,05
Metais Pesados V (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V)		0,5	0,5	0,5
Dioxinas e Furanos		0,1 ²	0,1 ²	0,1 ²

¹ seco e corrigido a 10% O₂;

² ng I-TEQ/Nm³

³ VLE proposto em função da prevista influência negativa das características da argila crua a alimentar ao forno 4, nas emissões de COT, devido aos seus teores elevados de matéria orgânica, assim como a incerteza associada à inexistência de histórico operacional que permita caracterizar, com um nível de confiança adequado, as emissões intrínsecas de Carbono Orgânico Total (COT) neste novo processo antes da implementação e otimização das medidas primárias e, se necessário, de eventuais soluções complementares de abatimento.

⁴ não se prevê o controlo das emissões de NH₃ nem a definição de um VLE para este poluente uma vez que não está prevista a necessidade da utilização da técnica de SNCR (com injeção de amónia) para redução das emissões de NO_x. O equipamento de queima principal (*D-Gasifier*) é de baixo nível de emissão de NO_x uma vez que a combustão se procede numa atmosfera redutora.

Atendendo às especificações da argila, dos combustíveis e outras especificidades do processo como por exemplo a matriz térmica, prevê-se a necessidade e está prevista a instalação de um sistema de abatimento adicional (STEG) para os poluentes, SO₂, HCl e HF, à base de hidróxido de cálcio.

Tendo por base as matrizes térmicas que constituem um objetivo fundamental do projeto, apresentam-se de seguida as condições de processo expetáveis na chaminé do forno para cada uma dessas matrizes:

Matriz Térmica (% calor)	80% CDR + 20% Petcoque	80% CDR + 20% Gás Natural
Caudal chaminé (b. seca), Nm ³ /h	67 000	67 000
H ₂ O, %	31,2	32,2
O ₂ (b. seca), %	10,3	10,3

Tal como foi referido anteriormente é de salientar que outras matrizes térmicas são igualmente possíveis mesmo que em períodos mais curtos, contudo, o sistema de abatimento estará adequadamente dimensionado para fazer face a situações que requeiram um maior consumo de absorventes de forma a cumprir-se os VLE's acima indicados.

No que concerne às emissões de partículas o VLE de 20 mg/Nm³ (base seca; 10% O₂) na chaminé do forno 4 (fonte FF2) estará assegurado pelos equipamentos do STEG existentes, nomeadamente electrofiltro, torre de condicionamento de gases e filtro de mangas.

O mesmo de verifica para as chaminés do arrefecedor 2 (fonte FF5) e moagem de carvão 31 (fonte FF11), com utilização dos STEG existentes (filtros de mangas), propondo-se a manutenção do VLE de 20 mg/Nm³ (base seca; sem teor de O₂ de referência) e a mesma frequência de monitorização (em contínuo).

17. EMISSÕES DE FONTES DIFUSAS

No que diz respeito a equipamentos de filtragem, estarão previstos novos filtros de despoeiramento e manter-se-ão os dos equipamentos da linha 2 que forem incluídos no projeto da linha 4. Assim, de forma resumida teremos:

PROJETO ARGILAS CALCINADAS	Área	Características principais	Novo / Manter / Desativar
Filtro de Mangas	Britagem 1	25 200 m ³ /h, 44 kW	Manter
Filtro de Mangas	Moagem de Cru 2	3000 m ³ /h, 4,1 kW	Desativar
Filtro de Mangas	Moagem de Cru 2	4000 m ³ /h, 4,5 kW	Desativar
Filtro de Mangas	Moagem de Cru 2	4000 m ³ /h, 4,5 kW	Desativar
Filtro de Mangas	Moagem de Cru 2	4000 m ³ /h, 4,5 kW	Desativar
Filtro de Mangas Elevador Secador	Tremonhas e Secador de Argilas	3000 m ³ /h, 7,5 kW	Novo
Filtro de Mangas Elevador ESP	Tremonhas e Secador de Argilas	5000 m ³ /h, 15 kW	Novo
Filtro de Mangas	Moagem de Cru 2	7 000 m ³ /h	Manter
Filtro de Mangas	Moagem de Cru 2	1000 m ³ /h, 1,1 kW	Manter
Filtro de Mangas	Moagem de Cru 2	1 800 m ³ /h, 1,1 kW	Manter
Filtro de Mangas	Moagem de Cru 2	16 000 m ³ /h, 5,5 kW	Desativar
Filtro de Mangas	Moagem de Cru 2	16 000 m ³ /h, 5,5 kW	Desativar
Filtro de Mangas	Moagem de Cru 2	16 000 m ³ /h, 5,5 kW	Desativar
Filtro de Mangas	Forno 2	1000 m ³ /h, 1,1 kW	Desativar
Filtro de Mangas	Forno 2	12 500 m ³ /h, 5,5 kW	Desativar
Filtro de Mangas	Forno 2	2700 m ³ /h, 3 kW	Desativar
Filtro de Mangas do Rocket Mill CDR	Instalação CA6	10 000 m ³ /h, 18,5 kW	Novo
Ciclone despoeiramento	Instalação CA6	10 000 m ³ /h	Novo
Filtro de Mangas da tremonha de descarga de camiões	Instalação CA6	4000 m ³ /h, 4,5 kW	Novo
Filtros de Mangas dos doseadores de alimentação de CDR ao forno 4	Instalação CA6	2 x 4000 m ³ /h, 4,5 kW	Novo
Filtros de Mangas Silos Hidróxido de Cálcio (STEG FF2)	Forno 4 (STEG)	2 x 2500 m ³ /h, 2 x 3 kW	Novo
Filtro de Mangas	Moagem de Carvão	5000 m ³ /h, 5,5 kW	Manter
Filtro de Mangas	Moagem de Carvão	2300 m ³ /h, 2,2 kW	Manter

Filtro de Mangas	Moagem de Carvão	2500 m ³ /h, 3 kW	Manter
Filtro de Mangas	Moagem de Carvão	2500 m ³ /h, 3 kW	Manter
Filtro de Mangas	Moagem de Carvão	2500 m ³ /h, 3 kW	Manter
Filtro de Mangas	Moagem de Carvão	2500 m ³ /h, 3 kW	Manter
Filtro de Mangas	Moagem de Carvão	5000 m ³ /h, 5,5 kW	Manter
Filtro de Mangas	Moagem de Carvão	5000 m ³ /h, 5,5 kW	Manter
Filtro de Mangas	Moagem de Carvão	2100 m ³ /h, 2,1 kW	Manter
Filtro de Mangas	Moagem de Carvão	2100 m ³ /h, 2,1 kW	Manter
Filtro de Mangas	Moagem de Carvão	2100 m ³ /h, 2,1 kW	Manter
Filtro de Mangas	Moagem de Carvão	2100 m ³ /h, 2,1 kW	Manter
Filtro de Mangas	Moagem de Carvão	2000 m ³ /h, 2,2 kW	Manter
Filtro de Mangas	Moagem de Carvão	80 m ³ /h, 1,1 kW	Manter
Filtro de Mangas	Moagem de Carvão	3000 m ³ /h, 3,0 kW	Manter
Filtro de Mangas	Moagem de Carvão	80 m ³ /h, 1,1 kW	Manter
Filtro de Mangas	Moagem de Carvão	66 000 m ³ /h	Manter
Filtro de Mangas	Transporte clínquer L2	1700 m ³ /h, 1,5 kW	Manter
Filtro de Mangas	Transporte clínquer L2	2000 m ³ /h, 2,2 kW	Manter
Filtro de Mangas	Transporte clínquer L2	2000 m ³ /h, 2,2 kW	Manter
Filtro de Mangas	Transporte clínquer L2	14000 m ³ /h, 5,5 kW	Manter
Filtro de Mangas	Transporte clínquer L2		Manter

Todos os novos filtros de despoeiramento, considerados secundários, como também os anteriormente existentes a reativar no âmbito do projeto, serão incluídos nos planos de manutenção e calculadas as suas emissões de acordo com a metodologia implementada.

Serão aplicadas todas as MTD para a minimização de emissões difusas de poeiras, nomeadamente da MTD14 e MTD15, passando as áreas pavimentadas de circulação de veículos nas imediações das instalações do projeto (novas e existentes) a fazer parte dos circuitos de limpeza por varredora mecânica e a recorrer-se, sempre que necessário, a camião aspirador com tubos flexíveis para zonas de material acumulado de difícil acesso.

18. REGIME DE FUNCIONAMENTO

O Forno deverá operar continuamente, 24 horas por dia e 7 dias por semana.

Numa perspetiva anual e tendo em conta que para além das paragens programadas também ocorrerão outras, circunstanciais ou incidentais, é habitual considerar-se um Fator de Utilização de 85%, e uma fiabilidade de 97%. Assim sendo, estima-se que o Forno de argila calcinada opere anualmente cerca de 7 446 horas.

19. PRINCIPAIS FONTES DE RUÍDO E MEDIDAS DE MINIMIZAÇÃO

O projeto terá associadas as seguintes atividades e equipamentos como principais fontes de ruído (com indicação entre [], dos níveis de potência sonora a 1 m):

- Movimentação e descarga de caminhões (argila crua e CDR);
- Britador de argila crua [72 dB(A)]

NOTA: Os equipamentos localizados no interior do edifício fechado existente (Pré-Homo 1) para armazenagem e manuseamento de argila crua (Empilhador, Retomador, Britador/Desaglomeradores, etc, com níveis de ruído individuais inferiores a 85 dB(A)) não deverão constituir preocupação em termos de ruído para o exterior.

- Secador de argilas [≤ 85 dB(A)];
- Elevador de alimentação ao forno [≤ 85 dB(A)];
- Ventiladores do circuito de transporte de poeiras [≤ 85 dB(A)];
- Ventilador de ar primário ao D-Gasifier [73-76 dB(A)];
- Extratores dos silos de CDR 4 e 6 [88-92 dB(A)];
- Moinho de correntes “Rocket Mill” [78-85 dB(A)] e ventilador do sistema de extração/alimentação de CDR 2D [80 dB(A), com silenciador adicional];
- Sistemas pneumáticos (por 2 sopradores) de alimentação de CDR [72 dB(A), cada]
- Conversores de frequência de acionamentos de motores com frequências mais elevadas [85-90 dB(A)]; tubagens de transporte de CDR e ventiladores [88-92 dB(A)];
- Ventilador de ar primário ao D-Gasifier [73-76 dB(A)];
- Ventilador de injeção ar de recirculação na grelha fixa do arrefecedor [72-77 dB(A)];
- Ventiladores de injeção de ar no arrefecedor – câmaras 1 a 4 [72-77 dB(A)];
- Ventilador de injeção de ar no arrefecedor – câmara 5 [64-68 dB(A)];
- Ventilador de injeção de ar no arrefecedor – câmara 6 [69-73 dB(A)];

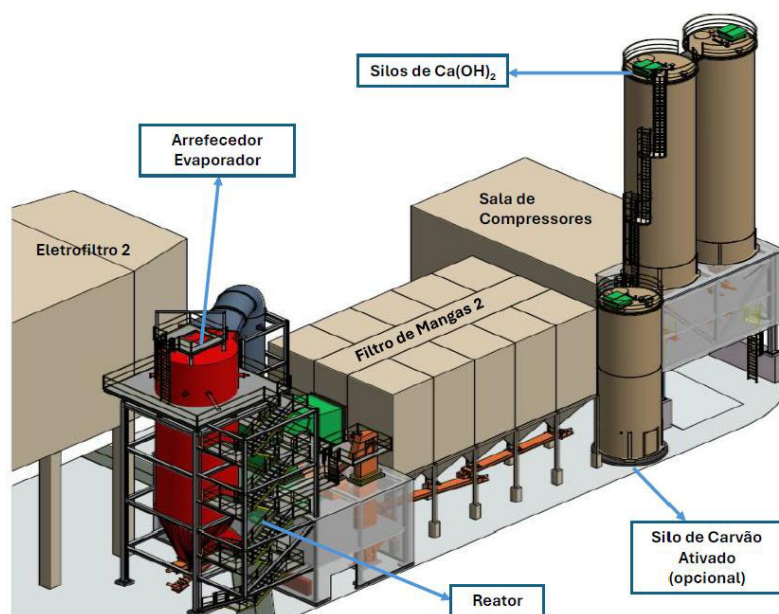
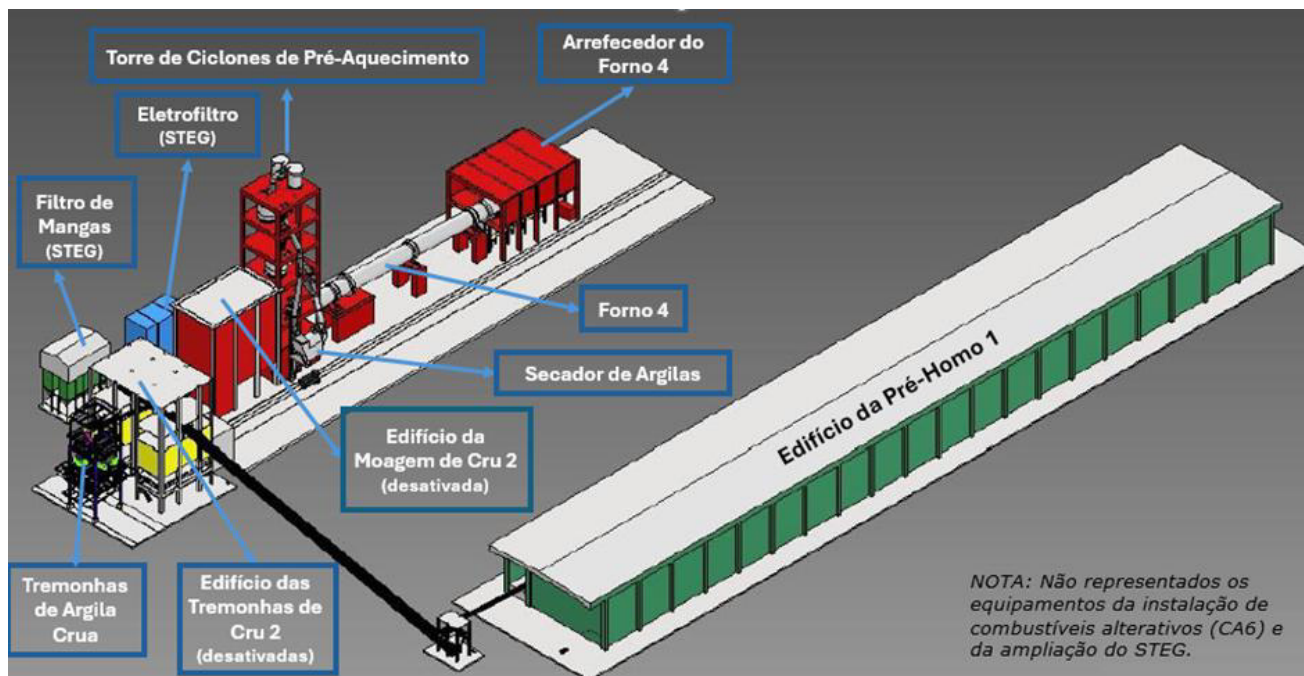
Os equipamentos ruidosos associados ao projeto de reconversão da Linha 2 de produção de clínquer, localizam-se a Este dos da Linha 3 cujas estruturas e edifícios funcionam, dadas as medidas de insonorização implementadas no passado, como barreira à propagação de ruído na direção dos recetores sensíveis da vila de Souselas, sendo ainda protegidos por barreiras acústicas (naturais e de painéis) no limite da fábrica.

Não se prevê, por isso, a necessidade de definir um novo ponto de monitorização do ruído para o exterior para avaliação da influência do presente projeto nas emissões de ruído para o exterior.

Os equipamentos ruidosos encontram-se sujeitos a requisitos de indicação e/ou limitação ($< 85 \text{ dB(A)}$, com exceção de alguns dos referidos acima) do nível de potência sonora (NPS, a 1 m), expressos em dB(A) , junto do fornecedor, estando prevista a atualização do Cadastro de Fontes de Ruído do CPS e respetivo Mapa Previsional de Ruído Particular do CPS. Este permitirá a hierarquização de fontes de ruído obtida a partir do modelo acústico o que eventualmente permitirá identificar e definir, se aplicável e necessário, quais as fontes do projeto a priorizar para intervenção adicional de modo a assegurar o cumprimento dos requisitos legais aplicáveis, como complemento a Planos de Ação anteriormente implementados na Linha 3.

20. DESENHOS

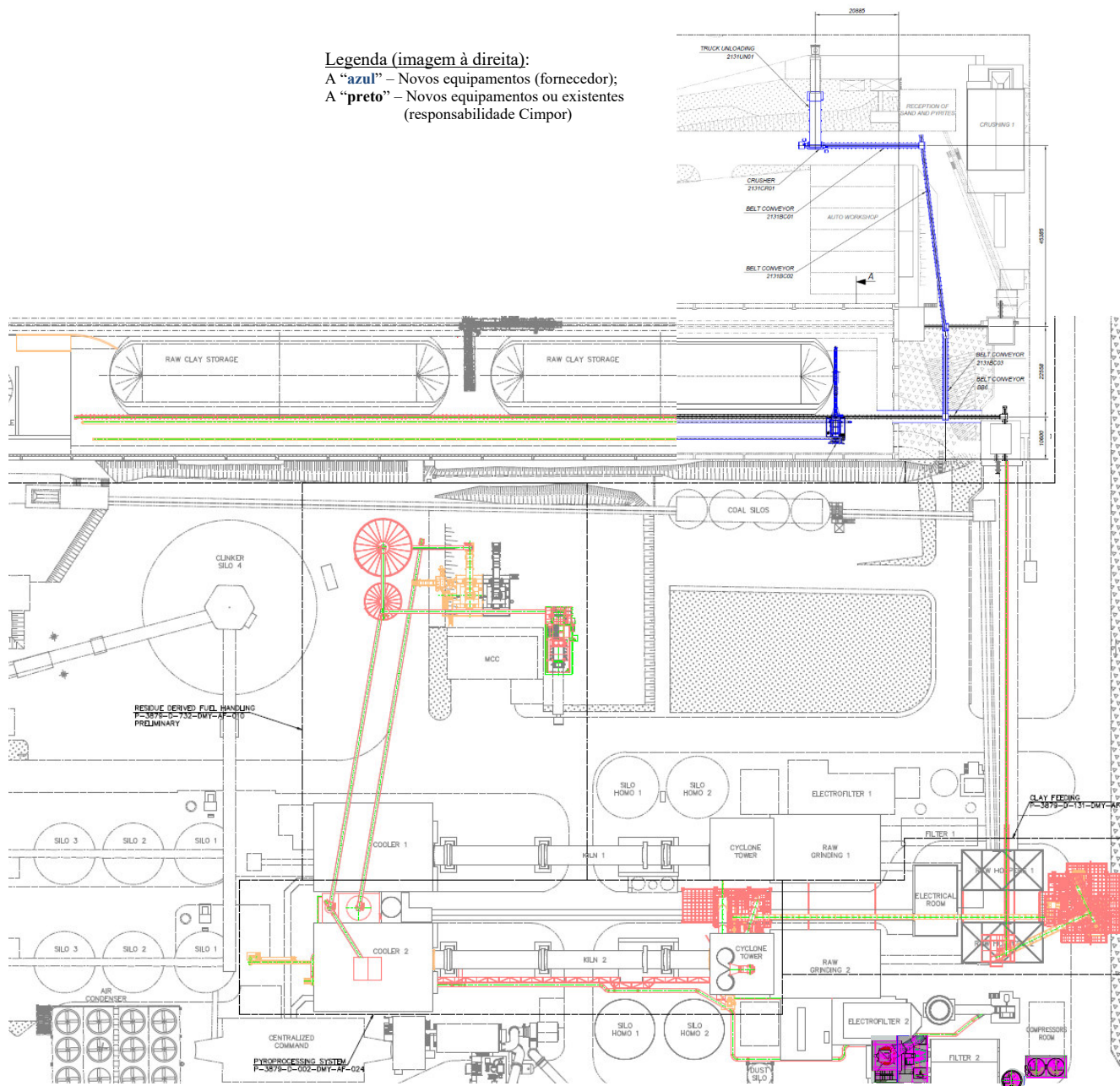
20.1 Vistas 3D



20.2 Localização na fábrica / Zonas de intervenção

Legenda (imagem à direita):

A “azul” – Novos equipamentos (fornecedor);
A “preto” – Novos equipamentos ou existentes
(responsabilidade Cimpor)



Legenda:

A “laranja” – Novos equipamentos (fornecedores principais);
A “rosa” – Novos equipamentos (fornecedor STEG);
A “vermelho” – Novos equipamentos (responsabilidade Cimpor)
A “preto” – Equipamentos existentes